().

Caracterizando las representaciones sociales de estudiantes acerca del conocimiento matemático.

Vain, Pablo Daniel, Benítez, Margarita del Carmen y Lagraña, Claudia.

Cita:

Vain, Pablo Daniel, Benítez, Margarita del Carmen y Lagraña, Claudia (2011). *Caracterizando las representaciones sociales de estudiantes acerca del conocimiento matemático*. : .

Dirección estable: https://www.aacademica.org/pablo.daniel.vain/95

ARK: https://n2t.net/ark:/13683/pFQd/708

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto*. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: https://www.aacademica.org*.

ACTAS
del

I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. (I CIECyM)

II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática (II ENEM)

8 al 11 de noviembre de 2011

Compilado por:
María Rita Otero; Inés Elichiribehety; María de los Angeles Fanaro

Organizado por:
Viviana Carolina Llanos, Verónica Parra, Patricia Sureda

Edición Literaria a cargo de Ana Rosa Corica, María Paz Bilbao, María Paz Gazzola

Tandil, Argentina

Actas del I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática - ICIECyM. II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática - II ENEM / compilado por María Rita Otero ; Inés Elichiribehety ; María de los Angeles Fanaro ; coordinado por Viviana Carolina Llanos ; Verónica Parra ; Patricia Sureda ; edición literaria a cargo de Ana Rosa Corica ; Bilbao María Paz ; María Paz Gazzola. - 1a ed. - Tandil : Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2011.
E-Book.

ISBN 978-950-658-284-5

1. Ciencias. 2. Matemática. 3. Actas de Congresos. I. María Rita Otero, comp. II. Elichiribehety, Inés, comp. III. María de los Angeles Fanaro, comp. IV. Llanos, Viviana Carolina, coord. V. Parra, Verónica, coord. VI. Sureda, Patricia, coord. VII. Corica, Ana Rosa, 1a ed. lit. VIII. María Paz, Bilbao, ed. lit. IX. Gazzola, María Paz, ed. lit. CDD 510.7

Fecha de catalogación: 14/11/2011

I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática

II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática

El I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática; perspectiva Didáctica, Cognitiva y Epistemológica (I CIECyM), y II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática (II ENEM), se proponen ofrecer a los Profesores de Matemática, Física, Química, Biología del Nivel Medio, Terciario y Universitario, un ámbito propicio para difundir, revisar y actualizar su formación en Didáctica de las Ciencias (Física, Química, Biología) y Didáctica de la Matemática, Epistemología e Historia de las Ciencias y de la Matemática y Teorías del Aprendizaje.

También es intención de los organizadores, reunir a los investigadores en Enseñanza de las Ciencias y en Enseñanza de la Matemática con los Profesores de distintos niveles del sistema educativo, buscando tender puentes para mejorar y enfrentar las dificultades que se aprecian en el Sistema Educativo con relación a la Matemática y las Ciencias y a las necesarias interacciones entre la matemática, la física, la química y la biología.

El Congreso tiene como antecedente el I Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática (I ENEM) realizado en Tandil en el año 2007, al que asistieron más de 350 profesores e investigadores del país y de otros continentes.

El Congreso es organizado por el Núcleo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología (NIECyT) del la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, en el marco del Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Matemática y de la Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias sostenidas por el NIECyT. Se espera que el congreso ofrezca una oportunidad a todos los alumnos de grado y posgrado de las carreras del Departamento de Formación Docente y a los colegas docentes e investigadores del área de ciencias y matemática de nuestro país, de latinoamérica y del extranjero que deseen acercarse y compartir puntos de vista.

El encuentro se articula en torno a conferencias magistrales propuestas por especialistas en cada área, por una parte, y, por otra, a la presentación y discusión de trabajos de investigación y pequeños cursos relativos al tema que nos convoca.

Tandil – Argentina, Noviembre 2011

COMITÉ CIENTÍFICO

Gérard Vergnaud	Université de Paris 8, Francia.
Marco Antonio Moreira	UFRGS, Brasil.
Jean Marie Boilevin	IUFM, Marseille, Francia.
Georges-Louis Baron	Paris 5, René Descartes-Sorbonne, Francia.
Josep Gascón	UAB, España.
María Trigueros Gaisman	ITAM, México.
Konstantinos Ravanis	Universidad de Patras, Grecia.
María Maite Andrés	Universidad Pedagógica, Venezuela.
Luci Banks Leite	UNICAMP, Brasil.
Agustin Aduriz Bravo	UBA, Argentina.
Evelyse dos Santos Lemos	FIOCRUZ, Brasil.
María Rita Otero	UNCPBA-CONICET, Argentina. (Presidente)
Inés Elichiribehety	UNCPBA, Argentina
María de los Ángeles Fanaro	UNCPBA-CONICET, Argentina.
Marcelo Arlego	UNLP-CONICET, Argentina.
Manuel Aguirre Téllez	CICBA-UNCPBA, Argentina.
Marta Pesa	UNT, Argentina.
Cecilia Crespo Crespo	UTN, Argentina.

COMITÉ ORGANIZADOR

Inés Elichiribehety (Presidente)	UNCPBA - NIECyT
María Rita Otero	UNCPBA – NIECyT - CONICET
María de los Ángeles Fanaro	UNCPBA - NIECyT - CONICET
Marcelo Arlego	UNLP – NIECyT - CONICET
Ana Rosa Corica	UNCPBA - NIECyT - CONICET
Viviana Carolina Llanos	UNCPBA - NIECyT - CONICET
Verónica Parra	UNCPBA - NIECyT - CONICET
Patricia Sureda	UNCPBA - NIECyT - CONICET
Maria Paz Bilbao	UNCPBA - NIECyT
Maria Paz Gazzola	UNCPBA - NIECyT
Mariana Elgue	UNCPBA - NIECyT
Karina Paola Garcia	UNCPBA - NIECyT

ÍNDICE

COMUNICACIONES EN SESIÓN PLENARIA

MATEMÁTICA

UN ESTUDIO DE PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE EN MATEMÁTICAS DE TELESECUNDARIA DESDE LA TEORÍA SOCIOEPISTEMOLÓGICA
Erika García Torres, Ricardo Cantoral Uriza 2

LA CONSTRUCCIÓN, UN MEDIO PARA PRODUCIR Y VALIDAR PROPIEDAES GEOMETRICAS
Lidia Ibarra; Blanca Formeliano; Florencia Alurralde; Graciela Méndez 9

LA ENSEÑANZA POR REI EN LA ESCUELA SECUNDARIA: DESAFÍOS, INCERTIDUMBRES Y PEQUEÑOS LOGROS AL CABO DE SEIS IMPLEMENTACIONES.
María Rita Otero, Viviana Carolina Llanos 15

LOS RECORRIDOS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA SECUNDARIA: LUCES Y SOMBRAS
Verónica Parra, María Rita Otero, María de los Ángeles Fanaro 24

LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA ACERCA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO
Pablo D. Vain; Julieta E. Kornel; Margarita Benítez 30

FÍSICA

VISIÓN ACERCA DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CONSTRUIDA EN CURSOS DE LABORATORIO DESDE UN CAMPO CONCEPTUAL
María Maite Andrés 37

EL CAMPO ELÉCTRICO PARA CONFIGURACIONES DE CARGAS: UN ESTUDIO DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS
Gloria E. Alzugaray, Marta B. Massa, Marco A. Moreira 42

ANÁLISIS DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA AL ABORDAR SITUACIONES DE MECÁNICA CUÁNTICA
María de los Angeles Fanaro, María Rita Otero, Marcelo Arlego 50

QUÍMICA

El CONCEPTO DE SUSTANCIA QUÍMICA: DEL SUSTANCIALISMO AL NO-SUSTANCIALISMO DE BACHELARD
Javier E. Viau ; María Alejandra Tintori Ferreira 58

MODELOS PARA MAESTROS O MAESTROS MODELO
Almirón Mirian, Arango Claudia, Porro Silvia 65

BIOLOGÍA

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE IMUNOLOGIA
Viviane Abreu de Andrade; Evelyse dos Santos Lemos 72

COMUNICACIONES ORALES COMPLETAS

MATEMÁTICA

O PAPEL DA LINGUAGEM CIENTÍFICA NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA
Luzia Maya Kikuchi 80

ENSEÑANZA DEL CÁLCULO VECTORIAL EN EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
Viviana A. Costa; Marcelo Arlego 88

FIGURAS DE ANÁLISIS: SU USO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESCENARIOS ESCOLARES Y NO ESCOLARES
Mónica Lorena Micelli; Cecilia Rita Crespo Crespo 95

LAS INTERVENCIONES DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA ESCUELA SECUNDARIA
Diana Cecilia Pozas 103

ENSINO DE MATEMÁTICA PARA JOVENS E ADULTOS NUMA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: ALGUMAS REFLEXÕES METODOLÓGICAS
Elenita Eliete de Lima Ramos; Claudia Regina Flores 109

UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CON DISTINTOS GRADOS DE PARAMETRIZACIÓN EN ENTORNOS DE GEOMETRÍA DINÁMICA: EL CASO DE LA CIRCUNFERENCIA DESDE UN ENFOQUE GEOMÉTRICO - ALGEBRAICO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES
Rosa Ana Ferragina, Leonardo José Lupinacci 115

ANÁLISIS COMBINATORIO: DIFICULTADES EN ALUMNOS DE INGENIERÍA
Lorena Verónica Belfiori 122

ACCIONES DE VALIDACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN ESCUELA MEDIA
Falsetti, Marcela; Lugo, Javier 129

CARACTERIZAÇÃO DO RACIOCÍNIO INDUTIVO COMO APORTE PARA O CONHECIMENTO MATEMÁTICO
José Roberto da Silva, Emanuel Henrique Pereira, Natália Dias de Morais, Jakeline Carneiro de Oliveira 137

PRIORIZAÇÃO DA CONCEPÇÃO DA MULTIPLICAÇÃO COMO ADIÇÃO DE PARCELAS IGUAIS
José Roberto da Silva; Maria Aparecida da Silva Rufino; Rafaela José dos Santos 144

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROPUESTA PARA UN TALLER DE GEOMETRÍA
José Campos; Mercedes Astiz; Perla Medina 151

A VISÃO PLATÔNICA E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA: O QUE SIGNIFICA ENTENDER ALGUMA COISA?
Jacqueline Borges de Paula 159

AFINAL, QUEM É O PROFESSOR DE MATEMÁTICA QUE OS CURSOS ESTÃO FORMANDO?
Rogério Sacramento Burkert; Sheyla Costa Rodrigues 166

EVALUACIÓN: UNA EXPERIENCIA INNOVADORA EN EL AULA DE MATEMÁTICA
Silvia del Puerto; Silvia Seminara 174

IDENTIDADE DO LICENCIANDO: O QUE PENSAM OS ALUNOS DE LICENCIATURA DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO SOBRE A PROFISSÃO DOCENTE
Yara A. F. Guimarães; Carla Alves de Souza 182

REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA PRÁCTICA DOCENTE. UNA INTERPRETACIÓN DE LA VISIÓN DE ALGUNOS DOCENTES SOBRE EL USO DE LOS SISTEMAS ALEGEBRAICOS COMPUTACIONALES (CAS) EN LAS AULAS
Beatriz Introcaso; Patricia Co; Dirce Braccialarghe; Daniela Emmanuele 189

ESTUDIO DE LA ACTITUD DE LOS ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE MATEMÁTICA HACIA LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS
Yolanda H. Montero; María Eugenia Pedrosa; Silvia Vilanova 196

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIANTE PREUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA COMO USUARIO DE HEURÍSTICAS
Inés Casetta; Víctor González 204

RECURSOS DIDÁCTICOS EN ANÁLISIS MATEMÁTICO I: SU VINCULACIÓN CON LA VISUALIZACIÓN DINÁMICA Y EL INTERÉS EN EL APRENDIZAJE DE LOS FUTUROS INGENIEROS. EL CASO DE LA FRSN-UTN
María Elena Schivo; Natalia Sgreccia; Marta Caligaris 216

DIVERSIDAD DE LÓGICAS EN EL AULA: UN MEDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RACIONALIDAD MATEMÁTICA.
Cambriglia, Verónica 223

CONFLICTOS SEMIÓTICOS ASOCIADOS A LOS ERRORES EN LA INTERPRETACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA-VECTORIAL DE LOS NÚMEROS COMPLEJOS
Distéfano, María Laura; Aznar, María Andrea; Figueroa, Stella Maris; Moler, Emilce 233

DIVERSIDAD DE REPRESENTACIONES DE FUNCIONES EN EL DESEMPEÑO DE ALUMNOS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA *María Rosa Romiti; Natalia Sgreccia; Marta Caligaris* *241*

O CÁLCULO MENTAL ARITMÉTICO E A ELABORAÇÃO DE SABERES DOCENTES
Maria Auxiliadora Bueno Andrade Megid *248*

EL INFINITO. CONCEPCIONES DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA.
María Teresa Juan; Virginia Montoro *255*

UNA MIRADA MÁS AMPLIA DEL ÁLGEBRA
Horacio Solar; Francisco Rojas *263*

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA FUNCIÓN EXPONENCIAL Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN
Patricia Sureda; María Rita Otero *269*

LA RESOLUCION DE PROBLEMAS Y LAS COMPETENCIAS MATEMATICAS
Mabel Susana Chrestia *276*

ORGANIZACIÓN DE TAREAS MATEMÁTICAS SEGÚN NIVELES DE COMPLEJIDAD COGNITIVA: UNA MIRADA DESDE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS
Francisco Rojas; Horacio Solar *283*

SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES CON PARÁMETROS UN ENFOQUE DINÁMICO
Silvia Santos; Mario Di Blasi Regner *290*

CARACTERIZANDO LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE ESTUDIANTES ACERCA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO
Pablo D. Vain; Margarita delC. Benítez; Claudia D. Lagraña *296*

¿CÓMO ENSEÑAR LOS PRIMEROS NÚMEROS? LA PERSPECTIVA DE NIÑOS DE DISTINTOS SECTORES SOCIOCULTURALES
Flavia Santamaría, Gabriela Matozza y Cecilia Bordoli *303*

EL CERO ENTRE LAS ECUACIONES: CONCEPCIONES EN ALUMNOS DE SECUNDARIA SUPERIOR
Carla De Zan; Verónica Parra *312*

ANÁLISIS DE ERRORES EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE VALOR INICIAL
Angélica R. Arnulfo; Cintia G. Cianciardo; José A. Semitiel *319*

EXPLORACIÓN DE FORMAS LÓGICAS Y DEDUCCIONES ANALÍTICAS DE ESTUDIANTES PREUNIVERSITARIOS EN MATEMÁTICA.
Marcela C. Falsetti; Marisa Alvarez *326*

¿CÓMO CONCIBEN LA MATEMÁTICA LOS DOCENTES DE UNA FACULTAD DE AGRONOMÍA?
Boubée, C.; Sastre Vázquez, P.; Delorenzi, O.; D´Andrea, R. *333*

MODELAGEM E ETNOMATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
Isabel Cristina Machado de Lara; Maria Salett Biembengut 340

APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO
Vílchez Báez Ángel Andrés 347

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP), PROPUESTAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL
Patricia Rojas Salinas 355

EL ESTUDIO DE LA GEOMETRIA EN EL NIVEL SECUNDARIO
Dàttoli, Florencia Iris 362

PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS
Nora Castro, Nora Ferreyra 369

JOGOS MATEMÁTICOS: DIAGNOSTICANDO A APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DE 7º ANO
Rui Marcos de Oliveira Barros, Marli Schmitt 375

ACTUALIZACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA PARA MAESTROS
Elina Villemur; Ana Schamle; Patricia Villamonte 380

CARACTERÍSTICAS DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA TEMAS DE CÁLCULO NUMÉRICO: RESULTADOS Y AVANCES
María Eva Ascheri; Rubén Pizarro; Gustavo Astudillo; Pablo García 387

AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN MATEMÁTICA DE ALUMNOS INGRESANTES A LA UNIVERSIDAD
Gibelli, Tatiana Inés 394

ARTICULACIÓN DE CONTEXTOS Y HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE VALORES Y VECTORES PROPIOS
Egle Elisabet Haye; María Elina Díaz Lozano 401

ENSEÑANZA DE LA SUMA DE RIEMANN APLICANDO REPRESENTACIONES VISUALES PARA CALCULAR EL TRABAJO REALIZADO AL DESALOJAR EL AGUA QUE OCUPA EL VOLUMEN DE UN RECIPIENTE
Silvia Seluy 408

EL PROCESO DE EMPODERAMIENTO DOCENTE EN EL CAMPO DE LAS MATEMÁTICAS
Daniela Reyes – Gasperini; Ricardo Cantoral - Uriza 413

ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO DO TEOREMA DE TALES E TRIGONOMETRIA USANDO A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA
Maria Alice de Vascocelos Feio Messias; Mônica Suelen Ferreira De Moraes; Vagner Viana Da Graça; Rosineide de Sousa Jucá 420

DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL TEOREMA DE ÁNGULOS INSCRIPTOS EN UNA CIRCUNFERENCIA
Elisabeth Marín, Ana Rosa Corica 427

ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DE ACCESO EN UN PROBLEMA ADMINISTRADO EN EL INGRESO
María Beatriz Bouciguez; María Cristina Modarelli; María Rosa Nolasco; María de las Mercedes Suárez 435

ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COMPRENSION DEL TEMA PROBABILIDAD EN ALUMNOS UNIVERSITARIOS
Nora Gatica, Jorge Leporati, Gladys Pavón, Sandra Escudero 443

EXERCÍCIOS, CIÊNCIA NORMAL E ORGANIZADORES PRÉVIOS: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA
Maria Aparecida da Silva Rufino; José Roberto da Silva 450

NATURALEZA DE LAS CONCEPCIONES SOBRE EL APRENDIZAJE EN DOCENTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS Y RELACIÓN CON EL DOMINIO DE FORMACIÓN DISCIPLINAR.
García, María Basilisa; Vilanova, Silvia Lucía 457

EL PROBLEMA DEL TIEMPO EN LA VISUALIZACIÓN DEL CAMBIO. DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y EL LENGUAJE VARIACIONAL A TRAVÉS DE LA GRAFICACIÓN-MODELACIÓN Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA MATEMÁTICA ESCOLAR
Astrid Morales Soto; Constanza Ripamonti Zañartu 465

ANALISIS DE LOS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN QUE UTILIZAN DOCENTES DE LA EP EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
Marcos Varettoni; Inés Elichiribehety 472

PERMANENCIA DE ALGUNOS CONCEPTOS DE ESPACIOS VECTORIALES Y SU OPERATIVIDAD
Ana Rosso; Julio Barros 479

IMPLEMENTACIÓN DE UNA AEI RELATIVA AL CAMPO CONCEPTUAL DE LAS FUNCIONES POLINÓMICAS EN LA ESCUELA SECUNDARIA: PERSPECTIVA DIDÁCTICA Y COGNITIVA
Viviana Carolina Llanos; María Paz Bilbao; María Rita Otero 487

FUNCIONES RACIONALES EN LA SECUNDARIA: PRIMEROS RESULTADOS DE UNA ACTIVIDAD DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN (AEI)
Gazzola, María Paz; Llanos, Viviana Carolina; Otero, María Rita 494

EVOLUCIÓN DE UNA AEI COMO PRODUCTO DE INVESTIGACIÓN AL CABO DE SEIS IMPLEMENTACIONES CONSECUTIVAS
Viviana Carolina Llanos, María Rita Otero 501

ENSEÑANZA DEL LÍMITE FUNCIONAL CON GEOGEBRA
María Paz Gazzola; Ana Rosa Corica; Inés Elichiribehety 509

FÍSICA

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y EL DESARROLLO DE LAS APTITUDES PARA LA CIENCIA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PROFESORES
Miranda Carlos ; Feo Ronald 516

EL FENÓMENO DE LA FORMACIÓN Y PERCEPCIÓN DE LAS IMÁGENES. PROBLEMAS ASOCIADOS A SU APRENDIZAJE
Bettina Bravo; Marta Pesa; Adriana Rocha 523

UMA DISCUSSÃO COM ALUNOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA SOBRE ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA FÍSICA QUÂNTICA NA ESCOLA MÉDIA
Leandro Londero da Silva 530

EXPERIMENTACIÓN Y CONCEPTUALIZACION EN EL AULA DE CIENCIAS: EL MEDIODÍA SOLAR
Fabiana Prodanoff; Patricia Knopoff 537

FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE A CIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO NUM CURSO DE ELETROMAGNETISMO
Fabiana Botelho Kneubil, Elio Carlos Ricardo 544

EVALUACIÓN DE UN TALLER PARA LA ENSEÑANZA DE SONIDO EN BIOFÍSICA EN CIENCIAS DE LA SALUD
Aiziczon, Beatriz, Cudmani, Leonor 551

LA UTILIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS COMO ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA. UN ANÁLISIS CUALITATIVO APLICADO A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MECÁNICA POR ALUMNOS DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICA.
Fabián Gabriel Díaz 560

LA ESTADÍSTICA DE LA MANO DE LA FÍSICA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA
Javier E. Viau; Alejandra Tintori Ferreira; Esteban Szigety ; Horacio Gibbs 568

O ENSINO DE ENERGIA E COLISÕES EM BASE DE SOFTWARES DIDÁTICOS:UM ESTUDO DA AQUISIÇÃO DE REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS POR MEIO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS
V. Engel ; A. Serrano 575

MUDANÇA DE POSTURA DE UM PROFESSOR DE FÍSICA PARTICIPANTE DE UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA
Alice Assis; Guilherme Urias 582

LOS DIARIOS DEL PRACTICANTE EN EL ÚLTIMO AÑO DE FORMACIÓN DOCENTE DE GRADO DE LA ESPECIALIDAD FÍSICA
Flores Arrieri, Marta Elizabeth; Yoldi Lezama, Alejandra Isabel 588

O PERFIL EPISTEMOLÓGICO DO CONCEITO DE TEMPO E AS CONDUTAS CULTURAIS: CATEGORIAS DE ANÁLISE
Paulo Henrique de Souza, João Zanetic, Maria Eduarda Santos 594

EN BUSCA DE LAS HUELLAS DE UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO
Sonia Beatriz González; Consuelo Escudero 601

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS, UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA QUE PERDURA: EVOLUCIÓN DE LOS REFERENTES TEÓRICOS
Orlando, Silvia; Scorsetti, Matías; Lecumberry, Graciela. 608

UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ESTUDOS RELATIVOS A CIRCUITOS ELÉTRICOS NO PERÍDO DE 2004 A 2010
Luís Paulo Basgalupe Moreira ;Agostinho Serrano 616

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS ACERCA DO ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL, CHILE E ESPANHA
Elio Carlos Ricardo, Germán Ahumada Albayay, Digna Couso 624

PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA TRABALHAR COM AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS
Luana Casas, Rosa Oliveira Marins Azevedo, Vanessa Pinheiro, Bernard Almeida 631

A CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS SOBRE O CONSTRUTIVISMO PEDAGÓGICO
Delaine Chaves França de Lima, Ursula Rayandra Soares Nery, Rosa Oliveira Marins Azevedo 637

TRATAMIENTO DE LA NATURALEZA DE LA LUZ EN LOS LIBROS DE TEXTO: UN ANALISIS CRÍTICO
Mariana Elgue; Maria de los Ángeles Fanaro; Maria Rita Otero; Marcelo Arlego 643

ENSEÑAR EL COMPORTAMIENTO DE LA LUZ EN LA ESCUELA SECUNDARIA DESDE UNA VISIÓN ACTUAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE CAMINOS MÚLTIPLES DE FEYNMAN
Marcelo Arlego; Maria de los Ángeles Fanaro; Maria Rita Otero 657

QUÍMICA

PRÁTICA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR DE QUÍMICA E O ESTUDO DE CASO DO TIPO ETNOGRÁFICO: UMA METODOLOGIA EM QUESTÃO
Elane Chaveiro Soares ; Cleoni Maria Barboza Fernandes 666

RELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTO CIENTIFICO E A ROTULAGEM DE ALIMENTOS: O CASO DOS ALIMENTOS LIGHT, DIET, ORGÂNICOS E TRANSGÊNICOS
Elma Regina Silva de Andrade Wartha; Fernanda Santos Lima; Lidiane Correia dos Santos; Edson José Wartha 672

PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA ORGÂNICA: UM OLHAR A PARTIR DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICOS
Edson José Wartha ; Daisy de Brito Rezende 677

O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: DIFICULDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM
Juvenal Carolino da Silva Filho; Thiago Gallo de Oliveira ; Edson José Wartha. 682

LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA COMO HERRAMIENTA PARA FAVORECER UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
Rousserie, Hilda Fabiana; Martinez, Horacio José; Subovich, Gladis Esther; Cives, Hugo Rodolfo 688

O UNIVERSO ESCOLAR E AS REPRESENTAÇÕES ESCOLARES: POTÊNCIAS DE UMA FORMA DE CONHECIMENTO
Bruno dos Santos Pastoriza, Rochele de Quadros Loguercio 693

ENSINO DE QUÍMICA E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES ADAPTADOS
Márcia R. Cordeiro; Keila B. Kiill; Fernanda V. M. Bazon; Karina C. Scalco 700

FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE QUÍMICA A PARTIR DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES PARA CURSOS DE LICENCIATURA (2002)
João Paulo Mendonça Lima; Eliana Midori Sussuchi; Acácio Alexandre Pagan; Juvenal Carolino da Silva Filho 707

LOS ACTOS DE HABLA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE QUÍMICA ORGÁNICA: EL CASO DEL BENCENO
Andrea S. Farré; M. Gabriela Lorenzo 712

APRENDIZADO DE ESTEREOQUÍMICA MEDIADO POR REPRESENTAÇÕES TRIDIMENSIONAIS: UMA PERSPECTIVA VYGOSTSKYANA
Daniele Raupp; José Cláudio Del Pino 719

ANALOGIAS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO: ESTRATÉGIA PROPOSTA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA BRASILEIROS
Edimarcio Francisco da Rocha; Irene Cristina de Mello 726

O ENSINO DE CIÊNCIAS E O ALUNO CEGO: UMA REVISÃO BIBLIOGRAFICA
Maria Cristina Aguirre Schwahn; Agostinho Serrano de Andrade Neto 733

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE MODELAGEM MOLECULAR
Adriana de Farias Ramos; Agostinho Serrano 739

BIOLOGÍA

ANÁLISIS DE UNA PERSPECTIVA DE INTEGRACIÓN DE MODELOS PARA INTRODUCIR A LA FOTOSÍNTESIS EN LA MATERIA BIOLOGÍA CELULAR DEL PROFESORADO EN BIOLOGÍA
Eduardo E. Lozano 746

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DO TEMA CORPO HUMANO UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS PROGRAMÁTICOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
Beatriz Blenda Pinheiro de Souza; Lucas Gabriel do Amaral Pereira; Rosa Marins Azevedo 752

O FILME DOCUMENTADO E SUAS IMPLICAÇÕES NAS REPRESENTAÇÕES IMAGÍSTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA
Lucas Gabriel do Amaral Pereira; Juliana Mesquita Vidal Martinez de Lucena; Rosa Oliveira Marins Azevedo 758

O PARQUE ESTADUAL SUMAÚMA COMO ESPAÇO NÃO-FORMAL PARA O ENSINO DE BIOLOGIA
Júlio César Oliveira da Silva, Lucas Gabriel do Amaral Pereira, Beatriz Blenda Pinheiro de Souza, Rosa Oliveira Marins Azevedo 765

ENTENDENDO O PROCESSO DE TRADUÇÃO: O USO DE MODELO COMO RECURSO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM
Keila Bossolani Kiill; Fernanda Vilhena Mafra Bazon; José Murilo Calixto Vaz 772

RELACIÓN ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA PSICOLOGÍA A TRAVÉS DE LAS PRODUCCIONES DE LOS ALUMNOS
Graciela Lavinia; Cristián Delgado; Eduardo Audisio 779

ANÁLISIS DE LA ACTUACIÓN PEDAGÓGICA DE UNA PROFESORA DE BIOLOGÍA Y SUS OBSTÁCULOS DIDÁCTICOS
Eduardo Ravanal;Mario Quintanilla; Fabián García; María José Rivera 784

AULAS PASSEIO, ESTUDO DO MEIO E ECOLOGIA DA PAISAGEM: ALTERNATIVAS METODOLÓGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE CAMPO NO AGRESTE SERGIPANO.
Brenda Libório Prado Moraes Motta; Paulo Sérgio Maroti ; Simone Marcela dos Santos Souza 792

CONOCIMIENTO DIDACTICO DEL CONTENIDO DE FUTUROS DOCENTES DE BIOLOGÍA
Arteaga Quevedo,Yannett Josefina ; Tapia Luzardo, Fernando José 800

INFLUÊNCIA DO USO DE MODELOS DIDÁTICOS NO DESEMPENHO DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS SOBRE OS TIPOS CELULARES E SUAS ORGANELAS
Rosangela Chimenes Torres; Angela Maria Zanon; Rodrigo Juliano Oliveira 806

PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE ECOLOGIA
Camila Diogo Cover; Marcelo Tadeu Motokane; Caio de Castro ;Freire, Mayumi Yamada 814

A CONCEPÇÃO DE UMA PROFESSORA DE BIOLOGIA E DE ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE PROJETO DE APRENDIZAGEM
Ursula Rayandra Soares Nery; Delaine Chaves França de Lima, Leide Folgosa Barroso Muñoz, Rosa Oliveira Marins Azevedo 821

LA NATURALEZA EXPERIMENTAL DE LA BIOLOGÍA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORADO
Lorena Inzillo; Agustín Adúriz-Bravo 827

LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA CIRCULATORIO HUMANO EN DOS CONTEXTOS DE UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES: RESULTADOS PRELIMINARES
Aguilar, A; Raviolo, A; Ramírez, P.; Lopez, E. 833

INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM NECESSIDADES ESPECIAIS NO ENSINO SUPERIOR: NÚMEROS TOTAIS NO BRASIL E EM GRADUAÇÕES DA ÁREA BIOMÉDICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Michele Waltz Comarú; Renata Santos Oliveira; Tatiana Ferreira Pimentel Santana; Cláudia Mara Lara Melo Coutinho 840

CUANDO ENSEÑAMOS BIOLOGÍA ¿ES POSIBLE ABORDAR PROBLEMAS BIOÉTICOS?
Fernando José Tapia Luzardo; Yannett Josefina Arteaga Quevedo 849

DEL SABER SABIO AL SABER APRENDIDO. LA CONVERSION DEL CONTENIDO CIENTIFICO EN CONTENIDO ESCOLAR.
González Ferrer, Molly Ch; García Bellizzi, María Cristina; Ramírez, Marina 857

LA INTERPRETACIÓN DE LA EVOLUCIÓN MEDIANTE REPRESENTACIONES ICÓNICAS
Marcela Torreblanca 863

INVESTIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DIDÁTICO COM O TEMA DROGAS NA METODOLOGIA DOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS
Eduarda Maria Schneider; Juliana Moreira Prudente de Oliveira; Daniela Frigo Ferraz; Fernanda Aparecida Meglhiorrati 870

UM OLHAR SOBRE OS PROGRAMAS DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MUSEUS DE CIÊNCIAS DO RIO DE JANEIRO/BRASIL
Grazielle Rodrigues Pereira; Livia Mascarenhas de Paula; Robson Coutinho-Silva 877

A ELABORAÇÃO DE UM DICIONÁRIO TERMINOLÓGICO DAS CIÊNCIAS NATURAIS PARA PROFESSORES DE ENSINO FUNDAMENTAL I
Mariângela de Araújo; Paulo Henrique de Souza 884

O TEMA FUNGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA: REFLEXÕES A PARTIR De PERIÓDICOS DA ÁREA
Luciana Abrão Lougon Soares ; Joyce Frade Alves do Amaral; Evelyse dos Santos Lemos 892

ANÁLISIS DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA REAL EN LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS
Canter, Claudina; Bocco Mónica 998

AS PRAXEOLOGIAS DE FUTUROS DOCENTES DE CIÊNCIAS EM ATIVIDADES SOBRE A DIGESTÃO HUMANA
Vera de Mattos Machado 906

Comunicaciones en sesión plenaria

MATEMÁTICA

UN ESTUDIO DE PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE EN MATEMÁTICAS DE TELESECUNDARIA DESDE LA TEORÍA SOCIOEPISTEMOLÓGICA

Erika García Torres, Ricardo Cantoral Uriza
Cinvestav-IPN, México
egarciat@cinvestav.mx

Resumen
Se presenta un estudio del efecto de una experiencia de profesionalización docente en matemáticas en el nivel medio básico (secundaria) en prácticas de profesores del sistema educativo mexicano. Desde la Socioepistemología, problematizar el discurso matemático escolar, incorporar el uso de la matemática en situaciones de aprendizaje y adaptarlas a los contextos en que se sitúa la práctica del profesor, son elementos centrales en una reorganización de episodios de gestión de aprendizaje. Se atiende una modalidad de la secundaria cuya característica es que los profesores imparten todas las asignaturas y en ocasiones no se identifican como profesores de matemáticas: la telesecundaria. Partiendo del supuesto de que la institución modela la práctica del profesor, se realiza un estudio longitudinal que caracteriza los efectos de instituciones de referencia como una experiencia de profesionalización y la participación en una comunidad de práctica, en la identidad y prácticas del profesor.

Palabras clave: Profesionalización, práctica del profesor, telesecundaria, Socioepstemología.

1. Introducción

Desde distintas perspectivas y en diferentes países, la formación de profesores en general, y de matemáticas en particular, ha sido objeto de estudio para profesionales de muy diversos ámbitos (investigadores, formadores de profesores, profesionales de la enseñanza), desde campos diversos y generales (psicología, pedagogía y educación) o más específicos (didáctica de las matemáticas, de las ciencias experimentales, sociales) (García, 2005).

La comunidad de Matemática Educativa ha generado espacios para socializar estas temáticas, por mencionar algunos ejemplos: en ICME (2004) se presentó la plenaria "Professional Development of Mathematics Teachers" en la que se llamó la atención a la emergencia de un amplio número de investigaciones que giran alrededor de lo que se puede denominar el campo de investigaciones sobre la formación y desarrollo de los profesores de matemáticas. En publicaciones como el 15th ICMI study "The professional education and development of teachers of mathematics" (Even y Ball, 2009) se coloca como premisa de partida del estudio que los profesores son la clave de oportunidad de aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes. En la comunidad Latinoamericana, la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa en 2010, desarrolló sus actividades con el tema de interés central de formación docente. También son muestra del desarrollo de este campo las numerosas publicaciones de artículos de investigación en revistas de carácter científico, destacando *Journal of Mathematics Teacher Education,* por su orientación específica.

A su vez, los procesos de profesionalización docente también han sido de interés debido a las demandas de la sociedad de tener profesores cada vez más críticos capaces de transformar su realidad (Nemiña, 2009). En este ámbito, generalmente, los programas de profesionalización se desarrollan bajo la concepción de comunicar conocimientos provenientes de teóricas educativas y se espera que los profesores los asimilen e integren a su práctica casi de manera inmediata y transparente, sin problematizar la aplicación de estos supuestos teóricos al aprendizaje de las matemáticas, campo específico de conocimiento.

Estudios realizados por Lezama en México (1999, 2003, 2005) muestran que existen factores tanto de carácter matemático como extramatemático que determinan la actividad del profesor, y evidencian como ésta es determinante para el logro de los alumnos. Se considera que el profesor es el polo del sistema didáctico con mayor responsabilidad, quien debe tomar el control de múltiples variables enmarcando su práctica en su propia cultura matemática (Mingüer, 2006) y en el contexto sociocultural en el que se desenvuelve. De manera que una tarea necesaria para entender la realidad escolar en el aula debe vincular el campo de acción del profesor de matemáticas con una disciplina específica, a saber, la Matemática Educativa.

Siguiendo este objetivo, la experiencia de profesionalización[1] de profesores de Secundaria a nivel nacional que realiza el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN) en convenio con la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México desde julio de 2010, brinda un espacio de socialización entre pares y promueve un modelo de reflexión de las prácticas docentes a través de la vivencia, diseño y reproducibilidad (Lezama, 2003) de situaciones de aprendizaje.

Los fundamentos de esta experiencia de profesionalización desde el punto de vista de la Socioepistemología sitúa la práctica del profesor de matemáticas conjuntamente con la categoría discurso matemático escolar (dME) (Imaz, 1987, Cantoral et al. 1990), pues se asume que el dME induce prácticas que llevan hacia la construcción de conocimiento matemático entre los estudiantes. La noción de dME, bajo este enfoque, es una categoría distinguible de la matemática escolar y de la matemática en sí misma (Cantoral, 1995), puesto que se refiere a los saberes que socialmente se asumen válidos para ser aprendidos.

Problematizar el dME, preguntarse por su origen y naturaleza, analizar porqué produce ciertas construcciones en los estudiantes y tomar decisiones de reorganizarlo en términos de situaciones de aprendizaje considerando la realidad y necesidades de los estudiantes, se consideran elementos necesarios para incorporarse en las práctica cotidianas de los profesores.

2. Problemática

Los fenómenos que se originan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, si bien deben atender diversos factores de incidencia, no deben olvidar el carácter situado del mismo, es decir, analizar las estructuras que soportan su funcionamiento en espacios socioculturales específicos, atender las demandas ideológicas y educativas locales, y proveer a los estudiantes elementos de uso funcional de conocimiento en su entorno. En este espacio de naturaleza complejo, se desarrolla la

[1] Con el término *experiencia de profesionalización* haremos referencia a la "Especialización de Alto Nivel para la Profesionalización Docente en las Matemáticas de Secundaria. Estudio de reproducibilidad de situaciones didácticas", en la que participan profesores de educación secundaria en servicio de México.

actividad humana de la labor docente, que reclama una formación integral enmarcada en un campo de acción específico, pero de sobremanera aplicable en la situación de aula.
Más allá de hablar de reformas y nuevos enfoques, esta investigación atiende la problemática de caracterizar los efectos de una experiencia de profesionalización en las prácticas docentes en beneficio de los alumnos, donde el dME sea a la par, punto de inicio y objetivo último, atendiendo las realidades y contextos propios de cada profesor.
La experiencia de profesionalización que vivieron los profesores participantes en esta investigación contempló dos fases: una presencial, en la que el énfasis es la socialización entre pares y la vivencia y el diseño de situaciones de aprendizaje[2] y otra a distancia, una vez que han regresado a sus instituciones, en la que el énfasis está en reproducir en sus aulas las situaciones de aprendizaje diseñadas para los alumnos.
Analizar los efectos que una experiencia de profesionalización con estas características pueda tener en la práctica del profesor, precisa de un estudio de la *realidad* en la que se debe poner en funcionamiento a nivel de intervención. Lo anterior implica acercarse a la realidad del profesor a través de su perspectiva, a su *identidad* como profesor, para explicar desde ahí qué y cómo decide incorporar lo vivido en la experiencia de profesionalización en su quehacer cotidiano.
Para ello, se parte del supuesto de que la institución modela la práctica del profesor. Una institución en un sentido amplio es una entidad que establece roles a los participantes, impone normas, códigos y reglas de conducta a seguir, de modo que una modalidad de la educación secundaria como la que se reporta en esta investigación -telesecundaria- se considera una institución de referencia.
En la institución de referencia, postulamos que el profesor ha constituido en gran medida su identidad como profesor de matemáticas, por lo que, si lo que se quiere caracterizar es el efecto de lo vivido en la experiencia de profesionalización para determinar cambios en sus prácticas en beneficio de sus estudiantes considerando sus realidades, se precisa analizar también cómo los elementos de la experiencia de profesionalización reconstituyen la identidad del profesor, para permitirle orientar sus decisiones y por ende sus acciones.

3. Práctica del profesor

La práctica de referencia del profesor de matemáticas como profesional, situada dentro y fuera del aula, se puede pensar como un conjunto de prácticas específicas con intencionalidad de generar aprendizaje en sus estudiantes, las cuales denominaremos *episodios de gestión*. Visto de esta forma los episodios de gestión son un subconjunto de todas las prácticas que conforman la práctica de referencia del profesor de matemáticas y se ubican en realidades diversas. Sería simplista suponer que todos los episodios de gestión se ubican en los mismos contextos, que actúan en ellos los mismos alumnos, que responden a las mismas problemáticas, que satisfacen las mismas necesidades, que atienden motivaciones universales y sobre todo, que producen el mismo efecto y generan las mismas construcciones. Aunque el contenido matemático *perse* se considere el mismo, el carácter situado de los episodios de gestión indicaría la pertinencia de considerar el uso de dicho contenido matemático.

[2]El término *situación de aprendizaje* hace referencia al uso de una matemática en uso en términos de estrategias y argumentos que no corresponden a una visión estática y secuencial de actividades hacia la apropiación de un objeto matemático. Se evidencia a través de un desequilibrio que busca la movilización de conocimientos.

En las experiencias de profesionalización docente, en general, si bien parten del supuesto de que sus participantes son heterogéneos, los tienden a homogeneizar en el discurso, es decir, en ese momento todos comparten el rol de profesores de matemáticas, situación que genera importantes intercambios académicos entre pares, ante la socialización de experiencias como profesionales y de reconocer en el otro problemáticas parecidas y tomas de decisiones compartidas. Estas situaciones de interacción no debería dejar de lado que entre la homogeneidad de los participantes se conjuga la heterogeneidad de las realidades educativas, aspecto que en nuestra opinión también debe problematizarse, y no considerar como transparente el hecho de que cada participante aplique a su contexto –asumiendo que domina el cómo- los procesos y productos finales de una experiencia de profesionalización, es decir, ¿cómo dar respuesta a necesidades y demandas específicas de las realidades de la práctica del profesor en experiencias de profesionalización?

En esta línea de problematizar la realidad y los contextos en los que va a vivir un episodio de gestión con elementos de la experiencia de profesionalización, advertimos el estudio de un grupo en particular de profesores de matemáticas de secundaria, que en ocasiones no se identifican como tal -debido a la naturaleza de sus actividades, como profesor de diversas asignaturas- el profesor de telesecundaria.

4. Población de estudio: Telesecundaria en México. Descripción y visión de su problemática.

La telesecundaria como modalidad de la educación media básica aparece en México en la década de los sesentas, en un momento en el cual la mayor preocupación era ampliar la cobertura en el sistema educativo. Desde su aparición y hasta la fecha, la telesecundaria ha experimentado una expansión de su matrícula, duplicándose una década después del ciclo que marca la obligatoriedad de la secundaria (1993-1994), teniendo a la fecha una matrícula de más de un millón de estudiantes que representa el 20% de la población en secundaria.

La telesecundaria ha venido a solucionar en gran medida, la demanda de jóvenes por estudiar este nivel educativo, utilizando los avances de la tecnología de la información y comunicación como recursos, particularmente la infraestructura televisiva y la red satelital, que permite a los jóvenes de zonas rurales y urbanas marginadas concluir su educación básica. Sin embargo, a pesar de que se presenta como un programa pionero y ejemplar (Torres y Tenti, 2000), son pocos los procesos de investigación que proporcionan evidencia empírica respecto de los logros y avances, así como los acercamientos a los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en sus aulas.

La mayor parte de los datos con los que se cuenta refieren a los efectos globales del programa de telesecundaria en el aprovechamiento de los alumnos y en comparación con las otras modalidades de secundaria, mostrando que la telesecundaria no logra igualar los resultados y las oportunidades de los alumnos de zonas rurales y marginadas, con sus pares en las otras modalidades en términos de logro de los objetivos de aprendizaje establecidos por el currículo oficial (Santos y Carvajal, 2001).

Estos resultados difícilmente reflejan la realidad educativa que enfrenta el actual modelo de telesecundaria. Por una parte el modelo tiene sus rasgos definitorios en los apoyos didácticos de que dispone –programas de televisión, libros y material impreso- y en una orientación comunitaria que contempla que se combinen estrategias de acción en la comunidad con los programas ofrecidos a los estudiantes; pero a su vez y a diferencia de otras modalidades de secundaria, los centros escolares cuentan con un profesor que

atiende todas las asignaturas, por lo que aunque éste posea un dominio en un campo disciplinario, debe cubrir las demás asignaturas que corresponden al grado escolar que atiende, pudiendo trabajar con más de un grado. Además, generalmente no se cuenta con apoyos para el trabajo administrativo, responsabilidad que también es asumida por el profesor.

Situados en este marco, se propone un estudio de carácter longitudinal para analizar las prácticas de los profesores de telesecundaria, después de que participaron en la experiencia de profesionalización antes descrita.

Se propone utilizar el constructo de identidad -que permite comprender, reconocer, explicar y dar sentido a la acción- para, en primera instancia, caracterizar cuál es la identidad del profesor de telesecundaria con respecto a las matemáticas y cómo se reconstituye como resultado de la profesionalización. Este constructo teórico derivado de la sociología, se refiere a la capacidad de un actor de reconocer los efectos de su acción como propios y, por lo tanto, de atribuírselos (Giménez, 2009). Supone una representación de sí mismo como actor social por definirse en una red de pertenencias sociales. La identidad se forma, se mantiene y se modifica en la interacción y permite comprender, dar sentido, reconocer una acción y explicarla.

A su vez, se hace necesario, para estudiar los efectos de la experiencia de profesionalización en las prácticas del profesor, generar otra institución de referencia como lo es una comunidad de práctica en el sentido de (Wenger, 1998), para dar una continuidad y seguimiento a la evolución de las prácticas docentes.

5. Objetivos

1. Caracterizar la identidad del profesor de telesecundaria con respecto a las matemáticas y cómo ésta de reidentifica por las instituciones de referencia (experiencia de profesionalización y comunidad de práctica).
2. Caracterizar los efectos de las instituciones de referencia (experiencia de profesionalización y comunidad de práctica) en episodios de gestión de aprendizaje.

6. Elementos Metodológicos

De acuerdo con Adler et al. (2005) se han generado estudios puntuales en el área de formación de profesores, apuntando la necesidad de desarrollar estudios a gran escala y de carácter longitudinal, pues si bien los estudios puntuales permiten generar hipótesis específicas, un estudio a través del tiempo permitirá verificar dichas hipótesis en otros contextos. De modo, que se retoma este sugerencia aludiendo a una metodología que permita sistematizar a través del tiempo los datos empíricos.

Para el primer objetivo se precisará de localizar algunos profesores participantes en la experiencia de profesionalización y a través de métodos como son la construcción de trayectorias de vida profesional y observación de clases, caracterizar su identidad docente y sus prácticas en episodios de gestión.

Para el segundo objetivo se generará una comunidad de práctica con soporte a distancia y/o presencial en el que se realizará un seguimiento a los profesores a través del diseño de situaciones de aprendizaje.

7. Consideraciones finales

Caracterizar la práctica del profesor desde su perspectiva atendiendo su contexto, reviste de importancia debido, a que como se ha mencionado, los episodios de gestión deben atender realidades concretas y una diversidad de estudiantes. Las condiciones de

producción de nuevas prácticas entre los profesores no emergerán de manera inmediata y transparente, deberán percibir la pertinencia de modificar o incorporar en sus escenarios de trabajo situaciones de aprendizaje que reformulen el dME, pero que a su vez, respondan a sus problemáticas específicas.

Los esfuerzos de ofrecer una experiencia de profesionalización con características de problematizar y socializar el conocimiento matemático más que de transmitirlo, intenta acortar la distancia entre comunidades de investigadores y profesores en servicio, aunque como una actividad de carácter científico precisa de un seguimiento y estudio a profundidad de los efectos que las acciones emprendidas tienen en el sistema educativo, en este sentido, esta investigación al dar seguimiento a una comunidad particular de profesores como los de telesecundaria, se orienta en esta dirección.

Debido a que la investigación está en su etapa inicial y que es un estudio longitudinal, los primeros datos y resultados se obtendrán de la primera etapa planteada en la metodología que aún está en curso, la caracterización con métodos específicos, de la identidad docente del profesor de telesecundaria.

8. Referencias bibliográficas

Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F. & Novotna, J. (2005). Reflections on an emerging field: Researching mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 359-381.

Cantoral, R., Cordero, F., Farfán, R. e Imaz, C. (1990). Calculus-análisis: Una revisión de las investigaciones recientes en educación. En R. Cantoral, F. Cordero, R. Farfán y C. Imaz (Eds.). *Memorias del Segundo Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática* (pp. 55-69). Cuernavaca, Morelos, México.

Cantoral, R. (1995). Matemática, Matemática Escolar y Matemática Educativa. En R. Farfán (Ed.), *Memorias de la Novena Reunión Centroamericana y del Caribe Sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa 1* (pp. 1-10). La Habana: Ministerio de Educación de Cuba.

Even, R., & Ball, D.L. (Eds.). (2009). *The professional Education and Development of teachers of Mathematics. The 15th ICMI Study.* New York: Springer.

García, M. (2005) La formación de profesores de matemáticas. Un campo de estudio y preocupación. *Revista Educación Matemática*, 17(2), 153-166.

Giménez, G. (2009). Identidades Sociales. México: Intersecciones.

Imaz, C. (1987). ¿Qué es la matemática educativa? En E. Bonilla, O. Figueras y F. Hitt. (Ed.). *Memorias de la Primera Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa* (pp. 267-272). Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán, Escuela de Matemáticas.

Lezama, J. (1999). *Un estudio de reproducibilidad: El caso de la función exponencial*. Tesis de Maestria no publicada. Cinvestav – IPN. México.

Lezama, J. (2003). *Un estudio de reproducibilidad de situaciones didácticas.* Tesis de doctorado, no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Lezama, J. (2005). Una mirada socio epistemológica al fenómeno de la reproducibilidad. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 8(3), 339-362.

Mingüer Allec, L. M. (2006). *Entorno sociocultural y cultura matemática en profesores del nivel superior de educación. Estudio de caso en el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Una aproximación socioepistemológica.* Tesis de doctorado no publicada, CICATA. IPN, México.

Nemiña, R. (2009). Desarrollo profesional y profesionalización docente. Perspectivas y problemas. *Profesorado.Revista de currículum y formación del profesorado*, 13(2), 1-13.

Santos, A. y Carvajal, E. (2001). Operación de la Telesecundaria en zonas rurales marginadas de México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31(2), 69-96.

Torres, R. y Tenti, E. (2000). Políticas educativas y equidad en México. La experiencia de la educación comunitaria, la Telesecundaria y los programas compensatorios, en CONAFE. *Equidad y calidad en la educación básica. La experiencia del CONAFE y la Telesecundaria en México,* México, CONAFE, 175-272.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

LA CONSTRUCCIÓN, UN MEDIO PARA PRODUCIR Y VALIDAR PROPIEDAES GEOMETRICAS

Lidia Ibarra; Blanca Formeliano; Florencia Alurralde; Graciela Méndez
ibarralidia@yahoo.com.ar

Resumen
En algunas instituciones escolares de Salta Capital la enseñanza de la geometría, específicamente las construcciones geométricas son desplazadas debido a que entre se priorizan otros contenidos.
Para revertir esta situación nuestro grupo de investigación junto con la cátedra Práctica Docente del profesorado de matemática, ha elaborado una propuesta de enseñanza que fue desarrollada en dos divisiones de séptimo grado de una escuela periférica de la zona norte de la ciudad de Salta.
Las situaciones didácticas planteadas permitieron generar una familia de problemas modificando las variables didácticas, lo cual exigía a los estudiantes la utilización de distintos conceptos geométricos y distintos procedimientos. En la clase práctica se pudieron generar condiciones bajo las cuales fue posible gestionar la enseñanza de la geometría, y al mismo tiempo lograr que la producción de los escolares se aproxime a la organización matemática de referencia.
A partir del análisis de las producciones de los alumnos pudimos validar la función que cumplen las variables didácticas en las construcciones geométricas y el sentido del contrato didáctico, identificando algunos de los factores que facilitan o dificultan la enseñanza de este contenido.

Palabras clave: construcciones geométricas, variables didácticas, tareas, técnicas contrato didáctico.

1. Introducción

En una primera etapa hemos elaborado la estructura de la organización matemática de referencia (OMR) alrededor de los problemas de construcción de triángulos, identificando las tareas, técnicas, tecnologías y teoría, para el 6° año de la escuela primaria y 7° año de la escuela secundaria. Para dar continuidad y profundización al tema, construcción de triángulos, trabajamos en la organización matemática a enseñar y la organización matemática enseñada
Proseguimos con el estudio de una secuencia didáctica implementada en una institución a efectos de analizar la producción de los estudiantes en el marco de la teoría antropológica de lo didáctico. Caracteriza la propuesta la identificación de las variables didácticas, lo que nos permitió secuenciar la misma y orientar el análisis acerca de la posibilidad o no de las construcciones propuestas.
Teniendo en cuenta algunos conceptos tales como contrato didáctico y variable didáctica en el marco de la Teoría de Situaciones (Brousseau, 1983) y en el marco de la Teoría Antropológica de lo didáctico (Chevallard,Bosch y Gascón,1997,p. 51) elaboramos una secuencia con la finalidad de que al realizarlas los alumnos se aproximen al trabajo matemático de la Organización Matemática de Referencia.

2. Marco Teórico

Los aspectos institucionales que inciden en la propuesta áulica son, entre otros los Diseños Curriculares, libros de textos, trabajos prácticos y apuntes teóricos producidos por los docentes o por el departamento de matemática. De todas estas obras surgen indicadores a tener en cuenta en la elaboración de **la organización matemática a enseñar.**

En los documentos curriculares consultados (Contenidos Básicos Comunes, Diseños Curriculares Provinciales y Núcleos de Aprendizaje Prioritarios) para el tema construcción de triángulos sólo se explicitan los contenidos conceptuales y procedimentales en forma genérica sin especificar la profundidad de su tratamiento en cada año. Esta omisión lleva a que los proyectos áulicos sean deficientes en el planteo de secuencias para enseñar el tema.

Otro indicador importante es la unificación de los contenidos de Geometría y Medida en un solo eje, lo que da lugar a centrar las actividades en la Medida y desplazar las actividades geométricas.

En libros de 6º y 7º año en tanto, algunos contenidos geométricos aparecen en un mismo nivel, por ejemplo, la clasificación de triángulos sin la debida profundización en el estudio de las propiedades.

En cuanto a la construcción de triángulos la misma se enseña en 7° año sin tener en cuenta la propiedad triangular, siendo éste un tema de 6º año, que debería funcionar como saber enseñado.

Las tareas propuestas sobre construcción de triángulos no tienen en cuenta la función de las variables didácticas, lo cual permitiría generar situaciones de análisis a cerca de la posibilidad de la construcción de un triángulo. Por ejemplo el hecho de variar los lados y ángulos produce nuevos procedimientos que permiten la profundización y complejizarían las tareas a realizar.

En muchos casos, cuando se enseña geometría el docente elige las actividades geométricas en función del libro de texto disponible en la institución, lo cual hemos constatado a través del análisis de Proyectos institucionales y áulicos.

Respecto a las carpetas de los alumnos se observa el mismo fenómeno descripto para los libros de textos y en algunos casos además las actividades geométricas son reemplazadas por las actividades algebraicas.

El trabajo en el aula

Transcribimos a continuación como aparece el tema objeto de conocimiento del presente trabajo en la Planificación Áulica, es decir analizamos la Organización matemática Enseñada.

Tema: Transporte de segmentos y Angulo. Construcción de triángulos.

Los objetivos seleccionados para la implementación de la experiencia, previstos también en el Proyecto Áulico de la Institución donde se realizó la experiencia son:

- *Transportar ángulos y segmentos utilizando regla no graduada y compás.*
- *Construir triángulos utilizando regla no graduada y compás a partir de diferentes informaciones.*
- *Reconocer propiedades del triángulo*
- *Justificar los procedimientos utilizados.*

Teniendo en cuenta la planificación del docente, se elaboró una propuesta que valorizando el uso de variables didácticas y una vez en el aula se establecieron acuerdos de trabajo, condiciones y obligaciones recíprocas entre alumnos y docentes.

Para transponer el estudio de las tareas, técnicas, tecnología y teoría al ámbito del aula, fue necesario que el docente reorganizara la propuesta. El estudio y selección de los problemas incluidos fue un trabajo colectivo, entre los integrantes del Proyecto de Investigación Nº 1795, los docentes y alumnos de la cátedra Práctica Docente, que tuvo como base la organización matemática de referencia elaborada en trabajos anteriores.
El trabajo de elaboración de la propuesta didáctica consistió entonces en buscar las tareas (T_i), los procedimientos o maneras de hacer estas tareas llamadas técnicas (τ_i), donde cada procedimiento se justifica con una tecnología (Θ_1) y a su vez esta con una teoría.
Por otro lado, la ventaja de pensar en la actividad matemática como una actividad de modelización recae en poder demostrar que a través de una tarea, por ejemplo:

T_3: *Construir un triángulo dados un lado y dos ángulos*

aparecen nuevas condiciones que no están explicitadas, dando lugar a nuevas tareas, a nuevos elementos tecnológicos y teóricos. Por otro lado la importancia del dibujo con sus diferentes representaciones, complementa el estudio de la tarea de modelización.

Los períodos de observación y de trabajo en el aula fueron de sesenta horas cátedras con 40 alumnos de las dos divisiones de 7º año.
Durante la experiencia se desarrollaron cinco fichas, la propuesta didáctica consistía en la presentación de actividades secuenciadas con el objetivo de explorar cuestiones alrededor del transporte de ángulos y de segmentos para la construcción de triángulos.
A modo de ejemplo desarrollaremos sólo la Ficha Nº 2, comentando que la actividad de reproducción propuesta en la Ficha Nº 1 tuvo como objetivo iniciar con el trabajo argumentativo sobre la utilización de las diferentes técnicas de transporte de ángulos y de segmentos.
Para que los estudiantes logren realizar las construcciones con regla no graduada (o tira de bordes paralelos) y compás es necesario que posean conocimientos como intersección de circunferencia y recta; transporte de segmentos; transporte de ángulos; distancia entre dos puntos y elementos del triángulo.
Para la propuesta en el aula, en el caso de la construcción del triángulo dado *un lado y dos ángulos*, es necesario tener en cuenta la propiedad de la suma de los ángulos interiores de un triángulo.
Para el transporte de segmentos y ángulos los mismos se justifican por los Axiomas de Congruencia:

- Transporte de segmentos
- Transporte de ángulos
- Transporte global con papel transparente

  Y las operaciones geométricas elementales que se realizan con el uso del compás
- Trazar una circunferencia de centro y radio dados,
- Intersección de dos circunferencias, intersección de una recta y una circunferencia,

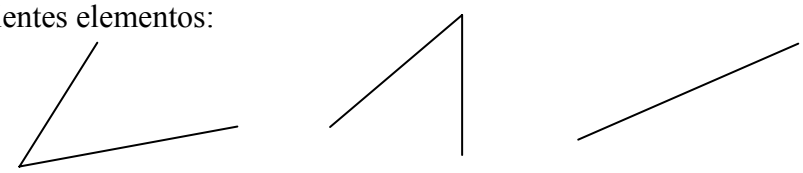
Análisis a priori versus producción de los alumnos al realizar la Ficha Nº 2.
Se elige la Ficha Nº 2 como ejemplo por que genera la diversificación de las variables didácticas sirve para generar sub-tareas de las cuales se desprenden otras fichas.

Ficha Nº 2: **T_3**: *Construir un triángulo dado un lado y dos ángulos*.

Cuando se trabaja sólo con un segmento y dos ángulos las variables didácticas permiten pensar subtareas para que el alumno resuelva la situación con los

conocimientos previos que posee, al variar los datos, los estudiantes recurren a nuevos procedimientos para afrontar la construcción del triángulo.
En el análisis a priori surgen las siguientes sub-tareas:
T_{31}: Construir un triángulo dado un lado y dos ángulos (uno recto y el otro agudo)
T_{32}: Construir un triángulo dado un lado y dos ángulos agudos iguales.
T_{33}: Construir un triángulo dado un lado y dos ángulos agudos distintos.
T_{34}: Construir un triángulo dado un lado y un ángulo agudo y otro obtuso.
Las subtareas mencionadas son trabajadas en las Fichas 3,4 y 5, en la última se presenta una tarea que no tiene solución, ya que la suma de los dos ángulos dados supera un ángulo llano.
Para descubrir la condición de la suma de los ángulos interiores igual a dos rectos, los estudiantes transportan ángulos dados, sobre un ángulo llano y observan si lo superan. Entonces concluyen que no podrán efectuar dicha construcción. En cambio si la suma no supera al ángulo llano, se podrá realizar la construcción. Cuando la suma es igual a un ángulo llano concluyen que tampoco se podrá realizar la construcción.

Ficha Nº 2: Construir utilizando regla y compás un triángulo con los siguientes elementos:



Escribir el procedimiento que utilizaste para la construcción

En la ficha no se asigna nombre a los ángulos ni segmentos para facilitar las diferentes representaciones que puedan utilizar (o no) los estudiantes. En el momento de institucionalización el docente hará referencia a la conveniencia o no del uso de letras para nombrarlos.
Los alumnos se aproximan a la propuesta según nuestro análisis a priori.

Análisis a priori de la Ficha Nº 2	Propuesta de los alumnos de la Ficha Nº 2
Procedimiento: con tira de bordes paralelos o regla no graduada y compás. Se transporta el lado *qr* sobre una recta *t*. Sobre el lado *qr* se transporta el ángulo *rqs* (se puede marcar el ángulo para arriba o para abajo del segmento).Sobre el lado *qr* se transporta el ángulo *srq* (se puede marcar el ángulo para arriba o para abajo del segmento). Luego el punto donde se cortan las semirrectas de ambos ángulos (que no se encuentran sobre la recta *t* que contiene al segmento *qr*) será el punto *s*.	**Procedimiento Alumno 1:** Transporta el lado dado sobre una recta. Traza una circunferencia de centro uno de los extremos del segmento ya transportados y radio el segmento dado. Traza otra circunferencia de centro el otro extremo del segmento ya transportados y radio el segmento dado. La intersección dará el vértice del triángulo buscado. **Procedimiento Alumno 2:** Transporto el lado xy con la regla sobre la recta s. Sobre el lado xy transporto el ángulo yxz con el compás, pinchando en x. Luego sobre el lado xy transporto el ángulo xyz. El punto donde se cortan las semirrectas de ambos ángulos (que no se encuentra la recta s) es el tercer vértice.

	La comprobación que el ángulo obtenido es el mismo que el de la ficha lo realizo usando papel de calcar. **Procedimiento 3:** Transporto el lado y los ángulos con la regla y el papel de calcar.

Se observa que por medio de las tres técnicas utilizadas, los estudiantes llegan a construir el triángulo pedido, sin embargo en el caso 3 no utiliza compás y se limita a la técnica de calcar, lo que impide que surjan las posibles variaciones de las variables.
Los Procedimientos 1 y 2 se asemejan al Procedimiento planteado a priori. El segundo hace uso de las letras para nombrar segmento y ángulos, lo que facilita el poder explicar su técnica y además verifica su trabajo utilizando el papel de calcar.
En ningún caso se transportó el ángulo hacia abajo, lo que podría haber generado otro procedimiento.

Conclusiones

El trabajo en el aula demuestra la complejidad de cada uno de los temas lo que lleva a estudiar un campo de problemas con características semejantes y a la vez diferentes en cada una de las cuestiones y mediante el análisis de las posibles construcciones.
Las situaciones planteadas en la sala de clase permitieron generar una familia de problemas dado que al modificar las variables didácticas, los estudiantes generaban otros conceptos geométricos, tales como arco y distancia, otros procedimientos de validación de la construcción a través de la utilización del papel de calcar, formulando en forma satisfactoria que dados dos ángulos rectos o dos obtusos no es posible la construcción de un triángulo.
A través de la puesta en práctica se pudo determinar que bajo ciertas condiciones, como la secuencia presentada y el compromiso de los estudiantes, es posible gestionar la enseñanza de la geometría e identificar cómo la producción de los escolares se aproxima a la organización matemática de referencia.
En relación a la variación de los datos es viable organizar otras situaciones por ejemplo, al dar como datos un lado y dos ángulos surgen las posibles combinaciones de estos: uno recto y otro agudo, dos ángulos agudos iguales, dos ángulos agudos distintos, un ángulo agudo y otro obtuso.
Los estudiantes han realizado y formulado en forma satisfactoria la conclusión de que dados dos ángulos rectos o dos obtusos no es posible la construcción, emergiendo la propiedad "La suma de dos ángulos interiores de un triángulo no puede superar un llano"
Este hecho de situaciones nos llevan a legalizar la función que cumplen las variables didácticas en las actividades de construcción de triángulos y el sentido de los acuerdos para explicar los procedimientos, validar los mismos y respetar el momento de la institucionalización del conocimientos.
En cuanto a las condiciones que dificultaron la tarea de enseñanza fueron entre otras, la no experiencia del docente y de los alumnos en el desarrollo de un momento de socialización del conocimiento. Además falencias de orden epistemológico, es decir, pocos conocimientos de geometría seleccionados para ser enseñados en los proyectos áulicos en los años anteriores y saberes previos endebles.

Referencias

Alía, D. (2004). *Geometría Plana y Espacial*. Salta, Argentina: Ed. UNSa.

Broussseau, G. (1980). Pròblemes de I'enseignement des dècimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques 1* (1), 11-59.

Beppo Levi (1947) *"Leyendo a Euclides"*. Editorial El Zorzal.

Bosch, M, Fonseca, C. y Gascón J. (2003) *Incompletitud de las Organizaciones Matemáticas Locales en las Instituciones Escolares.* Nº 40 /2003. Prepublicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Coxeter, J. (1993) *Fundamentos de la Geometría*. Ed. Trillas.

Chevallard, Y., M. Bosch y J. Gascón (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*. ICE.-Horsori, Barcelona.

Ferrari, C. (1996). *Construcciones con regla y compás*. Revista de Educación Matemática. Volumen 11. Nº 3. Córdoba, Argentina.

Gascón, J. (2001). *Evolución de la controversia entre geometría sintética y geometría analítica. Un punto de vista didáctico-matemático*. Disertaciones del Seminario de Matemáticas Fundamentales. Universidad Nacional de educación a Distancia. España.

Ibarra y otros (2006) *Fragmentación y desarticulación entre ciclos y niveles en la Educación General Básica y el tercer ciclo de la EGB de la ciudad de Salta, capital*. (Hipótesis emergente de los proyectos de investigación del CIUNSa Nº 898 y 1171), Salta, Argentina

Itzcovich, H (2005). *Iniciación al estudio didáctico de la Geometría*. Cap. De las construcciones a las demostraciones. Ed. Zorzal.

LA ENSEÑANZA POR REI EN LA ESCUELA SECUNDARIA: DESAFÍOS, INCERTIDUMBRES Y PEQUEÑOS LOGROS AL CABO DE SEIS IMPLEMENTACIONES.

María Rita Otero[1,2], *Viviana Carolina Llanos*[1,2]
[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT), UNCPBA.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
rotero@exa.unicen.edu.ar , vcllanos@exa.unicen.edu.ar

Resumen
Este trabajo presenta resultados de una enseñanza por REI, y lo hace en el ámbito de la escuela secundaria argentina, con estudiantes de 4to y 5to Año de la Secundaria. Se presentan algunos protocolos de los estudiantes y se discuten algunos alcances y limitaciones de este dispositivo.

Palabras clave: Recorrido de Estudio y de Investigación (REI), Funciones Polinómicas de segundo grado, Funciones Polinómicas, Funciones Racionales, Escuela Secundaria.

1. Introducción

Un problema clásico en la Enseñanza de la Matemática actual, se refiere a la *pérdida de sentido* de la matemática escolar. Chevallard (2004) considera que la *epistemología escolar* predominante elimina las "razones de ser" de las Organizaciones Matemáticas (OM) que se proponen estudiar en la escuela. Este fenómeno está estrechamente relacionado con otro, denominado *monumentalización del saber* (Chevallard, 2004, 2007), caracterizado por presentar a las OM como obras terminadas, como objetos ya creados, valiosos *per se*, reduciendo así la enseñanza y el aprendizaje de la matemática a la *"visita de obras cristalizadas y en cierto sentido, muertas"* (Chevallard 2004).
Los Recorridos de Estudio y de Investigación" (REI) son dispositivos didácticos que permiten enfrentar el proceso de monumentalización (Chevallard, 2004). Propuestos por la TAD, se generan a partir del estudio de respuestas a cuestiones que para ser respondidas, requieren la construcción de toda una secuencia de praxeologías completas y articuladas (Serrano, Bosch, Gascón, 2007). Este trabajo presenta resultados de una enseñanza por REI, y lo hace en el ámbito de la escuela secundaria argentina, en clases de matemática habituales, es decir sin crear dispositivos "artificiales" y en cierta medida ajenos a la realidad institucional en la que nos desempeñamos. Aquí se presenta una visión global de nuestra investigación, que desarrolla Recorridos de Estudio e Investigación en torno a la cuestión generatriz ¿Cómo operar con curvas cualesquiera, si solo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes? La respuesta a dicha cuestión origina recorridos que permiten recubrir bastantes aspectos de los programas de 4to y 5to año de la escuela secundaria argentina.

2. Marco teórico

La TAD coloca en el corazón de los procesos de estudio a las cuestiones Q y a la elaboración de respuestas R. El proceso de estudio $P= (Q_i;R_i)_{1\leq i\leq n}$, siendo Q_i todas las cuestiones que habitan en el corazón (♥) del proceso de estudio y R_i las respuestas a estas cuestiones (Chevallard, 2007). La construcción de las respuestas a Q requiere comprometerse en un Recorrido de Estudio e Investigación (REI) motivado por esta investigación misma y en la organización de un medio $(S(X;Y;Q) \rightharpoonup M) \hookrightarrow R^{\heartsuit}$. En la

TAD, el medio *no se supone dado al principio* $S(X,Y;Q;M) \to R$, sino que es el sistema didáctico $S(X,Y;Q)$ el que produce y organiza el medio M con el cuál, dialécticamente, engendra R (Chevallard, 2004). La *pedagogía* de REI requiere de un *paradigma escolar del cuestionamiento del mundo*, del cual usualmente carecemos, además de una organización didáctica escolar apropiada, de la que no disponemos. Sin embargo, al menos en materia de investigación, es posible intentar hacer vivir en la escuela toda vez que sea posible, la pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo.

Los REI generalizan y profundizan una noción anterior denominada *Actividades de Estudio e Investigación* (AEI) (Chevallard, 2004). Las AEI no resuelven el problema de la *monumentalización*, aunque son una alternativa incompleta y limitada, son viables en nuestra escuela secundaria y permiten comenzar a enfrentar el problema de la monumentalización e instalar algunos elementos de la pedagogía de cuestionamiento del mundo. Los REI demandan en mayor grado que las AEI, una modificación profunda de la *mesogénesis* -en un REI, el medio es en principio "abierto" y su constitución no está limitada *a priori*-; de la *topogénesis* -la organización del medio, no es responsabilidad del profesor ni de un único profesor-; y de la *cronogénesis* -el tiempo de estudio y de investigación aumenta en proporción a los encuentros con las OM producidos por la clase-.

Las AEI en cambio, presentan limitaciones en el nivel de la *topogénesis*, puesto que las cuestiones son regularmente formuladas por el profesor, mientras en los REI los alumnos tendrían un papel destacado en la propuesta de las cuestiones a estudiar. En el nivel de la *mesogénesis*, en las AEI el alumno *encuentra el medio*, que es en mayor medida controlado y alimentado por el profesor -él formula las cuestiones- y por las retroacciones de los alumnos. En los REI el medio se conforma a través de la dialéctica medio-media, con la intervención de elementos externos. Finalmente, las AEI permiten un control del tiempo didáctico compatible con las características de un curso habitual de la escolaridad, mientras en el REI, la *cronogénesis* es funcional a la evolución de los recorridos y a la incidencia de la *dialéctica de entrar y salir del tema* y a la *dialéctica de las cajas negras y las cajas claras* características del proceso de gestión de un REI (Chevallard, 2007).

Suele decirse que las AEI son dispositivos que producen un *encuentro arreglado* con una cierta Organización Matemática Local (OML) a partir del estudio de una situación o de un conjunto de ellas, a las que la OML da una respuesta funcional. El encuentro es arreglado, en mayor medida para el profesor que para los estudiantes-.Sin embargo, las AEI exigen un cuestionamiento fuerte al contrato didáctico tradicional de la secundaria y son, a nuestro juicio, una opción gradualista y viable, aunque incompleta, para comenzar a introducir en la escuela la pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo. Aún sabiendo que por este camino no podremos construir sino Organizaciones matemáticas Locales, esto es de suyo una ganancia importante con relación a la situación imperante en la escuela secundaria y un paso adelante en la recuperación del sentido. Finalmente destacamos que

" ...es importante que el estudio a lo largo del curso de Q (la cuestión del REI) tenga una fuerte potencia generadora, que pueda especificarse a través de un gran número de cuestiones "secundarias", siendo objeto de AEI particulares…"(Chevallard, 2007:45).

3. Metodología

Nuestra investigación es de corte cualitativo, etnográfico y exploratorio. Se busca describir y justificar el REI implementado y examinar cómo funciona este dispositivo en un aula concreta de secundario al mismo tiempo que se desplaza la enseñanza tradicional, puesto que hay pocas investigaciones donde los REI se implementan sin la creación de cursos alternativos a los habituales. Las implementaciones fueron realizadas por los investigadores en dos cursos seleccionados intencionalmente en el mismo Establecimiento Educativo. Los alumnos (N=59) son estudiantes de 4to Año de la Secundaria al inicio del REI que continúan con el mismo en su 5to año. Ambos grupos de estudiantes participaron de la implementación del REI originado en la cuestión generatriz: ¿Cómo operar con curvas cualesquiera si solo se dispone de la representación gráfica de las mismas y de la unidad en los ejes? Este REI, comenzó en 4to año de la Secundaria con una AEI relativa a las funciones polinómicas de grado dos, y continuó en 5to Año cubriendo las funciones polinómicas y las funciones racionales. Durante las implementaciones se obtuvieron los protocolos escritos de los estudiantes en todas las clases, se tomaron registros de audio de la clase y también se registraron notas de campo.

4. Presentación de Resultados

Se parte de la cuestión generatriz Q_0 **¿Cómo operar con curvas cualesquiera si solo se dispone de la representación gráfica de las mismas y de la unidad en los ejes?** Las posibles respuestas involucran la tecnología del cálculo geométrico y originaron diferentes AEI, como parte del REI. Si se trata de la multiplicación de dos rectas, se genera una AEI_1 que permite reconstruir la Organización Matemática Local (OML_{FPD}) relativa a la función polinómica de segundo grado (Llanos, Otero, 2010). Si se trata de varias rectas o combinaciones entre parábolas y rectas o entre parábolas, etc., se construye una AEI_2 que permite reconstruir la OML_{FP} de las funciones polinómicas en el cuerpo de los reales (Llanos, Otero, Bilbao, 2011). Por último, si se trata de la división de funciones polinómicas (rectas, o de rectas y parábolas, o parábolas y rectas, o entre parábolas, etc.), se construye una AEI_3, que permitiría construir la OML_{FQ} de las funciones racionales.

La cuestión generatriz, se inspira en un problema propuesto en la investigación de Régine Douady (1986, 1999, 2010, 2011) para el estudio de los signos de las funciones polinómicas, que propone analizar los signos del producto de dos funciones lineales $f(x)=ax+b,\ a\neq 0$, cuando solo se conocen las representaciones gráficas de las rectas. El análisis de los signos es una información más, entre las características que se requieren para la obtención de la curva razonable en las AEI que conforman el REI.

EL REI

Se comienza en el marco geométrico, partiendo del cálculo geométrico del producto o división de funciones, así, en las AEI desarrolladas las primeras situaciones son variantes problema de cómo obtener una curva *razonable* que resulta de operar geométricamente con otras curvas. Las cuestiones desde la que parte cada AEI son: ¿Cuál podría ser la gráfica más razonable que resulta de la multiplicación o división de otras curvas? ¿Cuáles son los puntos seguros y los signos de la curva? ¿Qué características de la gráfica se podrían justificar? Los resultados relativos a esas situaciones, permiten interpretar la generalidad de las técnicas que permiten realizar la multiplicación geométrica de diferentes curvas.

AEI_1: nociones relativas a las Funciones Polinómicas de segundo grado. La AEI_1 parte del cálculo geométrico del producto de rectas. Las tres primeras situaciones permiten construir una gráfica razonable para la curva *h* que resulta de multiplicar dos rectas, y las variantes entre estas situaciones se dan en las diferentes rectas. En todos los casos $h = f \cdot g$ y en estas situaciones *se* obtiene la curva *razonable* para las funciones polinómicas de grado dos. La curva de *h* resulta de la identificación de lo que los estudiantes denominan *puntos seguros*: ceros, unos, en algunos casos también el menos uno o múltiplos de la unidad y los signos de *h* (C^+ y C^-). En esta AEI se destaca el proceso según el cual se prueba la simetría de la curva. Se desarrolla así, una técnica que permite aumentar la cantidad de puntos seguros construyendo triángulos semejantes apropiadamente seleccionados, utilizando como información la unidad. Esta técnica está basada en la tecnología del Teorema de Thales y la proporcionalidad de segmentos.

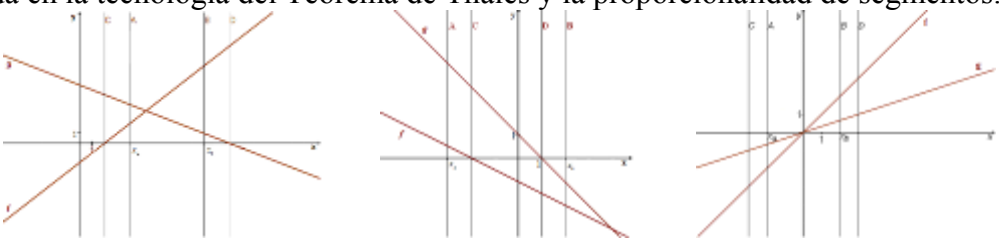


Figura 1: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 a 3, de la AEI_1

Los datos permiten interpretar que los estudiantes inicialmente se basan en los *puntos seguros* (ceros y unos) y también en el análisis de los signos. Tomando puntos a igual distancia de los ceros se justifica por el Teorema de Thales que la ordenada de *h* en esos puntos es igual, es decir se demuestra que *h* es una curva simétrica. El protocolo A20, muestra que en la primera situación los estudiantes no obtienen el punto donde *h* interseca al eje de simetría, mientras que si lo consiguen a partir de la construcción de triángulos semejantes en la situación que sigue. En esta última obtienen una gráfica para *h* más precisa, porque con la misma técnica pueden obtener cualquier otro punto seguro para una mejor aproximación de la curva de *h*, aunque en principio sólo la emplean para conocer el punto donde *h* interseca al eje de simetría.

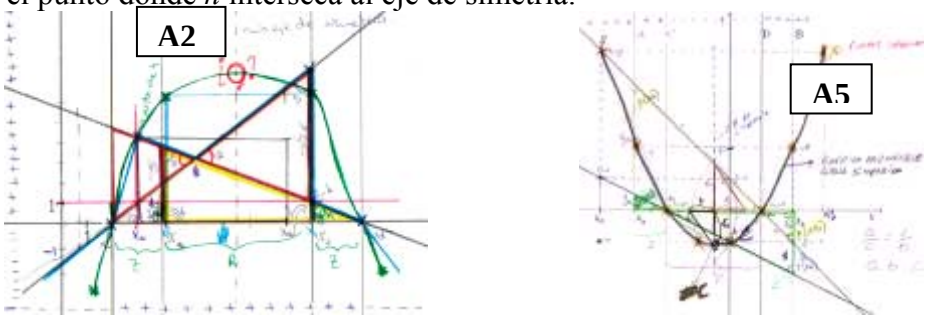


Figura 2: Resolución de los alumnos A20 *y* A5 *respectivamente.*

La AEI_1 permite construir geométricamente la parábola, justificar la simetría de esta curva y la ubicación del mínimo o máximo en el punto medio del segmento que une los ceros. También se pueden analizar en el marco geométrico los casos de raíces de orden par e impar. En las situaciones siguientes se pasa al marco algebraico-grafico para obtener la expresión algebraica de la función partiendo de una expresión factorizada. Se pueden reinterpretar los ceros, sus propiedades, la multiplicidad de las raíces, el máximo o mínimo y los signos de las funciones polinómicas de segundo grado. En el marco algebraico se considera el caso de las raíces imaginarias reingresando en el marco

geométrico, cuando se analiza cómo la traslación de vector $\vec{v}$ de una cierta gráfica puede generar otras. Este método es generalizable a otras funciones polinómicas de grado mayor a dos. La AEI_1 está conformada por 10 situaciones, una actividad de síntesis, tres instancias de familiarización correspondientes a las tareas, 2 síntesis parciales, una síntesis al final de la AEI y dos evaluaciones escolares. Si bien esta es una manera muy diferente de introducir las funciones polinómicas de segundo grado en la escuela, la generatividad de la cuestión inicial, planteada en el dominio geométrico, da sentido no solo a la expresión algebraica de la función polinomica de segundo grado, sino también a la posterior construcción de las curvas de todas las funciones polinómicas.

AEI_2: nociones relativas a las Funciones Polinómicas. En esta AEI las tres primeras situaciones son variantes del mismo problema: en la situación 1, la gráfica para *p* resulta de la multiplicación geométrica de tres rectas ($p = f \cdot g \cdot j$), mientras que en las situaciones 2 y 3 de la multiplicación entre una parábola y una recta, siendo $p = f \cdot h$; diferenciadas estas por la cantidad de ceros que tiene la parábola que se multiplica, y buscando en todos los casos una curva *razonable* para las funciones polinómicas de grado tres, como se muestra en la Figura 3. Frente a este problema, los estudiantes continúan con el estudio inicialmente basado en los *puntos seguros:* ceros, unos, menos unos y analizan previamente el signo que puede tener el producto -empleando los ceros- siendo esta acción muy útil para ellos cuando intentan obtener la curva para *p*. Es sorprendente cómo antes de proponer la gráfica razonable para *p* recuperan (del año anterior) la técnica del cálculo geométrico para obtener cualquier otro punto de la curva que están buscando.

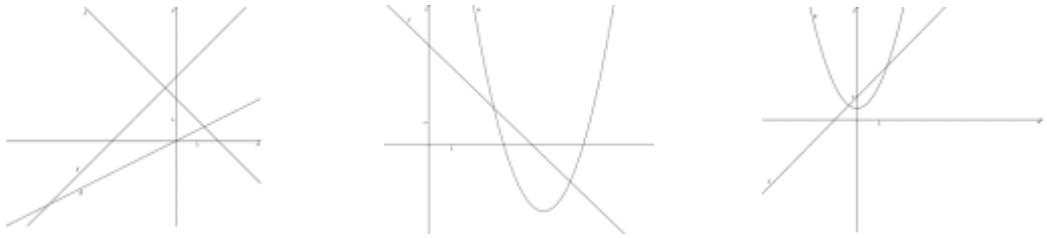


Figura 3: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 a 3 correspondientes a la AEI_2

El estudiante A50 multiplicó geométricamente dos de las rectas para encontrar el punto exacto del vértice de la parábola sobre el eje de simetría, al que ubicó en la mitad de los ceros de cada recta y trazó con seguridad una parábola. Luego, no pudo adaptar la técnica para encontrar puntos multiplicando geométricamente esta, con la recta restante, aunque con los demás puntos seguros pudo obtener una curva razonable para *p*. Sin embargo, cuando se resolvió la situación 2, un grupo importante de estudiantes evidenciaron un manejo más experimentado de la técnica, aunque aún tuvieron algunos problemas que sortearon con las informaciones de los signos y los puntos llamados *seguros*, y procedieron como se aprecia en el protocolo de A 56, dónde el cálculo geométrico se aplica correctamente y se escriben las proporciones que muestran que se están obteniendo puntos de la curva resultante. El protocolo de A 35 permite apreciar que ya en la situación tres, al no existir sino un cero, los estudiantes necesariamente debieron recurrir al cálculo geométrico para obtener "buenos" puntos, además de usar sus recursos a los signos y a la unidad. El resultado final es una ganancia importante para los estudiantes, pues encuentran la razón de ser de la expresión polinomica, a partir de la expresión factorizada. La AEI_2 permite a partir de las tres primeras situaciones construir geométricamente las curvas que resultan de la multiplicación de otras del

mismo tipo, de grado menor. En las situaciones que siguen, se pasa al marco algebraico-funcional y se "ingresa" en las expresiones algebraicas de dichas funciones siempre en principio como multiplicación de funciones y luego se obtiene la forma general de la función polinomica.

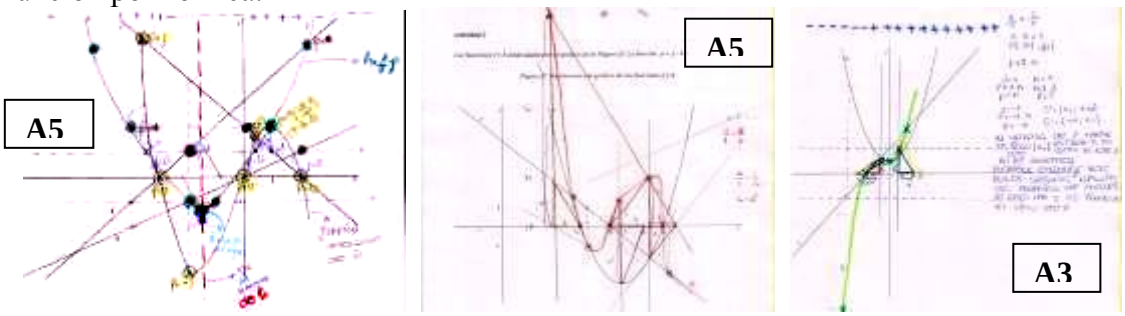


Figura 4: Resolución de los alumnos A50*,* A56 *y* A35 *respectivamente*

También se propone construir, explicar y justificar una técnica para realizar las operaciones con polinomios, no sólo de forma algebraica sino también gráfica. Toda la AEI está conformada por un conjunto de 8 situaciones, seguidas estas por la síntesis y los ejercicios y problemas que permiten mejorar la técnica construida, y por último, la evaluación escolar. Comenzar por la construcción geométrica de la curva que resulta de multiplicar otras del tipo de grado menor, ha permitido dar sentido a la factorización de polinomios, al significado de los ceros de los polinomios y a la utilidad de la forma factorizada que se busca con técnicas algebraicas. Estos aspectos se retoman también en la AEI_3, tanto para la obtención de la curva que resulta de la división geométrica de polinomios como para la obtención de las expresiones algebraicas de las funciones racionales, y la posterior simplificación de las mismas.

AEI_3: nociones relativas a las Funciones Racionales. La AEI_3 también comienza en el marco geométrico y el énfasis de las dos primeras situaciones está puesto en la obtención de una curva razonable para q, donde $q = \frac{p}{r}$ y p y r son polinomios con $r \neq 0$. A diferencia de las anteriores, la AEI_3 parte del cociente de funciones polinómicas. Las dos primeras situaciones surgen de un mismo problema: en la situación 1 la gráfica de q resulta de la división de dos rectas mientras que en la situación 2 la gráfica de q resulta de la división de una recta por una parábola. En ambos casos se busca la gráfica más razonable de la función racional q.

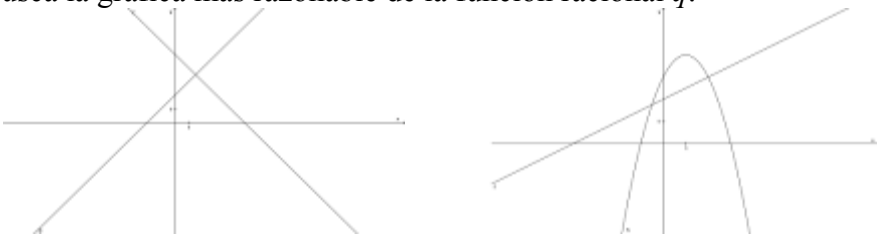


Figura 5: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 y 2, correspondientes a la AEI_3

Para obtener la gráfica razonable para q los estudiantes continúan con el estudio basado en un principio en los *puntos seguros:* los ceros (de la función numerador), los unos, los menos unos, y los signos de q; y también se requiere de la búsqueda de nuevos puntos a través de la construcción geométrica de triángulos semejantes utilizando como único dato la unidad en los ejes. Se generaron algunas confusiones en los puntos donde la función del denominador es cero y para conocer el comportamiento de la función alrededor de esos puntos en la mayoría de los casos se realizó la construcción geométrica. La identificación de los puntos donde la función divisor se hace cero es

fundamental para la construcción de la gráfica, debido a que en dicho punto q no está definida. Los protocolos A20 y A09 correspondientes a las situaciones 1 y 2 permiten interpretar las características para la obtención de la representación gráfica antes mencionada. En estas situaciones se puso énfasis en la identificación de los puntos donde la función q no está definida y en la construcción geométrica para aumentar la cantidad de puntos seguros, sobre todo en los puntos próximos a las asíntotas de q.

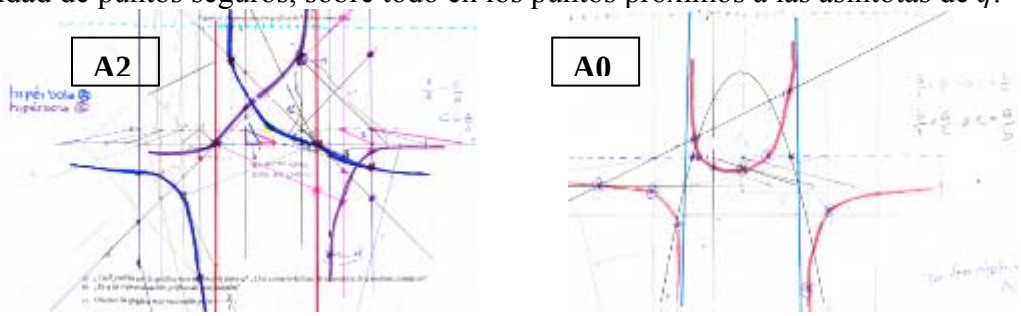


Figura 4: Resolución de los alumnos A20 *y* A09 *respectivamente*

La AEI_3 también parte del problema de obtener una gráfica razonable para las funciones racionales. En estas situaciones se introduce el problema de las asíntotas y los ceros. En las situaciones que continúan se pasa al dominio algebraico-funcional, y se "ingresa" en las expresiones algebraicas de dichas funciones. Se retoma el análisis de los ceros de las funciones racionales y también el análisis de las asíntotas y los puntos de discontinuidad. También se propone construir, explicar y justificar una técnica para realizar las operaciones con funciones racionales, no sólo de forma algebraica sino también gráfica. Toda la AEI está conformada por un conjunto de 7 situaciones, tres instancias de familiarización correspondientes a las tareas, seguidas estas por la síntesis y la evaluación escolar.

5. Reflexiones finales

Una primera reflexión se refiere a que las AEI desarrolladas no constituyen individualmente una enseñanza por REI, en sentido estricto. Sin embargo, todo REI conduce a encontrar OML, como posibles respuestas a la cuestión generatriz, y a las sub-cuestiones que ella engendra. En sentido amplio las AEI aquí presentadas podrían considerarse parte de un REI mono disciplinar, viable, dentro de las restricciones de la escuela secundaria. Nuestra experiencia, que ha generado a la fecha unos 7200 protocolos en seis implementaciones, nos permite señalar globalmente que:

- Con relación a la Topogénesis, hemos introducido una modificación de contrato sustantiva, modificando dialécticamente las responsabilidades que asumen los estudiantes y nuestro lugar como profesores. En particular, nuestra mediación ha estado mucho más centrada en el proceso de ingeniería que en la actividad de la clase. Sin embargo, remarcamos que el proceso de toma de responsabilidades del alumno es progresivo y que hemos controlado y gestionado el medio didáctico más allá de lo estrictamente "permitido" por la teoría de REI. Sin embargo, este proceso de cambio de contrato ha tenido sus sombras: varias veces nuestros estudiantes nos han dicho que "les debíamos explicar" y sus padres han estado muy sorprendidos con *"profesores que no explican"*. Claro! el saber es visto como transparente fuera del sistema de enseñanza, por los padres, por los directores institucionales e incluso, aunque resulte paradójico, por la propia noósfera. El proceso de mesogénesis del que podemos dar cuenta nos coloca más próximos a un encuentro "arreglado" con tres

OML, es decir hemos realizado una enseñanza por AEI, a la que *lato sensu* podríamos llamar enseñanza por REI.

- La cronogénesis no ha sido nuestra mayor dificultad, porque disponemos de una infraestructura escolar que nos permite, continuar en un año, lo que iniciamos en el anterior.
- Este REI (en sentido amplio) exige un retorno a la geometría, que ha sido difícil dada su desaparición de hecho en la enseñanza secundaria, con todo lo que ello implica en referencia a los aspectos argumentativos y conceptuales de la misma.
- En las primeras implementaciones, resultó difícil soportar la incertidumbre de los estudiantes cuando no arribaban a ninguna vía de solución.
- También hemos caído en la subestimación del alumno, pues al principio, nunca creímos que los estudiantes acabarían por realizar a lo largo de varias devoluciones, la construcción por sí mismos, como de hecho ocurrió. La modificación de nuestras expectativas respecto de lo que podíamos esperar de ellos, ha incidido en la topogénesis y ha potenciado el protagonismo de los estudiantes.
- Hemos desarrollado una serie de dispositivos relativos a la evaluación escolar, que no es la evaluación por REI, dirigidos a liberar a los estudiantes del "peso" de las calificaciones y de la exigencia de "tener que hacer las cosas bien, de entrada", que dominan el contrato tradicional.

Si bien abogamos fuertemente por la instalación de una enseñanza por REI (lato sensu) en la escuela secundaria, no la consideramos viable si no se dispone de un equipo de trabajo que sostenga el diseño de las ingenierías, la evolución de las situaciones, una institución abierta, un grupo de estudiantes que acepte el desafío. Es decir, esta es aún una etapa experimental, que esperamos pueda instalarse en la escuela, tratando de hacer vivir toda vez que sea posible, la pedagogía de la investigación.

Agradecimientos

Agradecemos a Gérard Vergnaud y Régine Douady por el aliento y aportes realizados a nuestro trabajo. A nuestros estudiantes, que generosamente se entregaron a la aventura de esta investigación. A las autoridades del Instituto Sagrada Familia, donde nos han permitido hacer sin condicionamientos.

6. Referencias

Chevallard, Y. (2004) *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/rubrique.php3?id_rubrique=8

Douady, R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7/2, pp. 5- 32.

Douady, R. (1999) *Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16)*. European Research in Mathematics Education I: Group 1. pp. 113-124.

Douady, R. (2010, 2011) Communication personnel avec Maria Rita Otero, Paris, 01-02-2010 / 25-02-2010, Paris, 01-06-2011.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2010) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas. UNSAM. Buenos Aires, Argentina.

Llanos, V. C.; Otero, M. R.; Bilbao, M. P. (2011). *Funciones Polinómicas en la Secundaria: primeros resultados de una Actividad de Estudio y de Investigación (AEI).*

Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. Año 6 nº1, pp 102-112. Disponible en http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/.

LOS RECORRIDOS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA SECUNDARIA: LUCES Y SOMBRAS

Verónica Parra, María Rita Otero, María de los Ángeles Fanaro
Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tenología (NIECyT)
Departamento de Formación Docente. Facultad de Ciencias Exactas. UNCPBA
CONICET
vparra@exa.unicen.edu.ar; rotero@exa.unicen.edu.ar; mfanaro@exa.unicen.edu.ar

Resumen
Este trabajo tiene por objetivo presentar algunas de las "luces" y "sombras" de la implementación de una enseñanza por REI en el último año de la escuela secundaria, bajo los dispositivos usuales, es decir, sin crear clases especiales, tales como los denominados "Talleres de Modelización". El REI parte de una cuestión del área de la economía relativa al punto de equilibrio de un modelo simple de mercado. Se utiliza como referente teórico la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999) más precisamente las nociones de Recorridos de Estudio de Investigación (REI) y de dialécticas introducidas por Chevallard (2004, 2005, 2006, 2007, 2009).

Palabras clave: Teoría Antropológica de lo Didáctico, Recorridos de Estudio e Investigación, Escuela Secundaria.

1. Introducción

Actualmente, existe consenso acerca de que la enseñanza de la matemática en la escuela secundaria ha quedado reducida al "estudio" de un conjunto de "obras muertas", carentes de sentido y sin razón de ser. Estas obras son estudiadas en el sistema de enseñanza como si fueran transparentes e incuestionables, dotadas de sentido por sí y para sí mismas. Esta "manera" de considerar la enseñanza de la Matemática conforma lo que Chevallard (2004) ha dado en llamar *monumentalización de saberes*. Los estudiantes son invitados a "visitar", admirar y venerar estos cuerpos de saberes como se visita un monumento que no les es propio. Pero la Matemática no es un monumento. La modificación de esta realidad exige un cambio radical en el modelo escolar actual. Este cambio se concreta en lo que Chevallard (2009) denomina la "pedagogía de la investigación" o "del cuestionamiento del mundo" y para ello propone dos dispositivos didácticos denominados Actividades de Estudio e Investigación (AEI) y Recorridos de Estudio e Investigación (REI) (Chevallard, 2004, 2005, 2006), los cuáles retoman la preocupación de la reconstrucción funcional de la matemática como respuesta a ciertos tipos de situaciones problemáticas y sitúan las cuestiones Q en primera línea, como punto de partida del saber matemático.
La investigación que se está realizando pretende abordar el problema de la enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria a partir de la introducción de un posible Recorrido de Estudio e Investigación. Se presentan aquí algunos resultados parciales luego de la primera implementación de una enseñanza por REI.

2. Marco Teórico

Este trabajo adopta como referencial la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999) más precisamente las nociones de Recorridos de Estudio de

Investigación (REI) y de dialécticas introducidas por Chevallard (2004, 2005, 2006, 2007, 2009) en el marco de TAD. Con la definición de los REI se plantea la posibilidad de redefinir los programas de estudio en términos de un conjunto de cuestiones "cruciales" o "generatrices". Una de las características fundamentales de los REI es que se generan por una cuestión *Q* viva y rica con un fuerte poder generador, denominada cuestión generatriz, es decir, una cuestión capaz de imponer numerosas cuestiones derivadas. La búsqueda de respuestas a las cuestiones conduce a la construcción de un gran número de praxeologías. Esta idea de los REI proviene de pensar los programas de estudio como pares de cuestiones y respuestas (*Q*; *R*). Chevallard (2004) asegura que los programas actuales han suplantado es "estudio de cuestiones" por el "aprendizaje de respuestas". Se estudian las respuestas (las praxeologías matemáticas) sin saber qué cuestiones responden. Incluso, la mayoría de las veces, este "aprendizaje de respuestas" se reduce a un aprendizaje ficticio, a una memorización momentánea de los saberes. Una cuestión generatriz y las cuestiones derivadas han de permitir "recorrer" el programa de estudios propuesto en un curso o al menos, una buena parte de él.

Referirse a enseñaza por REI implica hacer referencia directa a las dialécticas. Chevallard (2007, 2009) propone una serie de dialécticas, o saberes-hacer, que podrían estar presentes en una enseñanza por REI. En principio presenta seis dialécticas: la dialéctica del *paracaidista y de las trufas*; del *tema y fuera-de tema*; de las *cajas negras y cajas claras*; de la *excripción textual y de la inscripción textual*; de la conjetura y de la prueba – que posteriormente denomina la dialéctica de los *media y medio* – y la dialéctica de la *producción y recepción*. Luego, Chevallard (2009) introduce una séptima dialéctica denominada *del individuo y del conjunto* o de la *autonomía y de la sinonimia*.

3. Metodología de la investigación

Esta investigación es cualitativa y de corte etnográfico, con observación participante. Su objetivo es describir y comprender el desarrollo del proceso de estudio a partir de la implementación de una enseñanza por REI. Se realizó en un curso del último año del nivel secundario de un colegio de la ciudad de Tandil. Se trata de un curso de aproximadamente 30 alumnos, los cuáles se distribuyen en 6 grupos de 4 o 5 alumnos cada uno. La implementación del REI fue realizada por el investigador desde el comienzo del ciclo lectivo en dos clases semanales de 2 horas reloj cada una. Las cuestiones generatrices del REI se refieren a la Economía y más específicamente al comportamiento de las leyes de oferta y demanda de mercado, lo cuál incluye el equilibrio de mercado. El REI se implementó en los dispositivos usuales de la Institución. No se crearon dispositivos especiales como por ejemplo, un Taller de Matemática. El programa de estudios correspondiente al último año del nivel secundario de esta Institución está formado por 7 unidades: "Rectas en el plano", "Matrices", "Cónicas", "Límite", "Derivada", "Series y Sucesiones" y "Números Complejos".

El análisis se realizó en base a los siguientes registros:

- Clase a clase se recogieron las producciones de los alumnos, fueron escaneadas y devueltas a la clase siguiente.
- A intervalos regulares, aproximadamente cada 4 o 5 clases, los estudiantes anotaban en una hoja en blanco cómo se sentían trabajando en esta propuesta, y la entregaban al profesor, quien a la clase siguiente las devolvía.
- Clase a clase se realizaron grabaciones en audio, destinadas a registrar las puestas en común y se tomaban notas de campo.

4. Algunos resultados parciales

EL REI parte de la cuestión *cómo obtener el punto de equilibrio en un modelo de mercado de oferta y demanda de sorrentinos*. El estudio de esta cuestión conduce al estudio de la praxeología relativa a las "Rectas en el plano", uno de los bloques de estudio de programa de Matemática del último año del nivel secundario de esta Institución. Específicamente permite estudiar cómo hallar la ecuación de la recta que pasa por dos puntos en su forma explícita (cómo hallar la ecuación de la función de oferta y de demanda en función del precio), cómo hallar la intersección de dos rectas (cómo hallar el punto de equilibrio de un modelo de mercado) lo cuál conduce al estudio de los diferentes sistemas de resolución, incluso, el método por determinantes. Éste último conduciría al estudio de "Matrices", que es otro bloque del programa de estudios.

Esto permite evidenciar los gestos relativos al "estudio" y los relativos a la "investigación" y además, muestra como opera una de las dialécticas que propone Chevallard, la "de la entrada y salida de tema". Por un lado, es necesario investigar las leyes básicas de la oferta y la demanda desde el punto de vista económico, y luego, estudiar la praxeología relativa a Rectas en el plano para poder dar respuesta a la cuestión planteada. Es decir, entrar y salir del tema para responder la pregunta. La Figura 1 corresponde a la resolución de uno de los alumnos (A25) donde se muestra cómo ha hallado las ecuaciones de la oferta y la demanda utilizando el planteo de un sistema de dos ecuaciones lineales y además, se propone el modelo general del equilibrio de mercado.

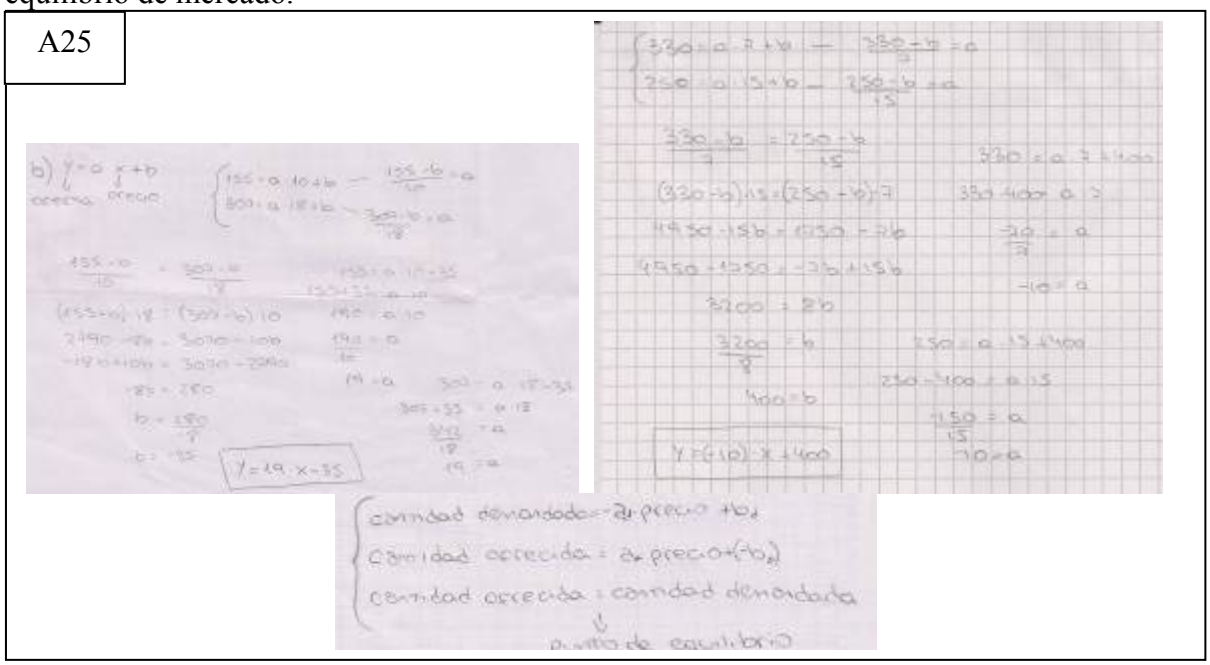


Figura 1

Luego, una vez obtenidas las ecuaciones de la oferta y la demanda, el profesor introduce la cuestión de cómo variará el punto de equilibrio si se modifica algunos de los parámetros del modelo de mercado, lo cuál conduce al estudio de las variaciones y permite la entrada a la noción de derivada. Ambas cuestiones son "abiertas" en el sentido que los alumnos pueden proponer sus propias formas de responderlas, buscando información en libros de Economía, de Matemática, incluso en Internet. El estudio de la variación de los parámetros fue realizado de diversas maneras. Algunos grupos consideraron al parámetro a modificar como una variable más del modelo. Resolviendo

así el sistema, la solución quedaba en función de la cantidad, del precio y del parámetro. Otros grupos, realizaron el estudio a partir de la solución del modelo general. Es decir, obtenían el modelo general de la oferta y la demanda para el caso de tratarse de rectas y hallaban la solución que resultaba en función de los parámetros. Luego, fijaban 3 de ellos y analizaban la cantidad y el precio al variar el cuarto parámetro. Otro de los grupos realizó el análisis a partir del software GeoGebra. Los alumnos disponen del programa en sus netbooks y pueden utilizarlo cuando lo deseen. El análisis a través del GeoGebra se realizó haciendo la representación gráfica del modelo, hallando la intersección de las rectas y luego, variando de a un parámetro a la vez. La Figura 2 muestra la resolución de un alumno (A27), quien representa la recta de la oferta y varía la pendiente de la ecuación de la demanda, hallando en cada caso, la intersección entre ambas. Es decir, hallando el punto de equilibrio. La Figura 3 muestra las conclusiones adjuntadas por los estudiantes a la resolución en el GeoGebra.

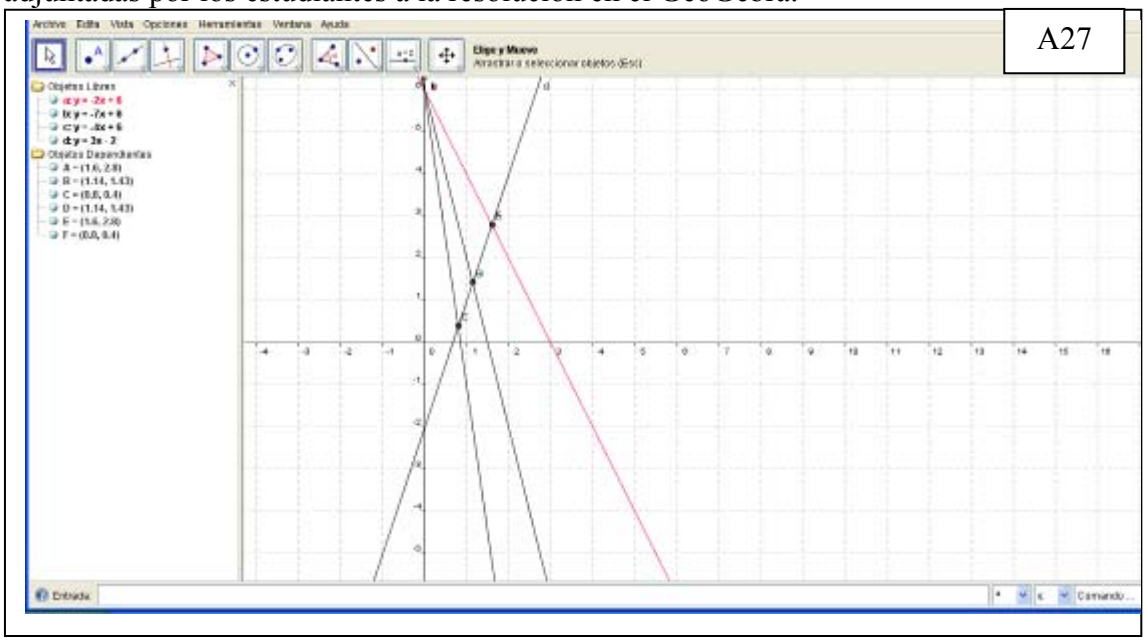
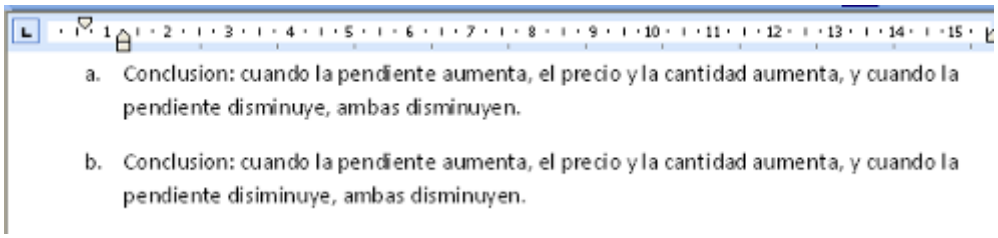


Figura 2


a. Conclusion: cuando la pendiente aumenta, el precio y la cantidad aumenta, y cuando la pendiente disminuye, ambas disminuyen.

b. Conclusion: cuando la pendiente aumenta, el precio y la cantidad aumenta, y cuando la pendiente disiminuye, ambas disminuyen.

Figura 3

La puesta en común llevó a concluir que el análisis de las variaciones se puede realizar con la noción matemática de "Derivada" y que para ello es necesario estudiar el cociente incremental, es decir, cómo cambia una variable respecto a otra. De aquí surgió la tercera cuestión, la cuál condujo al estudio del cociente incremental. Posteriormente, la profesora definió la derivada como el límite del cociente incremental cuando el incremento de la variable independiente tiende a cero, lo cuál condujo al estudio del "Límite de funciones," que es otra de las unidades del programa. Finalmente se estudió

la praxeología relativa a Derivada de funciones y se evaluó a partir de la elaboración de una síntesis en grupos.
A modo de "resumen" del recorrido que efectivamente se realizó en clase se presenta la Figura 4, la cuál corresponde a la "síntesis" de lo estudiado, realizado por uno de los grupos de trabajo (Grupo 3), la cuál podría considerarse como una reconstrucción por parte de los estudiantes del recorrido:

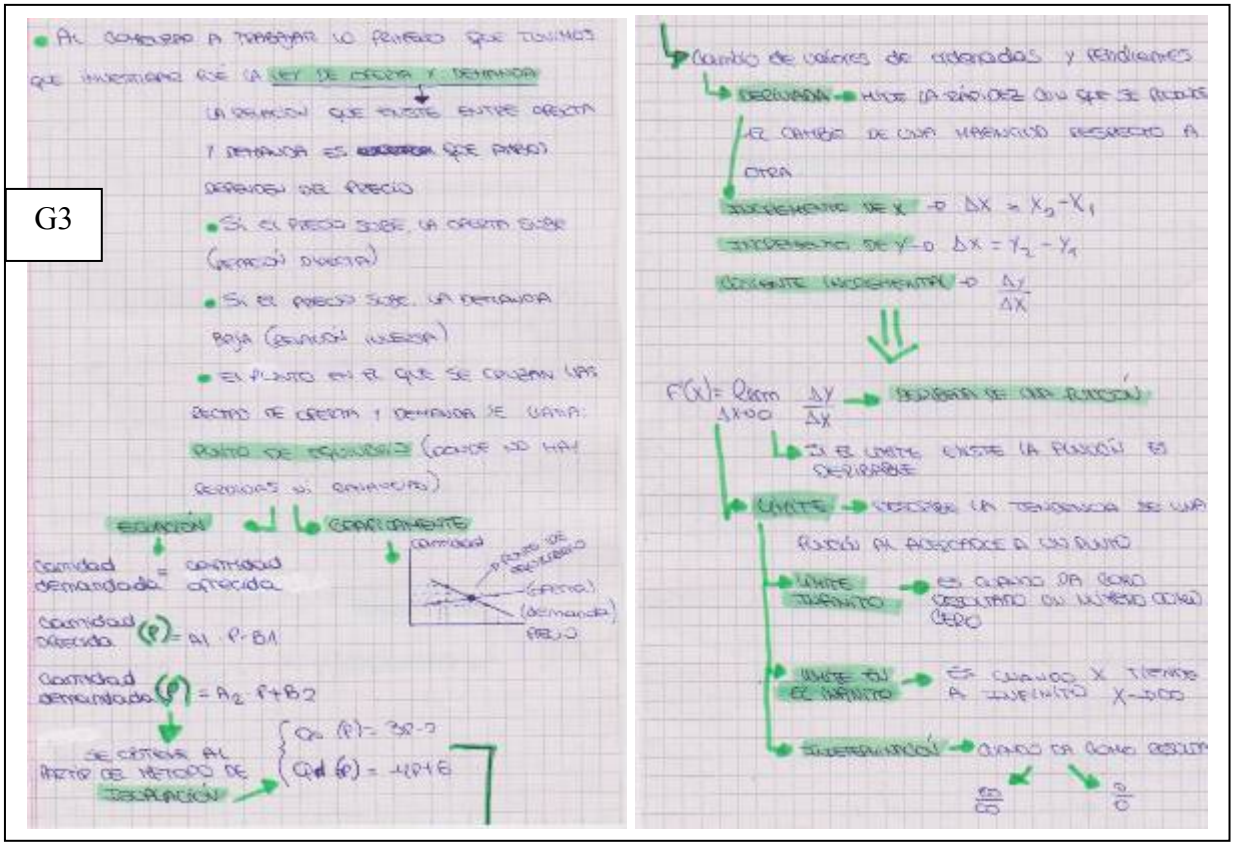


Figura 4

5. Algunas reflexiones

Llevar a cabo una enseñanza por REI en la escuela secundaria exige un cambio radical en el contrato didáctico tradicional, con implicancias fuertes para los alumnos y también para el profesor. Este cambio trae consigo algunas luces y sombras. Una de esas "sombras" se relaciona con la llamada dialéctica de *"entrar y salir del tema*". Es fundamental salir del tema para responder determinadas preguntas, pero también resulta muy complejo volver a entrar al tema pues esas "salidas" requieren cierto tiempo de estudio. Resulta complejo recuperar el sentido de lo que se estaba estudiando antes, cada vez que se sale.
Por otra parte la denominada dialéctica del *"medio-media"* exige disponer de mucha información que debe gestionarse adecuadamente. Por ejemplo, cuando los alumnos aportan posibles soluciones al problema, la clase debe considerarlas, si estas soluciones provienen de búsquedas en internet, pueden resultar completamente divergentes.
La dialéctica *"de las cajas negras y cajas claras"* exige analizar cuál es el conocimiento pertinente para resolver una cierta cuestión y cuanto se va a profundizar en él. Esto implica dejar en un "nivel de gris" algunos elementos de respuestas encontradas en la cultura, o producidas en una forma aún poco elaborada (Chevallard,

2007). Pero este dejar en *"nivel de gris"* la respuesta a una cuestión, hace que ciertas praxeologías se estudien de manera superficial, con poca profundidad matemática.
El desarrollo de una enseñanza por REI requiere que la comunidad de estudio investigue y estudie durante un largo período de tiempo – muy superior a los tiempos de la enseñanza tradicional – una misma cuestión, manteniéndola "abierta" y "viva", y capaz de derivar el estudio de nuevas cuestiones. Sin dudas, la pedagogía monumentalista dista, y mucho, de esta manera de estudiar y más aún de "investigar" respecto a una cuestión. Esta es una de las luces de una enseñanza por REI, así como el compromiso asumido por los estudiantes en la investigación y en la búsqueda de respuestas a cuestiones propias y que escapaban de la Matemática.

6. Referencias bibliográficas

Chevallard, Y. (1999) El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 19 (2), 221-266.
Chevallard, Y. (2004). *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr/
Chevallard, Y. (2005). *La place des mathématiques vivantes dans l'éducation secondaire: transposition didactique des mathématiques et nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr/
Chevallard, Y. (2006). *Les mathématiques à l'école et la révolution épistémologique à venire*. http://yves.chevallard.free.fr/
Chevallard, Y. (2007). *Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique*. http://yves.chevallard.free.fr/
Chevallard, Y. (2009). *La notion de PER : problèmes et avancées*. http://yves.chevallard.free.fr/

LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA ACERCA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO

Pablo D. Vain[1]; Julieta E. Kornel[2]; Margarita Benítez[3]
[1]Fac.de Humanidades y Cs Sociales (UNaM); [2] Facultad de Ciencias Forestales (UNaM); [3]Facultad de Ciencias Exactas, Químicas, y Naturales (UNaM)
julietakornel@arnet.com.ar

Resumen
Este trabajo es producto de un proyecto de investigación sobre las Representaciones Sociales acerca del Conocimiento Matemático de los estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería que ofrecen la Facultad de Cs Exactas, Químicas y Naturales (UNaM) y la Facultad de Cs Forestales (UNaM).
El problema surge de un fenómeno educativo: las interpretaciones y comprensiones que generan los alumnos acerca del conocimiento matemático. Muchas de estas interpretaciones son ampliamente compartidas con otros actores de la comunidad educativa; lo cual da cuenta de un origen social del modelo según el cual los alumnos interpretan al conocimiento matemático. Siguiendo la línea teórica iniciada por Moscovici, y reubicando la problemática del aprendizaje matemático en un modelo psicosocial, aquí se presentan categorías de representaciones sociales que contienen significados e interpretaciones subjetivas de los alumnos acerca de la matemática que podrían influir en el aprendizaje de esta disciplina, lo cual realza la importancia real de este estudio.

Palabras clave: Representaciones Sociales - Conocimiento Matemático - Aprendizaje de la Matemática

1. Introducción

En nuestras clases de Matemática con estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería[3] es habitual que los alumnos generen interpretaciones y comprensiones acerca del conocimiento matemático, justifiquen las actitudes asumidas respecto a su aprendizaje y expliquen las causas de su rendimiento académico en la disciplina utilizando expresiones como: *"esta solución no es válida porque la matemática es exacta", "no puede ser que no tenga una solución el problema""no lo hago porque no lo voy a poder hacer", "no apruebo porque me cuesta razonar" o "los números no van conmigo"...*
Estas expresiones no sólo insinúan interpretaciones de los estudiantes acerca del conocimiento matemático sino también revelan aspectos afectivos de la relación de ellos con las matemáticas; a través de sentimientos negativos y de impotencia para el aprendizaje de la disciplina. Además, observamos dentro y fuera de las aulas, que son ampliamente compartidas entre estudiantes y otros actores de la comunidad educativa; lo cual nos sugiere un origen social del modelo según el cual se interpreta el conocimiento matemático.

[3] Con excepción del Director del Proyecto de Investigación que encuadra este trabajo, las restantes investigadoras desarrollan la enseñanza en asignaturas relativas a Matemáticas, en el nivel universitario.

Este supuesto planteado se consolida en las distintas expresiones que contienen aspectos que están presentes, en las representaciones sociales[4] entendidas como "un conjunto de conceptos, percepciones, significados y actitudes que los individuos de un grupo social comparten en relación consigo mismos, y los fenómenos del mundo circundante"[5].
Siguiendo el enfoque psicosocial iniciado por Moscovici, las RS forman parte del marco epistémico o núcleo de creencias que orienta la construcción conceptual individual (Castorina y Kaplan; 2003)[6]. En la línea de la psicología cognitiva, autores como Pozo, Sanz y otros, sitúan a las RS dentro del marco conceptual que configura las ideas de los alumnos, señalando al mismo tiempo que éstas podrían deformar el significado del discurso científico.
En conformidad con los planteos teóricos anteriores, y asumiendo que "el proceso de aprendizaje debe comprenderse como un proceso multidimensional de apropiación cultural, pues se trata de una experiencia que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción" (Díaz Barriga, 2006)[7]; particularizando a nuestro caso, sostenemos que las RS del alumno acerca del conocimiento matemático[8] se ponen en juego en el proceso de estudio en el aula universitaria. En consecuencia, las RS acerca de este dominio en cuestión están presentes – en forma manifiesta o latente – en la construcción del sentido del CM que realiza el alumno. Esta última afirmación otorga valor didáctico a las RS ya que éstas podrían establecer algún tipo de relación con el aprendizaje de la disciplina. De aquí nuestro interés por estudiarlas.
Así es como surge este trabajo de investigación orientado por la siguiente pregunta: *¿Cuáles son las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de los estudiantes de Primer Año de las carreras de Ingeniería?*. En las respuestas que encontramos están presentes algunos de los significados que caracterizan el universo matemático de los alumnos de esta carrera universitaria.

2. Los objetivos y algunos elementos relevantes del Marco Teórico

Considerando el planteo iniciado, con este trabajo se pretendió (objetivo general): describir, analizar e interpretar las RS acerca del conocimiento matemático de los estudiantes de Primer Año de las carreras de Ingeniería que ofrecen la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) (Objetivo General).
El concepto de RS puede encontrarse en diferentes textos de psicología y psicología social e investigaciones de distintos campos de estudio y ellos dan cuenta de una amplitud de definiciones en relación a esta categoría. Por ello cabe señalar que el concepto de RS de María T. Sirvent[9] es el que utiliza en esta investigación y la línea teórica iniciada por Serge Moscovici y autores que continuaron con su perspectiva, como Denise Jodelet actúan como el marco de referencia para desarrollar los elementos teóricos que lo caracterizan.

---

[4] De aquí en más RS.
[5] Sirvent, M. (1993). La investigación participativa aplicada a la renovación curricular. Revista Latinoamericana de Innovaciones Educativas. Año v. Nº13. Buenos Aires. en: Vain, P. (1997). Los Rituales Escolares y las Prácticas Educativas. Editorial Universitaria. Posadas. Pág. 27.
[6] Castorina, J. y Kaplan, C. (2003). Representaciones Sociales. Problemas Teóricos y Conocimientos Infantiles. Editorial Gedisa. Barcelona. Pág. 20
[7] Díaz Barriga, F. (2006). Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida. México McGraw –Hill.
[8] De aquí en más CM.
[9] Concepto definido en la Introducción

En este sentido, las RS ocupan una posición mixta en la encrucijada de una serie de conceptos sociológicos y psicológicos (Moscovici, 1988)[10]. Una característica importante de las RS podríamos denominar como su doble dimensión: individual y social. Jodelet –una de las más importantes referentes de la teoría de las RS– destaca, en dicha dirección, que las mismas suponen "Una manera de interpretar y de pensar nuestra realidad cotidiana, una forma de conocimiento social. Y correlativamente, la actividad mental desplegada por individuos y grupos a fin de fijar su posición en relación con situaciones, objetos y comunicaciones que les concierne"[11]; subrayando así esa doble dimensión.

Por otra parte , la RS es de "algo" y de "alguien". Acotando más esta idea, una RS se define por un contenido y en la perspectiva de Moscovici los elementos constitutivos de las RS son:

- La Información: se refiere al volumen de conocimientos que el sujeto posee de un objeto social, a su cantidad y calidad, la cual puede ir desde la más estereotipada hasta la más original.
- La actitud: expresa la orientación general, positiva o negativa frente al objeto de representación.

De esta manera, preguntarse por las RS, implica interesarse por la forma en que se interpreta -en este caso- el conocimiento matemático, las percepciones sobre este objeto de conocimiento y la posición que se fija en relación a él. Se puede decir que conocer o establecer una representación social, implica determinar qué se sabe (información), qué se cree, cómo se interpreta (campo de la representación) y qué se hace o cómo se actúa (actitud).

Adoptando esta posición, para reconocer las representaciones sociales del conocimiento matemático en los estudiantes de Ingeniería, es preciso indagar los patrones de interpretación del conocimiento matemático que utiliza el alumno y las actitudes asumidas, como sujeto y como miembro de un grupo, para dar sentido y asignar significados a su aprendizaje matemático, en el marco de los significados negociados por los protagonistas en la vida real de la institución, y en particular, del aula. Siendo éste un objetivo especifico del trabajo de investigación.

3. La Metodología de Investigación y el Análisis de los Datos

En tanto las RS se nos presentan como un concepto esquivo, o más precisamente como una categoría considerada de contornos poco delimitados, la dificultad que se nos ha revelado para definirla y caracterizarla, en el plano teórico, se traslada al terreno del trabajo de campo. En consecuencia, la definición de las técnicas a utilizar para indagar acerca de la RS implicó una larga y profunda discusión en el equipo. En ese marco, la lectura de Moscovici nos suministró algunas pistas. El creador de la TRS sostiene estos tres criterios que permiten diferenciar una representación de una RS, son estos:

- criterio cuantitativo: una representación es social, en la medida en que está suficientemente extendida en la comunidad.
- criterio de producción: una representación es social, si es capaz de expresar una organización social.

[10] Citado por Castorina, J.A. y Kaplan, C. V. (2003). En Castorina,J. A. (comp). Op. Cit. Pág.10.

[11] Jodelet, D. (1988) La Representación Social: Fenómenos, Concepto y Teoría. En Moscovici, S. Psicología Social. Editorial Paidós. Barcelona. Pág. 473.

- criterio funcional: una representación es social si es una herramienta de orientación de las acciones de lo sujetos.[12]

En función de estos presupuestos teórico-metodológicos, reformulamos el diseño metodológico, que inicialmente presentaba –tentativamente– tres técnicas combinadas mediante la triangulación: sondeo por encuesta (que tendría un carácter exploratorio), observación participante y entrevistas en profundidad. Y hemos optado por centrarnos en el sondeo por encuesta y las entrevistas en profundidad, mediante grupos focales[13].

Es necesario manifestar que entendemos la triangulación como un proceso de control metodológico que apunta a asegurar mayor consistencia, en referencia a los datos relevados. Este proceso de vigilancia metodológica parte del supuesto de que, al exponer al objeto de investigación a más de una percepción, si los resultados se presentan congruentes, es posible inferir que los mismos poseen validez suficiente. Según Forni pueden considerarse distintos tipos de triangulación (métodos, técnicas, investigadores y fuentes).[14] En esta investigación estamos recurriendo a los cuatro tipos de triangulación planteados por dicho autor. Respecto a los Métodos combinamos el cualitativo y el cuantitativo, mientras que en relación con las Técnicas, empleamos la Encuesta y la Entrevista mediante grupos focales.

La encuesta fue realizada a una población de 105 estudiantes de las carreras de Ingeniería – 58 de la Fac. de Ciencias Exactas, Química y Naturales (FCEQyN) y 47 de la Fac. de Cs Forestales (FCF) - consistía en un cuestionario que contenía preguntas abiertas, cerradas y mixtas y el sistema de validación es por aplicación experimental.

Las entrevistas en profundidad grupales (focus group) se plantearon en dos grupos focales en la FCF (uno de 7 miembros y el otro de 6 miembros) y un grupo focal en la FCEQyN (5 miembros). Para el análisis e interpretación de las producciones que surgieron de las entrevistas utilizamos el *análisis de contenido* en el sentido que lo define Behar (1991) quien indica que "Actualmente el análisis de contenido se utiliza para la descripción de las características de mensajes verbales con el fin de formular inferencias a partir del contenido de los mensajes verbales (...)"[15].

Fox (1981)[16] señala tres etapas del análisis del contenido: "1) Decisión de cuál será la unidad de contenido que se analizará; 2) elaboración de conjunto de categorías; y 3) elaboración de un fundamento lógico que sirva de guía para colocar las respuestas en cada categoría". Para la conformación e interpretación de las categorías de representaciones sociales del conocimiento matemático, y con el objeto de sistematizar su estudio, consideramos -siguiendo a Ernest (1994)[17]- dos apartados dentro de la epistemología de las matemáticas: *la ontología de las matemáticas* (que nos aproxima al estudio de la naturaleza del objeto matemático) y *la gnoseología de las matemáticas* (que se ocupa de la actividad matemática, de la acción sobre los objetos).

Como en este trabajo, el conocimiento matemático se inscribe en el sistema universitario, hemos considerado fundamentalmente aquellos aspectos epistemológicos del conocimiento matemático que se proyectan en el proceso de enseñanza y

[12] Estos criterios son incluidos y convenientemente referidos en el marco teórico del trabajo de investigación desarrollado.
[13] Por la extensión de la comunicación, y la intención que tiene esta presentación, señalamos los aspectos relevantes de la dimensión metodológica.
[14] Forni, F. y otros. (1992). Métodos Cualitativos II. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
[15] Citado por Flores Martínez, Flores Martínez, p. (1998). Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre la Matemática, su Enseñanza y Aprendizaje. Editorial Comares. Granada. Pág. 123.
[16] Flores Martínez, .Op. Cit. Pág. 123.
[17] Ernest (1994). citado por Flores Martínez, .p. Op. cit. Pág. 41.

aprendizaje. Es decir, que el plano epistemológico constituye el nivel de reflexión sobre el objeto de investigación.

4. Caracterización de las Representaciones Sociales

Finalizado el proceso de Investigación, podemos decir que con este estudio hemos logrado construir cuatro categorías de RS. Estas categorías que presentamos siguiendo a Ernest (1994)[18] son cuestiones epistemológicas vinculadas con la ontología del conocimiento matemático; es decir, que nos aproxima al estudio de la naturaleza del objeto matemático. Las cuestiones epistemológicas, pero relacionadas con la gnoseología del conocimiento matemático, que se ocupa de la actividad matemática, de la acción sobre los objetos, no hemos podido trabajar porque los datos obtenidos en las entrevistas fueron insuficientes o no relevantes; imposibilitando construir representaciones de este apartado con cierto grado de certeza. A continuación sintetizamos las RS identificadas en este estudio; señalando los elementos que se destacan en cada una de ellas:

- **El conocimiento matemático: "Una herramienta para resolver problemas"**

Esta categoría se corresponde con la naturaleza del conocimiento matemático; particularmente con la razón de ser del conocimiento matemático. Una representación en la cual "la matemática como herramienta para la resolución de problemas" surge como el elemento con mayor valor significativo. Además aparece "la matemática como ciencia basada en el razonamiento" pero con menor nivel de frecuencia e importancia.
Los elementos periféricos a "la matemática como herramienta para resolver problemas" están ligados a significados o conceptos que se encuadran en razones de utilidad social y profesional; por ejemplo problemas cotidianos o problemas ingenieriles.
En términos teóricos, estaríamos frente a un grupo de estudiantes con una visión de la matemática como un tipo de conocimiento funcional a la realidad, ligando a los problemas como uno de los componentes esenciales de la naturaleza del conocimiento matemático, identificándolos así como el tipo de cuestiones que le otorgan a la matemática su razón de ser.

- **El conocimiento matemático: "¿invención o descubrimiento?"**

Esta representación también está ligada con la naturaleza del conocimiento matemático; pero en este caso con el origen de los objetos matemáticos y su existencia.
En una primera aproximación identificamos dos grupos que asumían posiciones epistemológicas diferentes respecto a esta cuestión. Un grupo adhiere a una postura platónica de las matemáticas; es decir que los objetos matemáticos son independientes del hombre, por ello las matemáticas se descubren; mientras que otros parecían entender que los objetos matemáticos pertenecen al mundo de las ideas, en consecuencia las matemáticas se inventan. Luego del análisis, interpretación e integración de los significados surge con carácter de certeza que aquellos alumnos que piensan que el CM se inventó, conciben la invención en términos de desarrollo de conocimiento; siendo el hombre ejecutor de la acción de producir conocimiento, pero a ese rol de inventor no lo asocian al significado de creador intelectual de los objetos que constituyen el CM. Lo cual, en términos teóricos, nos lleva a la idea que nos encontramos con una mayoría de alumnos que adhieren a una visión platónica sobre la naturaleza de las matemáticas.

[18] Ernest (1994). Citado en Flores Martínez .Op. Cit. pág 41.

- **El conocimiento matemático: "Es necesario y funcional"**

Una representación social del conocimiento matemático como un tipo de conocimiento que funciona en la realidad o naturaleza sensible. Aquí se muestra cómo explican los alumnos la relación de las matemáticas y la realidad. Se identifican entre los alumnos entrevistados dos posiciones opuestas para explicar la relación matemáticas-realidad. Están los que consideran que las matemáticas han evolucionado justamente como trasunto simbólico del universo. Es el universo quien ha impuesto las matemáticas a la humanidad. Por ello, no es extraño que las matemáticas funcionen en la realidad. Este punto de vista concuerda con la concepción platónica del CM. Pero también identificamos estudiantes que piensan que las matemáticas resultan de idealizar los procesos de abstracción que se han realizado con objetos y problemas relacionados con la naturaleza y la experiencia. Esto supone que la naturaleza adquiere significado en cuanto la mente humana interactúa con ella, de manera que el conocimiento matemático se constituye en una sucesión cambiante de modelos intermediarios entre la naturaleza percibida y el individuo. Esta última posición se corresponde con la perspectiva idealista del CM.

En la explicación de los alumnos están presentes las ideas de Matemáticas "inconscientes", en las cuales las acciones de carácter matemático son inherentes al universo, por eso funcionan independientemente del hombre y la de Matemáticas "conscientes" que son las matemáticas son las que habitualmente conocemos por matemáticas. Cualquier sea la explicación, todas ellas muestran al conocimiento matemático como un tipo de conocimiento necesario y funcional a la realidad.

- **El conocimiento matemático: "es un conocimiento útil"**

Esta representación pone en evidencia el tratamiento de los alumnos sobre uno de los aspectos que caracterizan a la matemática: la utilidad. De sus expresiones se deriva que ellos otorgan un sentido fuerte a la utilidad matemática desde la consideración a los resultados útiles. Esto los lleva a asumir una posición utilitarista de la matemática, basada en las aplicaciones matemáticas a situaciones prácticas externas o en otras ciencias. Por tanto, surge el carácter dual del conocimiento matemático – matemática pura versus matemática aplicada- y la polarización hacia la postura de una matemática herramienta. Como consecuencia, los estudiantes presentan a las matemáticas como un tipo de *conocimiento provechoso* por ser un *conocimiento funcional* y *abierto*

El papel de las matemáticas en todos las expresiones de los estudiantes es el mismo: las matemáticas son un *medio* para responder a determinadas cuestiones que ellos consideran necesarias para la formación de un Ingeniero, como ser: para resolver problemas, para realizar cálculos ingenieriles o de la vida cotidiana, para las transacciones comerciales y para ayudar a razonar.

5. Consideraciones finales

Tal como lo señalamos, tuvimos algunas limitaciones en el momento de identificar las RS de la dimensión epistemológica. En lo que se refiere al apartado ontológico, no pudimos construir la RS de los estudiantes respecto a la organización del conocimiento matemático; y en lo que hace al apartado gnoseológico ocurrió lo mismo en relación a la RS que tienen sobre la Adquisición del conocimiento matemático y a las Formas de desarrollo del CM.

Las limitaciones tienen que ver fundamentalmente con la construcción de los instrumentos para explorar los datos cualitativos; los cuales no nos permitieron recolectar toda la información posible para el análisis e interpretación de las cuestiones

epistemológicas señaladas. Esto plantea la posibilidad de hacer remediaciones y avanzar en este sentido.

La otra consideración importante es que en este estudio, al igual que el realizado por Kornel, J (2006)[19] , se puso en evidencia que en las RS aparecen significados y conceptos matemáticos que el alumno pone en acto durante su proceso de aprendizaje. Teniendo en cuenta que "(...) aprender supone otorgar sentido a un sector de lo real a partir de los conocimientos previos, de las características de las estructuras cognoscitivas que sirven de anclaje a la nueva información y de las marcas sociales" (Boggino, 2000)[20] las RS no son elementos externos a la práctica aúlica, sino son constitutivos del propio proceso de aprendizaje. Por ello, una línea de estudio relevante a profundizar en el futuro sería qué relaciones se establecen entre las RS de los estudiantes acerca del conocimiento matemático y el aprendizaje de la disciplina.

6. Referencias

- Boggino,N. (2000). *Aprendizaje, Obstáculo y Diversidad. en la Escuela por Dentro y el Aprendizaje Escolar*. Rosario: Homo Sapiens. Pág. 44.
- Castorina, J. y Kaplan, C. (2003). *Representaciones Sociales. Problemas Teóricos y Conocimientos Infantiles.* Editorial Gedisa. Barcelona. Pág. 20
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México McGraw –Hill.
- Flores Martínez, p. (1998). *Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre la Matemática, su Enseñanza y Aprendizaje*. Editorial Comares. Granada.
- Forni, F. y otros. (1992). Métodos Cualitativos II. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
- Kornel, J. (2006) *Las Representaciones Sociales de los Estudiantes acerca del Conocimiento Matemático*. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Oberá, (Inédito).
- Moscovici, S. (Comp) (1998). *Psicología Social II*. Editorial Paidós. Barcelona.
- Vain, P. (1997). *Los Rituales Escolares y las Prácticas Educativas*. Editorial Universitaria. Posadas.

[19] Kornel, J. (2006) Las Representaciones Sociales de los Estudiantes acerca del Conocimiento Matemático. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Oberá, (Inédito).

[20] Boggino,N. (2000). Aprendizaje, Obstáculo y Diversidad. en la Escuela por dentro y el Aprendizaje Escolar. Rosario: Homo Sapiens. Pág. 44.

FÍSICA

VISIÓN ACERCA DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CONSTRUIDA EN CURSOS DE LABORATORIO DESDE UN CAMPO CONCEPTUAL

María Maite Andrés
Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagogico de Caracas
maitea2006@gmail.com

Resumen
Se compara la visión acerca de la actividad experimental en la física que han desarrollado dos grupos de estudiantes del profesorado de física quienes participaron en una secuencia de 3 o 4 cursos de laboratorio con dos enfoques. Uno, con la concepción tradicional de trabajos estructurados centrados en lo instrumental. El otro, una secuencia diseñada desde un referencial que considera el trabajo de laboratorio como un espacio para resolver problemas, en el cual intervienen de manera indisoluble el dominio teórico, el metodológico y el epistemológico, y dirigida basicamente al aprendizaje en los dos últimos. Los trabajos son presentados como procesos abiertos y mediados desde un referencial cognitivo.

Palabras clave: Actividad Experimental, Curriculum, Campos Conceptuales, Física

1. Introducción

Considerando los Trabajos de Laboratorio (TL) para los cursos de física como una actividad de investigación que se dispara por una situación problemática, encontramos que los contenidos teóricos y experimentales asociados a ella, se activan en una permanente interdependencia. El proceso de resolución implica una compleja actividad cognitiva que hemos analizado para poder mediar el aprendizaje (Andrés, Pesa y Moreira, 2006). Además, el proceso ha sido estructurado desde una concepción no estándar (CNE) de la actividad experimental en la ciencia (ob. cit.) que ha permitido orientar en su organización didáctica al docente y en el desarrollo del TL al estudiante.

Desde este referencial, se ha organizado una secuencia de cursos de laboratorio para la formación de profesores de física[21] con la intención de promover el desarrollo conceptual en cuanto al dominio metodológico y epistemológico, y además incidir en el dominio teórico referido a las situaciones específicas que se plantean en los TL. La secuencia plantea una progresividad en la complejidad conceptual referida a los dominios.

En este trabajo centramos la atención en el dominio epistemológico ya que la construcción de una visión acerca de la actividad experimental es un proceso progresivo, observable a largo plazo. Para ello evaluamos esta variable en los estudiantes que han participado en la secuencia de cursos de laboratorio (2 ó 3 cursos de 4) diseñados con la concepción no estándar (Abd-El Khalick y Lederman, 2000), y la hemos contrastado con la visión acerca de la actividad experimental de estudiantes que participaron en secuencias de cursos de laboratorio diseñadas con un enfoque tradicional (Andrés, Pesa y Meneses, 2006), ambos en la UPEL-IPC.

[21] Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela.

2. La Actividad Experimental desde una Concepción no Estándar de la Ciencia

En la actualidad, la ciencia busca la construcción de teorías que resuelvan problemas con eficacia, los cuales pueden ser empíricos o conceptuales. El progreso de la ciencia parece darse en la medida en que se resuelven o eluden problemas, aceptándose la coexistencia de programas rivales. Los cambios son graduales y el avance en la teoría y en lo experimental pueden no ser simultáneos (Laudan, 1986; Franklin, 2002). Por ello, tanto en la ciencia como en la enseñanza de ésta nos parece más conveniente hablar de actividad experimental. En la primera, se admite una diversidad de métodos e intencionalidades en una dialéctica con los avances teóricos, y en la segunda, encontramos una variedad de situaciones didácticas que involucran diversas actividades, como las demostraciones y los laboratorios. Además, en estos últimos los trabajos experimentales no tienen un único propósito (Franklin, 2002).

Desde la caracterización de la naturaleza de la actividad experimental en la ciencia bajo una mirada no estándar (Andrés, Pesa y Meneses, 2006) nos planteamos varias preguntas claves para orientar la indagación acerca de la visión de los estudiantes.

1. *¿Qué implica hacer un experimento en física?*
2. *¿Con qué finalidad se realizan experimentos en física?*
3. *¿Cómo conciben la relación entre la estructura teórica (teorías, leyes, modelos) y la actividad experimental? ¿Cuáles son los propósitos del uso de los modelos?*
4. *¿Qué criterios consideran que emplean los físicos para establecer la validez de los modelos?*
5. *¿Qué orienta la observación realizada en el laboratorio?*
6. *¿Cómo conciben los datos registrados en el laboratorio?*
7. *¿Cómo son interpretados los datos experimentales? ¿Cuál es el rol de la creatividad e imaginación del científico en el trabajo de laboratorio?*
8. *¿Cuál es la importancia y función del intercambio entre pares sobre resultados y conclusiones obtenidas experimentalmente?*

3. Evaluación de la Visión acerca de la Actividad Experimental

La visión acerca de la naturaleza de la actividad experimental en la ciencia se evaluó con dos preguntas abiertas del instrumento, Concepciones acerca de la Actividad Experimental en la Física (CAEF) (ob. cit.). Cada cuestión se contextualiza con una situación que describe una actividad experimental, una corresponde al ámbito científico y la otra al ámbito educativo.

Situación I. Se presentan los resultados de un experimento y la interpretación de éstos por parte de dos grupos de investigación[22]. El tópico de la situación (superconductividad) se estimó que no era del dominio de los estudiantes a quienes iba dirigido el instrumento, para evitar que las respuestas se orientaran más por el conocimiento, que por su visión respecto de la ciencia. En el planteamiento no se dan detalles específicos de los modelos teóricos que emplearon los grupos de investigación para la interpretación de los datos. La mayoría de las preguntas son abiertas, excepto un grupo que tiene una escala de tres grados de acuerdo con justificación.

Situación II. Referida a un trabajo de laboratorio en el contexto de un aula de física, en la que se describe una actividad de laboratorio típica en los cursos de física[23] que realiza

[22] La situación es una adaptación del instrumento descrito por Ryder y Leach (2000)

[23] Caída de una esfera desde una rampa hasta el piso en donde la meta era estudiar la relación entre la altura (distancia entre la mesa y la posición inicial) y la distancia horizontal desde que abandona la rampa hasta que choca con el piso. Adaptación del instrumento descrito por Buffler y otros (2001)

un grupo de estudiantes. Se les solicita un plan de trabajo para lograr el objetivo planteado (planificación del experimento). Luego se describen diversas acciones de estudiantes para la recolección y análisis de datos, respecto de las cuales se solicita que seleccionen la que consideran más adecuada expresando sus razones.
El instrumento CAEF da respuesta a las preguntas clave, combinando los items a fin de hacer triangulación interna (Cuadro 1). Fue validado con tres especialistas y luego con un grupo piloto de estudiantes de carreras de física y del profesorado de fisica de diferentes semestres. Las respuestas a las preguntas fueron categorizadas con base a su contenido y calificadas según la correspondencia con las caracterizaciones CE o CNE. Cuando no había asociación se asumió el valor neutro N. Se consensuaron con cinco especialistas. La interpretación de los resultados se hizo primero por situación e item, y luego por pregunta clave.

Preguntas claves	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Situación II	A	A	A-D.I	D.2	A-B	B-C	D.1	D.2
Situación I			C.5-C.6	C		C.1-C.2-C.3-C.4-C.6	A-B-C	C.5-C.6-C.7

Cuadro 1. Correspondencia entre preguntas clave e instrumento Concepciones acerca de la Actividad Experimental en la Física (CAEF).

4. Resultados

Presentamos los resultados globales del cuestionario acerca de la visión sobre la naturaleza del experimento en la ciencia de los grupos GT y GNE[24] (Fig. 1). En el Grupo GNE se observa menos items sin respuesta, lo que hace pensar que tienen esquemas sobre lo que se les pregunta; y un mayor porcentaje en respuestas CNE.
El análisis por pregunta clave nos arrojó lo siguiente:
Pregunta 1 y *Pregunta 5*, los resultados (Cuadro 2) muestran un mejor desempeño en el Grupo GNE; se encontraron más diseños completos considerados como CNE, en los cuales el modelo teórico es necesario para orientar las acciones experimentales, tanto para el diseño como el análisis, mientras que en el Grupo GT ésto fue ignorado.

Diseño [25]	**G-CE (N:37)**	**G-CNE (N:21)**
Diseño Completo	5 (4 CNE)	10 CNE
Diseño Incompleto	22 (CE)	11 (2 CNE)
Ambiguo	10	-

Cuadro 2. *¿Qué implica hacer un experimento en física? Resultados para estudiantes formados en cursos de laborotario CE y estudiantes formados en cursos de laborotario CNE.*
Pregunta 2, en relacion con el estatus del laboratorio y su finalidad, se infiere de los diseños del experimento, en el Grupo GT dos tendencias próximas a la CE: i) *prioriza lo teórico sobre lo experimental, la medición para ratificar el valor correcto;* y ii) *el experimento y la medición es autónomo y permite descubrir relaciones*. En el Grupo GNE, 50% expresa una tendencia tipo CNE, *donde valoran al modelo teórico como elemento que orienta el diseño del experimento y/o permite encontrar explicaciones a*

[24] Grupo tradicional, GT: cursaron secuencia de cursos de laboratorio con un enfoque tradicional (Andrés, Pesa y Meneses, 2006). Grupo no estándar, GNE: tomaron 3 ó 4 cursos de laboratorio orientados según la concepción no estándar descrita.
[25] Categoria de respuesta: *Diseño completo, DC*, si incluye acciones de medición, rol de teoría, y análisis y decisiones. *Diseño Incompleto, DI*, si sólo considera dos de los tipos de acciones.

los resultados, mientras que el resto no responde o considera *el experimento como independiente* (tipo CE). (Fig. 1, ítem IIa).

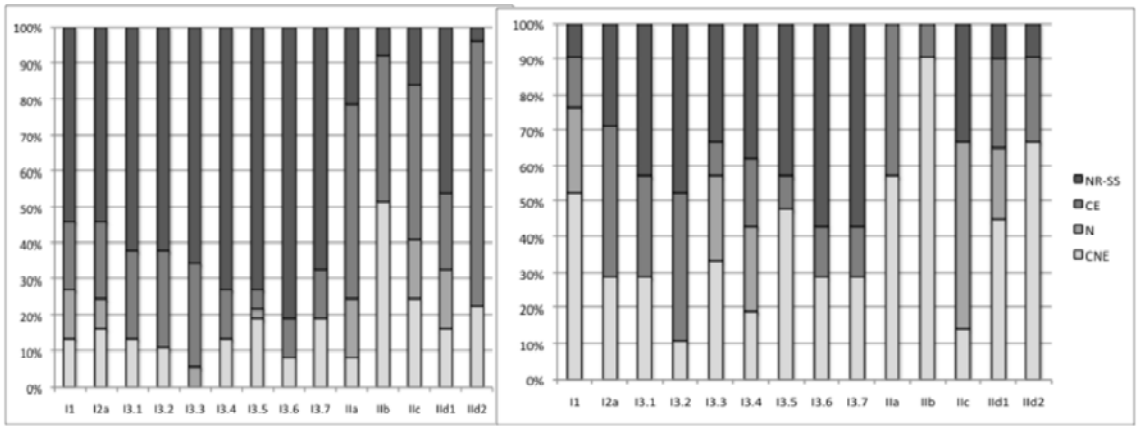


Figura 1. Resultados en el instrumento Concepciones acerca de la Actividad Experimental en la ciencia, con estudiantes que cursaron 3 laboratorio según un enfoque CE, grupo tradicional, (izquierda) y según un enfoque CNE, grupo no estándar, (derecha)

Pregunta 3, se identifican cuatro propósitos para la elaboración de modelos en relación al experimento, tres concuerdan con la visión CE: *las leyes se construyen o verifican con los experimentos (1)*; *los experimentos son aplicaciones o verificaciones de la teoría (2);* o *no hay relación entre teoría y experimento, la ciencia es de carácter empírica (3).* Y uno con la visión CNE, *la elaboración de modelos tentativos para predecir y contrastar o explicar resultados (4).* En el Grupo GNE tenemos que entre el 30% y 50% concuerdan con la expresión 4, mientras que los estudiantes del Grupo GT, en el ámbito académico apenas entre 10% y 15% y en el ámbito científico pocos respondieron. (Fig. 1, ítem: IIa, II2d1, I35, I36).

Pregunta 4, en el Grupo GT pocos explicitan el consenso del colectivo como un criterio para consensuar un modelo sin esperar encontrar el correcto; en el Grupo GNE, un 65% considera esta opción como necesaria. (Fig. 1, ítem: IId2). En el ámbito científico, en el Grupo GNE se ratifica esta visión pero con menor fuerza (Fig. 1, ítem; C 1 a 7).

Pregunta 6, en ambos grupos la mayoría está de acuerdo en que una sola medida no es suficiente; predominaron dos posiciones: *realizar varias medidas es para alcanzar mayor precisión y confiabilidad* (Grupo GT 33%; Grupo GNE 90%), y *efectuar varias medidas es para poder acercarse al valor correcto y eliminar equivocaciones* (Grupo GT 22%; Grupo GNE 10%). Estos resultados se ratifican en el ámbito científico (Fig. 1, ítem I3.3). También, en el Grupo GT, consistente con lo anterior, 24% de los estudiantes representó el conjunto de medidas con el promedio y su desviación, y un 30% estimó que bastaba con el promedio, lo que pareciera poner en evidencia que las medidas son correctas en sí mismas; sorprende que en el Grupo GNE se observa algo parecido (Fig. 1, ítem IIc), aunque en las preguntas I3.1 a I3.6, reportan el error como importante.

Pregunta 7, la tarea de interpretar datos parece ser poco conocida por el Grupo GT, pocos estudiantes respondieron (Fig. 1 item: I(1,2a) IId1). Entre los que responden predominaron las respuestas de tipo CE, como, *obtener una relación funcional de los datos sin modelar; considerar que de los datos hay que obtener siempre una conclusión única o correcta; no aceptar más de una interpretación para un conjunto de datos*,

entre otras. En el Grupo GNE, se observa en un porcentaje considerable de estudiantes que la interpretación implica procedimientos de tratamiento estadístico y modelaje, contraste con modelos explicativos tentativos, visión CNE.
Pregunta 8, para el Grupo GT, la comunidad científica no tiene una función decisoria en la aceptación o rechazo de los resultados experimentales, esto deriva de la calidad del experimento, lo que se logra, básicamente, con el incremento en el número de medidas y el control, para garantizar datos confiables. Esta idea se enmarca en la CE. En cambio, para el Grupo GNE esta actividad propia de la ciencia, es para debatir, en busca del consenso o de toma de decisiones futuras. (Fig. 1 item: I3.5a6, IId2).

5. Conclusiones

Los cursos de laboratorio diseñados bajo este enfoque de solución de problemas y visto como un proceso complejo que involucra diversos grupos de tareas que pueden considerarse subproblemas resulta una propuesta valida para la enseñanza. Además, considerar el trabajo de laboratorio como un espacio para el aprendizaje en los dominios metodológico y epistemológico permite darle identidad propia dentro de la enseñanza. El dominio teórico está inmerso en las situaciones problema propuestas, por ello resulta inseparable de la actividad experimental y hace que el estudiante en su acción también avanza en su desarrollo conceptual.
La potencialidad en cuanto al aprendizaje en lo metodológico e incluso lo teórico ante situaciones especificas, de estos cursos de laboratorio mediados desde un referencial cognitivo, había sido evidenciada en trabajos previos. Con este trabajo, se ve ampliada. La visión que construyeron los estudiantes del Grupo NE está más próxima a la concepción no estandar de la ciencia que en el caso de estudiantes de cursos de laboratorio tradicionales, además, en mayor porcentaje. En consecuencia, consideramos de gran valor la transformacion de los tradicionales cursos de labroatorio.

6. Referencias

Abd-El Khalick, F. y LedermaN, N. (2000) *Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature*. International Journal of Science Education 22(7) 665-701.
Andrés Z, Ma. M.; Pesa, M. A. y Meneses, J (2006) *La actividad experimental en Física: Visión de estudiantes universitarios*. Paradigma XXVII (1), 349-363.
Andrés Z, M.; Pesa, M. y Moreira, M. (2006) *El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales*. Ciência & Educação. XXII(2) 129-142.
Buffler, A; Allie, S.; Lubben, F. y Campbell, B. (2001) *The development of first year physics student' ideas about measurement in terms of point and set paradigms International Journal of Science Education*. 23(11) 1137-1156.
Chalmers, A (2000) *Qué esa cosa llamada Ciencia*. 3ra edic. Madrid: Siglo XXI
Cudmani, L.; SalinaS, J. y Jaén, M. (2000) *Epistemología de la Física. Tópicos introductorios*. Fac. Ciencias Exactas y Tecnología. Argentina: UNT.
Franklin, A (2002) *Experiment in Physics Stanford Encyclopedia of Philosophy* (First published 5/10/1998; revisión 8/10/2002) 1-13. (http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment/)
Laudan, L (1986) *El progreso y sus problemas*. Madrid: Edt. Encuentro.
Ryder, J. y Leach, J. (2000) *Interpreting experimental data: the views of upper secondary school and university science students. International Journal of Science Education.* 22(10) 1069-1084

EL CAMPO ELÉCTRICO PARA CONFIGURACIONES DE CARGAS: UN ESTUDIO DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Gloria E. Alzugaray[1], *Marta B. Massa*[2], *Marco A. Moreira*[3]
[1] Facultad Regional Santa Fe- Universidad Tecnológica Nacional
Santa Fe- Argentina
[2]Facultad Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Universidad Nacional de Rosario- Argentina
[3]Instituto de Física – UFRGS- Campo do Vale.
galzugar@ frsf.utn.edu.ar

Resumen
En este trabajo se presenta un estudio realizado con estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, inmediatamente después de ser desarrollados los conceptos de campo eléctrico, potencial eléctrico y magnitudes relacionadas. Teniendo como marco la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, se analizan las actividades cognitivas que ponen en juego los estudiantes al abordar la resolución de un problema que se presentan con diferentes formatos de enunciados cuali y cuantitativos, con o sin datos numéricos. También se analizan las conceptualizaciones, expresadas en términos de los conceptos-en-acción y los teoremas-en-acción, sobre las que basan sus resoluciones.

Palabras clave: campo eléctrico, resolución de situaciones problemáticas, enseñanza de la Física.

1. Introducción

La formación básica en las carreras de ingeniería a nivel mundial y, en particular, en Argentina contempla el desarrollo de contenidos de Electromagnetismo. Uno de los temas fundamentales está vinculado con el concepto de *campo eléctrico* y su aplicación a situaciones prácticas de interés profesional. Sin embargo, es un concepto no sencillo de internalizar en los estudiantes no sólo por su nivel de abstracción sino también por la tensión que se produce frente a la noción de fuerza eléctrica como interacción a distancia.

Una de las maneras tradicionales para la acreditación de los contenidos de las asignaturas a nivel universitario se realiza a través de la resolución de problemas donde se pone en evidencia no sólo la capacidad del futuro ingeniero para aplicar conceptos sino también su habilidad para comprender situaciones problemáticas de contextos reales, modelizarlas y planificar soluciones posibles, seleccionando entre ellas la óptima dentro de las condiciones establecidas (Cabral da Costa y Moreira, 2001, Cabral da Costa 2005; Favero y Soares Gomes de Sousa, 2001).

En las carreras de ingeniería, donde la Física tiene una función formativa relevante, la ausencia de habilidades para la resolución de problemas, o bien, un insuficiente desarrollo de las mismas se transforma en débiles desempeños en las evaluaciones.

Este fracaso de los estudiantes deviene en retraso y/o abandono durante los primeros cursos universitarios. Esto constituye un factor de alto impacto económico para el país siendo especialmente atendido en los procesos de acreditación de las carreras universitarias.

Cabe destacar que la investigación en Educación en Física viene haciendo importantes aportes para revertir las dificultades en la enseñanza – aprendizaje de conceptos básicos y en la resolución de problemas, fundamentales en la formación de los futuros profesionales ingenieros. Si bien se han hecho aportes importantes caracterizando las diferencias entre las actuaciones de los "expertos" y "novatos", los estudios han mostrado la necesidad de profundizar la indagación, orientando la mirada sobre los procesos cognitivo-lingüísticos que desarrolla un sujeto durante la resolución, la manera en que organiza sus representaciones y los posibles sesgos que introduce durante la resolución o durante la formalización (Escudero, C., Moreira, M. A. y Caballero, C.,2003; Becerra Labra, Gras-Martí y Martínez Torregrosa, 2005)
En este trabajo se describe el proceso cognitivo durante el desarrollo conceptual de los estudiantes desde la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) de Vergnaud (1990). La misma permite comprender el proceso de elaboración de nuevos esquemas durante la resolución de problemas por parte de los estudiantes, siendo el objetivo analizar los significados elaborados por estudiantes universitarios frente a un problema de campo eléctrico que se presenta con enunciados de formatos diferentes.
En particular, en el contexto de este trabajo, la clave para el análisis sobre el aprendizaje del concepto de **E** está en considerar la actuación del estudiante en situación y la organización de sus actos.

2. Diseño metodológico para el estudio evaluativo de la intervención didáctica

En el curso de Física Eléctrica de la carrera de Ingeniería Mecánica, se implementó una estrategia de intervención didáctica para el aprendizaje de campo eléctrico. La misma se focalizó en la construcción del concepto de campo eléctrico *como una función del espacio, sus diversas formas de representación y su relación con el potencial eléctrico y la energía. La estrategia se sustentó en aspectos derivados de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.*
El estudio se focalizó sobre la actividad de resolución de problemas, haciendo énfasis en el análisis cuali-cuantitativo de cuestiones semiabiertas. En particular, el estudio se centró sobre la actuación de los estudiantes en situación y la organización de sus actos. En esta etapa se consideró fundamental analizar el lenguaje del estudiante ya que, frente a un enunciado, debe verbalizar lo que está haciendo con el propósito de planificar y controlar las acciones que puede no dominar completamente. Su verbalización puede acompañarse con diagramas, representaciones gráficas (vectores, líneas de campo, gráficas funcionales, etc.) para la transformación de las categorías del pensamiento en objetos del mismo. Así, la invariancia del significante contribuye a una identificación del significado y a su transformación en objeto de pensamiento. Pero la pertinencia del simbolismo y del lenguaje es relativa a los conocimientos y al desarrollo cognitivo del alumno.
La situación problemática solicitada a los estudiantes se presenta en la Tabla 1, con los cuatro formatos de enunciados diferentes utilizados en el estudio (cada uno de los cuales fue resuelto por grupos diferentes de estudiante, con simultaneidad). Estos enunciados se organizan con la manipulación de dos variables: *tipo de datos* (cuantitativos o cualitativos) y *gráfica complementaria* (presencia o ausencia). La situación problemática fue aplicada a un grupo de 20 estudiantes de Ingeniería Mecánica, con edad promedio 20 años. Los estudiantes se distribuyeron espontáneamente en cuatro grupos entregándose a cada uno de éstos un texto con la situación a resolver con un

formato diferente. Se les indicó que expresaran sus ideas por escrito y realizaran los gráficos con el máximo de aclaraciones para la comprensión de los mismos.

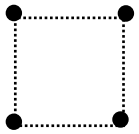
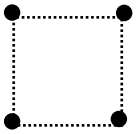
Situación 1 Datos cualitativos con gráfica	**Situación 2** Datos cualitativos sin gráfica	**Situación 3** Datos cuantitativos sin gráfica	**Situación 4** Datos cuantitativos con gráfica
Se tienen 4 partículas con cargas eléctricas de igual valor absoluto. Se hallan ubicadas en los vértices de un cuadrado 	Se tienen 4 partículas con cargas eléctricas de igual valor absoluto. Se hallan ubicadas en los vértices de un cuadrado	Se tienen 4 partículas con carga ($\lvert q \rvert = 5.10^{-13}$C) ubicadas en los vértices de un cuadrado de lado 10cm.	Se tienen 4 partículas con carga ($\lvert q \rvert = 5.10^{-13}$C) ubicadas en los vértices de un cuadrado de lado 10cm 
a- Realice una representación de las distintas configuraciones espaciales de cargas con todas las posibilidades de signos de las cargas a adoptar. b- Analice y fundamente en qué punto o puntos colocarías una carga de prueba de modo que la fuerza resultante sobre la misma sea nula. c- Analice el tipo de equilibrio que experimenta la carga de prueba en cada caso. d- Calcule el campo eléctrico en el centro de las cuatro cargas.			

Tabla 1. Enunciado de situaciones problemáticas con cuatro formatos distintos

En este estudio interesa evaluar: (a) la completitud con que se organizan las diferentes configuraciones de carga teniendo en cuenta el carácter vectorial de la fuerza eléctrica y del campo eléctrico y (b) la influencia en los procedimientos de la forma en que se presentan los datos en el enunciado.

3.Resultados

La información recabada se presenta en la tabla 2, donde se transcriben los conceptos-en acción y los teoremas-en–acción detectados en el orden en que fueran encontrados en las producciones de cada grupo de estudiantes. En la primera columna se indica el número asignado al grupo, el tipo de enunciado sobre el que trabajó y un comentario que sintetiza las actuaciones del grupo durante la resolución.

Grupo	**Invariantes operatorios**	
	Conceptos-en-acción	**Teoremas-en-acción**
1 Situación: Cualitativa con gráfico Comentarios: Reconocimiento de las configuraciones atendiendo a los signos y cantidad	carga de prueba. equilibrio de fuerzas. líneas de campo.flujo de **E.** representación **E.**	-Existen diferentes configuraciones de carga que se organizan ordenadamente: las cuatro cargas iguales, la mitad de las cargas de distinto signo, una carga de signo opuesto a las otras tres. -Configuraciones simétricas a las anteriores no se necesitan analizar por ser equivalentes -La carga de prueba se debe ubicar en un punto donde las fuerzas se equilibren.

decreciente de las cargas componentes de un cierto signo (4, 3 y 2). Realización de inferencias introduciendo un criterio de equilibrio.	dipolo eléctrico.	-Para una superficie gaussiana que encierre las 4 cargas (2 positivas, 2 negativas no alternadas) el **E** es nulo. -El equilibrio será estable cuando perturbada la carga de prueba con una fuerza externa las demás cargas la harán volver a su estado inicial. -El efecto de una carga eléctrica se siente en la región que la rodea. -El efecto de la carga eléctrica depende del signo de la carga de prueba. -El efecto de la carga se reduce con el aumento de la distancia. -Las fuerzas resultantes sobre las cargas en los vértices del cuadrado debido a las cargas más próximas definen el equilibrio.
2 <u>Situación: cualitativa sin gráfico</u> Comentarios: Reconocimiento de las configuraciones atendiendo a los signos y cantidad de las cargas componentes (4, 3 y 2) sin diferenciarlo por la ubicación espacial (simetrías y rotaciones). Omisión de 3 negativas 1 positiva. Realización de inferencias no introduciendo un criterio de simetría.	carga de prueba. configuración espacial central y diagonal. fuerza eléctrica. superficie gaussiana. dipolo eléctrico. equilibrio de fuerzas. centro de simetría.	-Existen diferentes configuraciones de carga que se organizan ordenadamente por su cantidad y signo: las cuatro cargas iguales, la mitad de las cargas de distinto signo, una carga opuesta a las otras tres. -Las cargas se repelen entre sí, hasta que la distancia sea tan grande entre ellas que no exista más fuerza de repulsión. En el centro de simetría de la figura, la carga de prueba experimenta fuerzas debido a las cargas de los vértices, pero la resultante es nula. -La carga experimenta equilibrio estable porque las fuerzas de repulsión son restitutivas, es decir, ante una pequeña perturbación, la fuerza tiende a desplazar el cuerpo a la posición de equilibrio -En el cuadrado delimitado por las 3 cargas positivas y una negativa, el campo es distinto de cero, pues la mayoría de las líneas de campo se dirigen hacia la carga negativa. -Existirá al menos un punto donde la fuerza resultante es nula dentro de la superficie gaussiana.
3 <u>Situación cuantitativa sin gráfico</u> Comentarios: Reconocimiento de las configuraciones atendiendo a los	cargas. configuración espacial. diagonal del cuadrado. líneas de campo. fuerza eléctrica.	-Existen diferentes configuraciones de carga: 4 negativas, 1 sola negativa, 2 cargas positivas y dos negativas contiguas y luego cruzadas. -Las cargas negativas son inestables, las cargas positivas estables. -Para todos los casos se sabe que las cargas tienen la misma magnitud absoluta

signos y cantidad de las cargas componentes (4, 3 y 2) sin diferenciarlo por la ubicación espacial (simetrías y rotaciones). Omisión de 4 positivas. Realización de inferencias introduciendo un criterio de simetría.	campo **E.** dipolo. cuadripolo superficies gaussianas. vectores **E.**	-La configuración de cargas se puede pensar como cuatro dipolos, luego conviene representar las líneas de campo de cada dipolo. -La concentración de líneas de campo es mayor sobre la carga compartida por dos dipolos contiguos. -Tomando superficies gaussianas que encierren las cuatro cargas, dos positivas y dos negativas, obtendríamos dentro de esa superficie una carga neta. Por ende, en cualquier punto de esa superficie gaussiana la fuerza resultante será nula. -Cuando la diagonal es un eje de simetría de cargas en el centro del cuadrado la $\mathbf{F}_R = 0$
4 <u>Situación: cuantitativa con gráfico</u> Comentarios: Reconocimiento de las configuraciones atendiendo a los signos y cantidad de las cargas componentes (4, 3 y 2) y sin diferenciarlo por la ubicación espacial de las rotaciones. Omisión de 3 positivas y 1 negativa y algunas configuraciones rotadas. Realización de inferencias introduciendo un criterio de simetría.	cargas. configuración espacial. diagonal en cuadrado. líneas de campo. fuerza eléctrica. campo **E.** dipolo cuadripolo. vectores de **E.**	-Existen configuraciones que se pueden organizar considerando desde todas las cargas positivas y reduciendo el número de éstas hasta que sean todas negativas. -Al rotar una distribución de carga aparece otra configuración. -El centro geométrico de un cuadrado se encuentra la intersección de las diagonales. -Las líneas de **E** son radiales y salientes si las cargas son positivas y se curvan por presencia de otras cargas. -Las formas de las líneas de campo para cargas negativas son entrantes con la misma forma independientemente de la carga. -Las fuerzas de igual módulo y distinto sentido se equilibran. -El campo en el centro es la resultante debido a la superposición de las líneas de **E** de 4 dipolos.

Tabla 2. Conceptos-en-acción, y teoremas-en-acción detectados en la resolución de las situaciones semiabiertas

Los cuatro grupos realizaron gráficas de las distintas configuraciones solicitadas en la pregunta (a) de tabla 1, pero sólo el grupo 3 graficó todas las configuraciones posibles (figura 1).

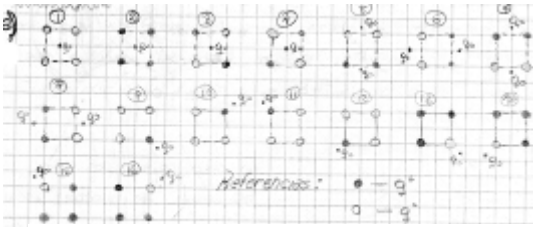


Figura 1. Representación de las distintas configuraciones de cargas realizadas por el grupo 3 para el ítem (a) de tabla 1

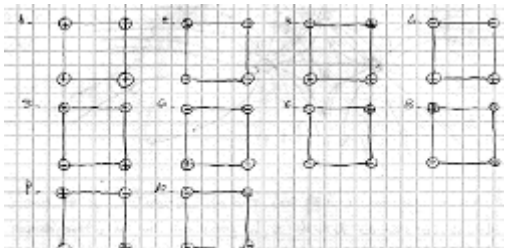


Figura 2. Representación de las distintas configuraciones de cargas realizadas por el grupo 4 para el ítem (a) de tabla 1.

El grupo 3 realiza todas las configuraciones posibles, sin explicaciones dibujan las mismas organizando desde aquella en la que todas las cargas son positivas, pasando a todas negativas y luego por combinaciones de dos positivas a dos negativas rotando, hasta concluir en tres positivas tres negativas y las posibles rotaciones (figura 1). La representación efectuada por el grupo 4 que reconoció diez configuraciones correspondientes a las diferentes posibilidades de inclusión de las cargas por su signo y cantidad, pero que no reconocieron que una rotación de las cargas genera diferencias en la orientación del campo eléctrico si bien su intensidad se conserva.
Para el ítem (b) de tabla 1, que pide analizar y fundamentar en qué punto o puntos se colocaría una carga de prueba de modo que la fuerza resultante sobre la misma sea nula, los grupo 1 y 2 realizan el estudio colocando una carga de prueba en el centro del cuadrado y mediante un análisis de fuerzas.
Las representaciones gráficas son conceptualmente correctas ya que se reconocen las interacciones eléctricas sobre cada carga, pero no se determina la fuerza resultante que fuera solicitada.
El grupo 1 realiza la representación gráfica de las líneas de campo eléctrico sin considerar qué sucede en el centro y en el interior del cuadrado con el campo eléctrico **E.**
Se ha observado un esfuerzo importante por representar el campo eléctrico **E** mediante el trazado de líneas de campo - pregunta b- siguiendo las pautas para su construcción. Un aspecto significativo encontrado es que el 60% de los alumnos interpretan que sólo hay campo **E** en los alrededores de las cargas y no explicitan lo que sucede en el centro del cuadrado y en el interior del mismo. Esto podría deberse a que los estudiantes trazan un número finito de líneas de campo que básicamente excluyen el interior del la región cuadrada como se observa en la figura 5.

5. Reflexiones finales

Lo más destacado de este análisis es el uso de conceptualizaciones del dominio teórico, que los estudiantes aplican a las situaciones problema propuestas. Se observa que cada grupo acomoda su estructura conceptual y consensúa significados, y los adapta a la nueva situación. Los invariantes operatorios que ponen en juego los estudiantes evidencian la comprensión del carácter vectorial del campo eléctrico y su relación con la fuerza eléctrica, es decir, denotan que se van articulando con los invariantes anteriormente formados. En general, se observa a través de las producciones de los estudiantes que es un invariante operatorio *la dependencia del campo eléctrico con los signos de las cargas eléctricas*, más que con su ubicación espacial. En los casos en que

se reconocieron mayor cantidad de configuraciones de carga, *la simetría de cargas* se constituye en un invariante operatorio para organizar las configuraciones excluyéndose básicamente *la rotación de cargas.*

El comportamiento de los cuatro grupos es semejante cuando se les solicita que realicen una representación de las distintas configuraciones espaciales de cargas con todas las posibilidades de signos de las cargas a adoptar, comienzan por cuatro cargas positivas y luego cuatro negativas, siguen con dos cargas positivas y dos negativas pero en forma aleatoria sin seguir consideraciones de rotación o simetría.

El estudio ha puesto en evidencia que los integrantes del grupo 3 emplean el concepto-en-acción *estabilidad* asociado al signo de las cargas para analizar las configuraciones. Asociaron las cargas negativas a situaciones inestables y las positivas a situaciones estables. Esta afirmación fue discutida con el docente a cargo del curso, ya que en ningún momento de la intervención didáctica hubo algún comentario de los estudiantes al respecto. Cuando se les preguntó al grupo en cuestión comentaron que tenían esa idea del *secundario*. Se presenta, a continuación, un segmento de su producción donde dan cuenta de la estabilidad como concepto-en acto.

Se encontró que un número significativo de estudiantes tuvo dificultades para reconocer que las diferentes configuraciones de cargas, ante una rotación cíclica de las mismas, generan campos eléctricos diferentes por su dirección aunque conservando el módulo. Esto denota una limitación en el significado vectorial del concepto de Campo Eléctrico **E**, resultado que complementa las dificultades encontradas por Sousa y Favero (2002) sobre las dificultades de los estudiantes en el tratamiento vectorial del campo eléctrico

En relación con los conceptos-en-acción, se observa en la tabla 2, que la carga de prueba es específicamente referenciada cuando la situación es planteada en forma cualitativa, teniendo un rol diferenciado respecto de las cargas consideradas para organizar la configuración. En las situaciones cuantitativas la función de la carga de prueba queda diluida. En todos los casos se han puesto en juego los conceptos de: configuración espacial (si bien la forma de organizarla se ve diferenciada), fuerza eléctrica, dipolo eléctrico, equilibrio de fuerzas, líneas de campo, simetría y campo **E**. No obstante en todas las situaciones la presencia de la distribución en los vértices de un cuadrado ha orientado el estudio de la simetría de las configuraciones posibles hacia la de tipo central, es importante destacar que frente a una situación cualitativa con gráfica se ha avanzado en el estudio de otras simetrías y rotaciones.

Con referencia a los teoremas-en-acción se ha podido reconocer que la organización de las configuraciones de carga han seguido un ordenamiento atendiendo a los signos y cantidad de cargas componentes (4, 3 y 2 cargas del mismo signo). Sólo en la situación cualitativa con gráfico se ha reconocido la diferencia que tendrá el campo **E** frente a una rotación, para una misma configuración de carga.

Todos los grupos recurrieron a la consideración de superficies gaussianas para inferir en qué otros puntos el campo **E** sería nulo, dando evidencias de comprensión y uso operativo de la noción de flujo del campo **E**.

La presencia de la gráfica no provocó cambios sustantivos en la resolución, quizás por la sencillez de la geometría. Sin embargo el carácter del problema (cualitativo – cuantitativo) no sólo influyó en el esquema activado sino también en la cantidad de inferencias producidas, siendo mayor en las situaciones cualitativas.

6. Referencias Bibliográficas

Alzugaray, 2009 Variables que afectan el conocimiento en la comprensión del concepto de campo eléctrico Memorias del Congreso Educación en Enseñanza de las Ciencias VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias pp.19291932.

Becerra Labra, C., Gras-Martí, A., Martinez Torregrosa, J. (2005) *¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria?* La resolución de problemas de "lápiz y papel" en cuestión. Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 27 nro 2

Cabral da Costa S. y Moreira M.A. (2001) *"A resoluçao de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa"* Cad. Cat. Ens. Fisica, v.18, n.3, pp. 263-277.

Escudero, C., Moreira, M. A. y Caballero, C. (2003) *Teoremas y conceptos-en-acción en clases de Física introductoria en secundaria*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (España), 2(3).

Fávero M. H y Soares Gomes de Sousa, C. M. (2001). *A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica*. Investigaşão em Ensino de Ciencias, 6 (2).

Sousa, C. M. S. G. y Fávero, M. H. (2002) *Análise de uma situação de resolução de problemas de física, em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud*. Investigações em Ensino de Ciências, V7(1), pp.55-75.

Vergnaud G., 1990. *La Teoría de los campos Conceptuales*. Recherches en Didáctique des Mathèmatiques, Vol.10 (2,3) pp.133-170

ANÁLISIS DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA AL ABORDAR SITUACIONES DE MECÁNICA CUÁNTICA

Maria de los Ángeles Fanaro[1;2]*; Maria Rita Otero* [1;2] *; Marcelo Arlego*[2;3]
[1] NIECyT- Departamento de Formación Docente- UNCPBA- Argentina
[2] CONICET- Argentina.
[3] Instituto de Física- UNLP -Argentina.
mfanaro@exa.unicen.edu.ar, rotero@exa.unicen.edu.ar, arlego@fisica.unlp.edu.ar

Resumen
Presentamos una síntesis del trabajo de tesis que aborda el problema de la enseñanza de conceptos fundamentales de Mecánica Cuántica en la escuela media (Fanaro, 2009). Allí, elaboramos una estructura conceptual de referencia relacionada con el enfoque de la Mecánica Cuántica de Feynman "*Path Integrals*" o "Caminos Múltiples" adoptando los lineamientos didácticos propuestos en Otero (2006; 2007). Implementamos la propuesta en cursos de escuela media, y analizamos su viabilidad y adaptabilidad institucional. Presentamos aquí los resultados relativos a la conceptualización de los estudiantes, describiendo algunos teoremas y conceptos en acto que los estudiantes utilizaron al abordar las primeras situaciones planteadas en la secuencia.

Palabras clave: conceptualización, teoremas y conceptos en acto, electrón, sistema cuántico.

Definición del problema y marco teórico

El enfoque de la Mecánica Cuántica de Feynman "Caminos Múltiples", es alternativo y complementario al enfoque canónico. Partimos de la Física Clásica -cuyos conceptos son familiares a los estudiantes- y propusimos analizar y fundamentar la transición entre la Mecánica Cuántica y la Clásica. Adaptamos la formulación matemática de la Integral de Camino al conocimiento matemático de los estudiantes empleando un marco geométrico-vectorial. Luego aplicamos la técnica para explicar los resultados que se obtienen en la Experiencia de la Doble Rendija (EDR). El diseño produce la emergencia de las ideas de los estudiantes - electrones como "pequeñísimas bolillas"- y permite establecer que el concepto de sistema cuántico asociado a la técnica de *Caminos múltiples* explica la distribución de probabilidad de los electrones, que no puede derivarse desde las ideas clásicas. El análisis didáctico previo nos condujo a la elección del caso del electrón libre como un ejemplar que reúne las características de los sistemas cuánticos, y nos permitió aplicar la técnica a la disposición experimental de la EDR, de manera relativamente sencilla. Así, fue posible modelizar la curva de probabilidad obtenida en la simulación de la experiencia y explicar el patrón de interferencia. Estudiamos la conceptualización utilizando la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990). En este marco teórico, la noción de esquema y de concepto de Vergnaud se fundamentan en la forma operatoria y en los aspectos implícitos de la conceptualización como en su forma predicativa, en la cual el lenguaje tiene un papel central. Nuestro análisis se fundamenta en la importancia de estudiar la actividad en situación, es decir: la acción, la selección de información que el sujeto

considera pertinente, los invariantes operatorios, las reglas de acción y los instrumentos o mecanismos de control que utiliza. (Vergnaud, 2010)

Metodología

Utilizando la noción de situación propuesta por la TCC desarrollamos un conjunto de situaciones de enseñanza organizadas en una secuencia didáctica, para enseñar el comportamiento cuántico de los electrones a los estudiantes de la escuela secundaria (Fanaro, Otero, Arlego, 2007a, 2007b, 2009). Los conceptos e ideas principales que la secuencia pretende abordar son:

1. Forma de la distribución de probabilidad P (x) para pequeñas bolas y para electrones realizando la experiencia de la doble rendija.
2. El electrón como el sistema cuántico.
3. La noción de acción (S), la construcción del vector amplitud de probabilidad, y la construcción de la suma de todas las alternativas de funciones posición-tiempo (técnica STA).
4. Análisis de funciones alrededor de la función clásica ($x_{\text{clás}}$ (t)) calculando la probabilidad total en los casos cuánticos y en los casos clásicos.
5. La transición cuántico-clásico.

Implementamos la secuencia en un curso de Física de treinta (30) estudiantes de edad promedio 17 años, en una escuela media de la ciudad de Tandil, durante quince encuentros áulicos incluyendo las instancias de síntesis y evaluación, aunque la investigadora permaneció todo el año en el campo como profesora del curso. Durante las clases los estudiantes tuvieron un protagonismo central, interactuando, consensuando y formulando respuestas escritas en grupos de trabajo. Además, de momentos de síntesis, puesta en común y consenso con todo el grupo de clase.

Todas las clases durante el desarrollo de la secuencia fueron registradas en audio, y se recogieron todas las producciones escritas de los estudiantes. Los datos permitieron identificar algunos invariantes operatorios (I.O.) que los estudiantes usaron para enfrentar cada situación. De esta forma analizamos los obstáculos en el proceso de conceptualización, y proponemos ayudas para evitarlos.

Resultados

El diseño de las situaciones es un proceso complejo, debido a la multiplicidad de decisiones que hay que tomar con relación a: ¿Cuáles conceptos y principios pueden enseñarse a los estudiantes? ¿Cuáles cuestiones y problemas parecerían ser las más apropiadas para la conceptualización? ¿Cuáles inferencias podrían hacerse? ¿Cuáles representaciones de los conceptos serán evitados? ¿Cuáles acciones y actividades esperamos de los estudiantes? ¿Cuáles serán posibles? En la fase de diseño anticipamos las preguntas clave de la situación, y también las respuestas posibles de los estudiantes y del profesor a las cuestiones propuestas, los conceptos clave, y las acciones requeridas. También anticipamos los posibles teoremas y conceptos en acto que podrían ser utilizados por los estudiantes, y las posibles inferencias que realizarían. Luego de la implementación analizamos lo ocurrido en relación a lo esperado, tomando en consideración algunos de los componentes de los esquemas (Vergnaud, 1990): interpretamos qué selección de la información posiblemente realizaron y algunos de los teoremas en acto posiblemente utilizados por los estudiantes. También identificamos los mecanismos de control que pareciera que utilizaron los estudiantes y de acuerdo a éstos, que inferencias o explicaciones lograron formular.

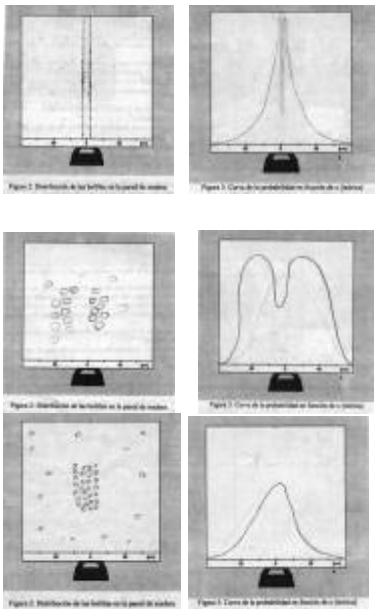
La Experiencia de la Doble Rendija (EDR) es muy importante en la Física, dado que ha sido y es un dispositivo experimental que permite apreciar tanto el carácter clásico como el cuántico, para la luz y los electrones. Planteamos a los estudiantes utilizando un software de simulación disponible. Previamente decidimos cuales variables serían controladas y cuáles valores serían adoptados para direccionar la conceptualización. Entre otras, propusimos dos situaciones consecutivas: Situación 1 "*Imaginando la experiencia de la doble rendija con pequeñas bolillas*" y Situación 2 "*Simulación de la EDR utilizando un software*". En la primera, presentamos a los estudiantes un esquema de la EDR sin software, donde ellos tenían que imaginar y anticipar los resultados de arrojar pequeñas bolillas al azar, que a continuación se encontraban con una pared con dos rendijas. Los estudiantes tenían que predecir la distribución de los impactos de las pequeñas bolillas sobre la pared colectora y la distribución de las frecuencias, con relación a la distancia en el centro de la pared (la abscisa). Luego, junto con el profesor, ellos analizaron que en el límite, la frecuencia tiende a la probabilidad. Llamamos Curva de Probabilidad a la curva obtenida al representar gráficamente la probabilidad de encontrar una bolilla, en cierta distancia del centro de la pared colectora. Les solicitamos a los estudiantes realizar gráfico de P (x) y luego, para construir el concepto de suma (o la no pertinencia de la suma cuando la experiencia se realiza con electrones) de las curvas de probabilidad, propusimos realizar la experiencia bloqueando el paso de las bolillas por una rendija por vez, y comparar los resultados. En la Situación 2, propusimos a los estudiantes analizar los resultados con el software de simulación, y realizarla con electrones en lugar de bolillas. Por cuestiones de espacio y a modo de ejemplo del análisis realizado, presentamos el análisis previo y posterior de estas dos primeras situaciones:

Análisis Previo de la Situación 1

Preguntas clave	***Acciones requeridas***	***Conceptos clave***	***Teoremas en acto esperados***	***Explicaciones e inferencias esperadas***
¿Cómo es la distribución de las bolillas en la pared de madera? ¿Cómo se representa la distribución según el eje x? ¿Cómo se relaciona esta distribución con la distribución obtenida al cerrar de a una rendija por vez?	Imaginar la experiencia para anticipar resultados. Dibujar los impactos de las bolillas en la pared. Graficar la curva de probabilidad en función del centro de la pared. Comparar las curvas dibujadas cuando se abre una rendija por	Distribución de impactos. Curva de probabilidad. Máximos de la curva P(x).	Las rendijas son un obstáculo para el reparto uniforme de las pequeñas bolas en la pared. La probabilidad de impacto es mayor donde hay una cantidad mayor de impactos.	Las pequeñas bolillas son lanzadas de a una, pero existe una zona donde es más probable encontrar los impactos, que corresponde a la proyección de las rendijas en la pared. En el límite, la fracción (N ° de pequeñas bolas que caen a una distancia x del centro de la pared) / N) representa la probabilidad. Habrá dos curvas correspondientes a cada rendija. La curva de

	vez, y en simultáneo.			probabilidad es la superposición de las curvas individuales

Análisis Posterior de la Situación 1

Selección de la información	***I.O. utilizados***	***Instrumentos de control***	***Inferencias realizadas***
La emisión aleatoria	*T_1: Si los procesos son aleatorios, entonces no hay ley de probabilidad*		*Las bolillas se distribuirán uniformemente sobre la pared.*
La fracción Nº de bolillas que arriban a una distancia "x" del centro de la pared/Nº de bolillas en total	*T_2: Aunque las bolillas son disparadas al azar, siguen una ley de probabilidad*	*Comparación entre las representaciones pictóricas externas, con su descripción y con el resultado imaginado*	*Como hay dos rendijas, las bolillas copian la forma en la pared de Madera y formarán "dos columnas de concentración de los impactos"*
Las rendijas están demasiado separadas y entonces los efectos no se superponen en el centro. *Las rendijas se encuentran muy juntas*	*T_3: El número de máximos es proporcional al número de rendijas* *T_4: Hay superposición de efectos individuales en el centro*		*Hay un máximo de probabilidad en el centro*

Discusión:
Cuando los estudiantes tuvieron que anticipar los resultados de la EDR, una gran parte utilizó inicialmente el teorema en acto de la distribución uniforme T_1 y lo siguió utilizando varias veces, como si la presencia de las rendijas no afectara el viaje de las bolillas hacia la pared colectora. Inferimos a partir de las conversaciones de los estudiantes, que posiblemente este teorema haya sido evocado por la expresión "las

bolillas son disparadas al azar". Los estudiantes tenían que abandonar el teorema T_1 para entender que las rendijas evitan una distribución uniforme de los impactos sobre la pared. Después de introducir la definición de probabilidad, cuando los estudiantes tuvieron que representar gráficamente la curva de distribución de probabilidad, la evidencia de la que disponemos indica que solo utilizarían T_2.

Reconocer la presencia de las rendijas y su influencia en la distribución de impactos, (T_2) era fundamental para entender la ley de probabilidad y poder concluir que esta ley es muy diferente cuando se utilizan electrones en lugar de bolillas. Algunos estudiantes no habían focalizado en el azar, y usaron el teorema T_2 desde el principio, tendiendo hacia las ideas probabilísticas. Ellos pensaron que las pequeñas bolillas serían concentradas en los ciertos sitios de la pared y no distribuidas sobre la pantalla entera.

Interpretamos que los estudiantes atribuyen la forma de la curva de probabilidad a la presencia de las rendijas, bien colocando uno, o dos máximos, esto es utilizando T_3ó T_4. De esta forma, estaban muy cerca de conceptualizar a la curva de probabilidades como suma de curvas, a partir de la consideración de superposición de efectos en el centro. Es importante destacar que los estudiantes llegaron a esas conclusiones a partir del análisis cualitativo de la experiencia, antes de realizar la simulación. Por otro lado, los protocolos muestran que los teoremas en acto referidos, son inestables y que la necesidad de dar una respuesta escrita común, genera un consenso que también es inestable. Sin embargo, desde un punto de vista didáctico las conclusiones de los estudiantes satisfacen las anticipaciones realizadas en el diseño de la secuencia.

Análisis Previo de la Situación 2

Cuestiones clave	***Acciones requeridas***	***Conceptos clave***	***Teoremas en acto esperados***	***Explicaciones e inferencias esperadas***
¿Cómo se puede explicar la forma de P(x)? Cómo es la relación entre las curvas individuales y la curva con ambas rendijas abiertas? ¿Qué relación hay entre las curvas individuales y la curva que se genera cuando se abren ambas rendijas?	Contrastar las predicciones con la simulación. Variar y controlar los parámetros ancho y separación de las rendijas. Cerrar de a una rendija por vez y analizar lo que ocurre. Describir las curvas obtenidas con electrones. Diferenciar las	Histograma de frecuencias Curva de probabilidad Suma de curvas Máximos y Mínimos de P(x)	Si las rendijas están cerca, en el centro habrá un máximo de concentración. En cambio, si las rendijas están separados, habrá dos máximos en la curva Los electrones son como pequeñísimas bolillas.	Para las bolillas, la curva obtenida con ambas rendijas abiertas tiene un máximo en el centro debido a la superposición de las curvas individuales. La experiencia debe dar resultados similares si se realiza con electrones o con bolillas.

¿Qué se obtiene en la EDR si se realiza con electrones?	curvas obtenidas con electrones y las obtenidas con bolillas.			

Análisis Posterior de la Situación 2

Selección de la información	***I.O. utilizados***	***Instrumentos de control***	***Inferencias realizadas***
Las rendijas se mantienen y sólo se cambia bolillas por electrones *Los electrones pertenecen al campo de la química.*	*T5: "Los electrones son pequeñísimas bolillas"* *T6: "Los electrones son partículas especiales"*	*Observación del máximo central de la curva P(x) sin notar la presencia de otros máximos relativos.* *Observación de electrones distribuidos en toda la pantalla*	*Los resultados de la EDR son los mismos se trate de electrones o de pequeñas bolillas.* *Los electrones pueden "atravesar" la pared blindada, porque tienen una cualidad muy especial: atravesar barreras. Es como si la pared no estuviera, entonces los electrones van a estar distribuidos por toda la pantalla colectora.*

Discusión:
Los estudiantes que utilizaron T6 predijeron una distribución uniforme. Cuando vieron la simulación, ellos se vieron confundidos porque el teorema en acto utilizado no podía explicar lo que les mostraba el software. Al haber notado que los impactos se encontraban por toda la pared colectora, recurrieron a la explicación que los electrones "atraviesan la pantalla y son distribuidas de este modo". Ellos no podían notar que había zonas de la pantalla que no tenía ningún impacto, ni relacionaron este modelo con los conceptos de onda, que claramente no estaban disponibles en ese momento.
Para otros estudiantes, como el electrón es considerado una partícula pequeñísima (T5) la experiencia seguiría enmarcada en mecánica, y no habría ninguna razón para pensar una explicación basada en conceptos ondulatorios. De esta forma, no percibieron los mínimos en la curva de probabilidad mostrada por el software, y fue el profesor quien los debió señalar. Esto muestra la importancia de las ayudas a la conceptualización que en este caso, solo podía dar el profesor, quien al intervenir, redujo el oportunismo que caracteriza al proceso de conceptualización. Además, el profesor trajo a consideración de la clase las siguientes ideas
- Las rendijas afectan la distribución de los electrones, y en ese caso, no se copia la forma de las rendijas, porque los electrones no son bolillas pequeñísimas.
- Los electrones son caracterizados como "sistemas cuánticos" indicando de ese modo su comportamiento particular y propio, que es muy diferente al comportamiento de los objetos macroscópicos y las partículas. De aquí se establece la necesidad para buscar una explicación de la forma de la curva obtenida que no se puede alcanzar sumando curvas individuales.
En síntesis, a pesar del escaso conocimiento de los estudiantes acerca del álgebra de funciones, (en este caso la suma) ellos lograron, con la mediación del profesor, realizar

inferencias relevantes, y necesarias para la conceptualización de los aspectos fundamentales de mecánica cuántica que la secuencia pretendía enseñar.

Conclusiones

El análisis realizado muestra la génesis conceptual que la secuencia consiguió generar. Focalizamos en algunos de los teoremas y conceptos en acto identificados durante el encuentro de los estudiantes con cada situación, lo que debe entenderse en el contexto de la complejidad del estudio del proceso de conceptualización. Las acciones dirigidas por estos invariantes operatorios, son sistemáticas y se producen en el devenir de la historia cognitiva de los estudiantes. Uno de los ejemplos más representativos de esto es la reiterada utilización por parte de los estudiantes del teorema en acto que concibe a los electrones como pequeñísimas bolillas. Este teorema en acto, construido y utilizado durante años en la escuela y en los medios, también tiene un correlato mental imagístico y otro pictórico externo, que parecen inevitables. Su origen puede rastrearse y documentarse en múltiples textos de física y de química, pero en lugar de negar las ideas de los estudiantes la propuesta las acepta, las explicita y las usa para hacer emerger las ideas cuánticas.

Las replicaciones y adaptaciones de esta secuencia con otros grupos de clase, han permitido reafirmar el papel que la relación entre esquemas del sujeto y situaciones tiene en la conceptualización antes comentada. Por ejemplo, el caso del azar y la distribución, en la experiencia de la doble rendija. Los estudiantes interpretaron la situación a la luz del concepto en acto de azar, recuperando los teoremas y conceptos en acto disponibles y a su juicio, acordes a la solución buscada. Al modificar la formulación de la situación, los teoremas y conceptos usados son otros. En consecuencia, las situaciones no pueden ser producto de la improvisación, sino que son resultado de un proceso de diseño, de análisis didáctico previo muy pormenorizado y de prueba efectiva en aula produciendo una reformulación y un nuevo ciclo. Como señala Vergnaud al admitir el carácter ***contingente*** de la acción, entendemos como los invariantes operatorios dirigen las acciones de los estudiantes, pero éstos invariantes son "gatillados" a partir de las preguntas y tareas solicitadas en las situaciones. En este sentido, la acción es también una oportunidad para la conceptualización pretendida.

Por otro lado, este trabajo también muestra la necesidad de discutir el significado de modelización en física con los estudiantes. Ellos tienen muchas dificultades para percibir que se trata de una forma de representar la situación que se quiere explicar - la distribución de los electrones en la pantalla colectora, en este caso-. Probablemente se podría sortear este obstáculo si durante su estadía en la escuela, trabajáramos la idea de que los modelos científicos son aproximaciones que no tratan directamente con la realidad ni la agotan, tal como en la aplicación del método de Feynman, sino intentos hipotéticos de explicar y predecir los fenómenos observados.

Bibliografía

Arlego, M. (2008) Los fundamentos de la mecánica cuántica en la escuela secundaria utilizando el concepto de integral de camino *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 3(1), 59-66 [On line] http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/?q=es/anio3_num1

Fanaro, M., Otero, M. R., (2008) Basics Quantum Mechanics teaching in Secondary School: One Conceptual Structure based on Paths Integrals Method *Lat. Am. J. Phys.*

Educ. 2(2), 103-112. [En línea] http://journal.lapen.org.mx/may08/LAJPE%20149F-Fanaro%20Otero.pdf

Fanaro, M; Otero, M R**;** Arlego, M. A (2009) Teaching the foundations of quantum mechanics in secondary school: a proposed conceptual structure I*nvestigações em Ensino de Ciências* – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,Porto Alegre, BRASIL.- ISSN 1518-8795 V14(1), pp. 37-64.

Fanaro (2009) La enseñanza de la Mecánica Cuántica. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos (España)

Fanaro, M; Otero, M R**;** Arlego, M. A (2011) Teaching Basic Quantum Mechanics in Secondary School Using Concepts of Feynman's Path Integrals Method. *The Physics Teacher*. ISSN: 0031-921x (en prensa)

Otero, M. R. (2006) Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1) 24-53 [on line] http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/files/anio1/num1/REIEC_anio1_num1_art3.pdf

Vergnaud, G. (1990) La théorie des champs conceptuels*, Recherches en Didactique des Mathématiques.* 10 (2/3), pp.133-170. La Pensée Sauvage, Marseille

QUÍMICA

El CONCEPTO DE SUSTANCIA QUÍMICA: DEL SUSTANCIALISMO AL NO-SUSTANCIALISMO DE BACHELARD

Javier E. Viau ; María Alejandra Tintori Ferreira
Facultad de Ingeniería. IFIMAR. UNMdP
grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Resumen
La elaboración del perfil epistemológico de los estudiantes se constituye en un instrumento para el planeamiento y análisis de la enseñanza de las ciencias. La evolución de los mismos permite interpretar el aprendizaje como cambio de los perfiles espistemológicos en donde pueda evidenciarse una evolución en el grado de racionalismo adquirido.
Así, vemos que cuando se indaga sobre una noción como la de sustancia química, las respuestas se encuadran en posiciones tales como las del realismo, mostrando el carácter absoluto de una definición primera, otras en un racionalismo lógico y otras dentro de un racionalismo formalista.
En "La filosofía del no", Bachelard muestra como la noción de sustancia se dialectiza, evidenciando una evolución epistemológica.
La obtención del perfil epistemológico, permite evidenciar los obstáculos epistemológicos que los alumnos deben superar durante su instrucción, y se convierte en un valioso instrumento para diseñar la estructura epistemológica de un modelo didáctico.

Palabras clave: sustancialismo, sustancia química, perfiles epistemológicos, modelos, modelos didácticos

1. Introducción

Bachelard (2003) fundamenta que cualquier concepto científico posee una perspectiva filosófica. Esta perspectiva filosófica a la que hace referencia, la construye basándose en que es indiscutible el progreso científico a lo largo de la historia, juzgado a través del progreso que muestra la jerarquía de los conocimientos. Así propone tomar ese progreso científico como eje de un estudio filosófico en el cual las distintas concepciones filosóficas se sitúen regularmente sobre dicho eje, partiendo del animismo y llegando al superracionalismo.
"*.... El pensamiento científico provee un principio para la clasificación de las filosofías y para el estudio del progreso de la razón....*", (Bachelard, 2003).
De esta manera, un concepto puede ser ordenado de acuerdo a distintos niveles sobre los cuales descansan filosofías científicas diferentes, y sin duda progresivas en cuanto a la jerarquía del conocimiento sobre el mismo.
Se así una especie de escala, que localiza los distintos debates filosóficos abiertos sobre el concepto, que es polémica en la medida en que referencia a distintas filosofías pero que no impide confusión de sus argumentos.
No obstante, esta propuesta que propone dispersar un concepto sobre una perspectiva filosófica no priva que existan otras posibilidades de dispersión, sustentadas sobre

diferentes perspectivas del mismo que provengan de otros campos del conocimiento que no sea el de la Filosofía.
Esto habla de una estructura Epistemológica que denota todo concepto, una estructura que se pone en evidencia con la dispersión que nos brinda un Prisma Filosófico Epistemológico (PFE) del mismo, estructura que es polémica, ya que está sustentada en distintas filosofías, pero que bajo el espíritu científico contemporáneo convoca al pluralismo y lo dialectiza (Viau et al., 2008).
La Figura 1 (Viau y Moro, 2009) muestra cómo la estructura epistemológica asociada a todo concepto es dispersada bajo el prisma filosófico epistemológico.

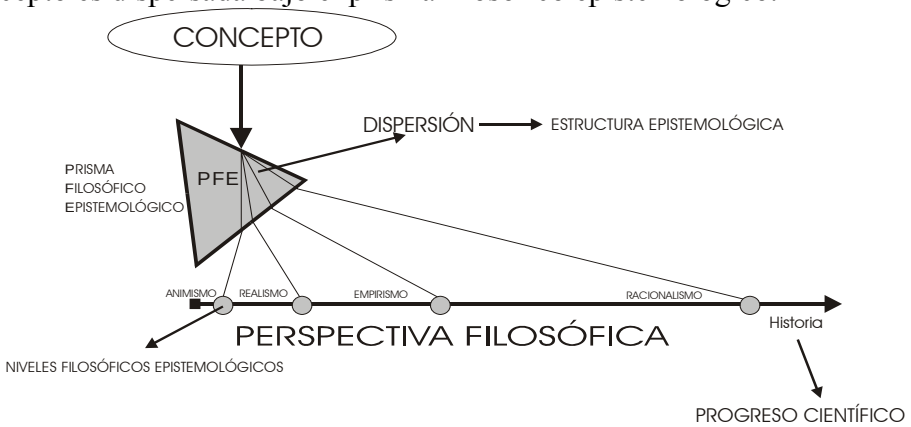


Figura 1.- *Perspectiva filosófica de un concepto.*

Cada nivel filosófico epistemológico plantea un aspecto o una faz del mismo. Así, Bachelard propone una escala, que es polémica por cierto, pues engloba a las distintas filosofías, pero que resulta interesante pues permite mostrar un debate, un pluralismo y una dialéctica de una perspectiva filosófica.
Siguiendo sus razonamientos ¿qué ocurre ahora si en lugar de analizar la estructura de un concepto bajo el PFE de la ciencia, se piensa en el concepto dispersado según un espíritu científico particular, es decir individual, como si cada sujeto se examinara a sí mismo dentro de su propio estadio de cultura? Es así como se introduce una nueva idea, que es la de perfil epistemológico, que de alguna manera resulta de la perspectiva filosófica de la ciencia, pero que tiene una connotación propia, individual, de cada persona, y que permite mostrar la estructura epistemológica cultural de la misma.

2. De la dialéctica de sustancia al perfil epistemológico

Toda asignación de un fenómeno conocido a través de un nombre científico aporta una satisfacción a un pensamiento perezoso. Uno de los síntomas más claros de la seducción sustancialista es la acumulación de adjetivos para un mismo sustantivo: las cualidades se ligan a las sustancias tan directamente que pueden yuxtaponerse sin mayor preocupación por sus relaciones mutuas. El progreso del pensamiento consiste en disminuir adjetivos que se convienen a un sustantivo. Se piensa científicamente en los atributos jerarquizándolos, no yuxtaponiéndolos (Bachelard, 2004).
En "La filosofía del no", Bachelard muestra como la noción de sustancia se dialectiza, evidenciando una evolución epistemológica. Del análisis de dicha dialéctica, hemos encontrado la posibilidad de sustentar dicha evolución racionalista en los siguientes componentes del perfil epistemológico.

Realismo ingenuo

En este estadio, la noción de sustancia es un concepto-obstáculo. Este concepto bloquea el conocimiento, no lo resume (Bachelard, 2003). La materia se concibe como algo

continuo, criterio que se refuerza con la observación directa. Toda asignación de un fenómeno conocido a través de un nombre científico aporta una satisfacción a un pensamiento perezoso. El modelo teorético no se relaciona con la percepción del mundo.

No se puede acceder a una cultura científica aceptando las explicaciones dentro de este estadio, así podemos plantear la siguiente paradoja pedagógica: lo referente a un conocimiento teórico de lo real, o sea un conocimiento que vaya más allá de una simple descripción, incluso dejando de lado la aritmética y al geometría, todo lo que es fácil de enseñar es inexacto.

La filosofía química abrazó, sin debate el realismo. La Química se convirtió así en el dominio predilecto de los realistas, de los materialistas, de los antimetafísicos. En este dominio, químicos y filósofos, trabajando bajo el mismo signo, han acumulado tal masa de referencias, que es hasta temerario hablar de una interpretación racional de la Química moderna. La Química es sin duda sustancialista, designa a las sustancias mediante una frase predicativa como lo hace el realismo ingenuo (Bachelard, 2003).

Del sustancialismo (realismo) ingenuo a un realismo cultivado (atomismo ingenuo)

Bachelard advierte que un realismo cultivado no puede basarse en la premisa, *todo es real*, el electrón, el núcleo, el átomo, la molécula, el planeta, el astro, etc. La noción de sustancia no tiene idéntica coherencia en todos los niveles, no todo es real de la misma manera, *la existencia no es una función monótona*, no puede afirmarse donde quiera y siempre con el mismo tono.

En la escuela milesia, el conocimiento teórico se forma como conocimiento de la sustancia o de la base de todos los cambios del mundo visible. Surge, el problema de la génesis de las cosas procedentes de la sustancia primera, que incluye ya sin dudas un aspecto químico, aunque es difícil separar lo puramente químico del planteo de los milesios. Se forma en este ámbito también el concepto de elemento, utilizado por primera vez por Platón.

Dentro de este marco, surge en la historia de la Química, la doctrina de Empédocles de los cuatro elementos. Empédocles caracterizó en el elemento químico la idea de inmutabilidad y de la limitada pluralidad en cuanto al número, imaginando una combinación química de los mismos para explicar las transformaciones.

El enfoque mecánico estructural de la sustancia y sus cambios cobra un poderoso desarrollo en el atomismo. Inspirado en Anaxímines con su idea de mecanismo junto a la concreción que de él hicieron los pitagóricos, surge el modelo de Demócrito. Es evidente en esta descripción del modelo de Demócrito, la idea de simple y complejo que es característica del concepto de sustancia química. Sin embargo, el acoplamiento de los átomos seguirá siendo para los atomistas una mezcla mecánica y no una combinación química.

Del realismo cultivado al empirismo. Química clásica (analítica)

En este segundo nivel, el concepto de sustancia se corresponde con una determinación objetiva precisa, está ligado al uso de la balanza y recibe inmediatamente el beneficio de la objetividad instrumental. Se representa aquí, un período científico en el cual el instrumento precede a su teoría. Esta conducta de la balanza, atraviesa edades y se transmite en su simplicidad como algo fundamental. Es un concepto simple y positivo, y tal uso simple y positivo de un instrumento (aunque sea teóricamente complejo), corresponde un pensamiento empírico, sólido, positivo e inmóvil. Fácilmente se cree que la medida es una referencia necesaria y suficiente para legitimar toda teoría. Pesar es pensar. Pensar es pesar, tal es el aforismo de Kelvin (Bachelard, 2003).

La ciencia de Lavoisier, que funda el positivismo de la balanza, está en relación directa con los aspectos inmediatos de la experiencia usual. Dalton que establece que en las combinaciones químicas los pesos relativos de los elementos contenidos en ella son siempre constantes. Nada más simplemente totalizador que esta clasificación que pone en marcha las dos nociones de peso atómico y de valencia química que dominan la química clásica.

Así, el análisis se convierte en la preocupación dominante de cualquier químico, multiplicando los esfuerzos de descomposición. La simplicidad aparece como un límite a cualquier esfuerzo de descomposición. Sólo en el siglo XX se establece una especie de coherencia de las sustancias simples, coherencia que confiere a los elementos un estatuto bien definido de sustancia elemental.

Del empirismo al racionalismo ingenuo: Mendeleieff. El atomismo cultivado.

Las investigaciones que surgen de la organización de las sustancias elementales por Mendeleieff, muestran que paulatinamente la ley domina al hecho, y el orden de las sustancias se impone como racionalidad. Un carácter racional de una ciencia de las sustancias que llega a predecir, antes del descubrimiento efectivo, propiedades de una sustancia desconocida. El químico comienza a concebir a las sustancia en su aspecto formal, antes de captarla bajo su especie material. El género gobierna a la especie (Bachelard, 2003).

Al uso simple y absoluto de la noción sucede la necesidad de un uso de nociones: la noción de sustancia se define dentro de un cuerpo de nociones, ya no es un elemento primitivo producto de una experiencia inmediata y directa. La razón no es de ningún modo una facultad de simplificación, sino que se desarrolla en el sentido de una complejidad. Es decir, sobre una noción particular, el racionalismo se multiplica, se pluraliza. No hay una razón absoluta, el racionalismo es funcional, diverso y viviente (Bachelard, 2003).

Cualquier sustancia química solo se define realmente en el momento de su reconstrucción. La síntesis es la que puede volver comprensible la jerarquía de las funciones. La realización sintética permite determinar una especie de jerarquía de las funciones sustanciales, injertar las funciones químicas unas en otras. De esta forma el espíritu científico ha suplantado completamente al espíritu precientífico. La descripción de las sustancias obtenidas por síntesis es en adelante una descripción normativa, metodológica, claramente crítica, donde se funda el racionalismo químico. El racionalismo aparece entonces como una filosofía de síntesis (Bachelard, 2003).

Del racionalismo ingenuo al racionalismo cultivado: Química Teórica

Desde entonces lo desconocido se formula. La química orgánica ha trabajado bajo esta inspiración: conoció también la cadena antes que los eslabones, la serie antes que los cuerpos, el orden antes que los objetos. Aparece así un poderoso a priori que guía la experiencia, lo real se convierte en realización. Así la Química colocó bajo la sustancia esquemas y fórmulas geométricas, las cuales se convirtieron en un vasto conjunto doctrinal y racional. Verdaderas funciones noumenales aparecieron en la Química. Se dio tránsito de la sustancia a un sustituto. Se razona sobra una sustancia química desde que se ha establecido su fórmula desarrollada. Se ve pues, que una sustancia química se asocia en adelante a un verdadero noúmeno (Bachelard, 2003).

De esta forma, la investigación de las sustancias queda bajo una ciencia de principios, de una doctrina de normas metódicas, un plan coordinado donde lo desconocido deja un vacío tan claro que un conocimiento surge antes de su verificación empírica.

Del racionalismo cultivado al racionalismo aritmético de la materia

Hay una diferencia filosófica esencial entre los períodos de la primitiva tabla de Mendeleieff, basada en las cualidades químicas, y el de la tabla moderna basada en las estructuras electrónicas. Los períodos primitivos, tal como aparecieron en las evaluaciones empíricas, son hechos sin explicación. Cuando la valencia química se explica como organizaciones electrónicas, el empirismo de partida aparece como un conocimiento en primera posición, conocimiento que se constata pero no explica. La teoría electrónica toma entonces la función de un orden de razones que explican lo hechos.

El principio ordenador no es el peso atómico sino el numero atómico. Y este número permite ordenar las casillas de la tabla de Mendeleieff. Si los filósofos meditaran este paso del ordinal al cardinal, serían menos escépticos acerca de los progresos filosóficos del pensamiento científico. Así, las familias químicas son explicadas electrónicamente. La sistemática Química se basa en esta noción. La organización electrónica, tomada como un nuevo campo de racionalidad que aclara indirecta, pero profundamente nuestro saber empírico. La tabla de Mendeleieff, reorganizada accede a un racionalismo aritmético de la materia, se convierte en un verdadero ábaco que nos enseña la aritmética de las sustancias, la cual ayuda a aritmetizar a la Química.

Hay que valorizar bien esta diferencia filosófica esencial: la materia no es eléctrica sustancialmente, es electrónica aritméticamente. Las cualidades sustanciales están por encima de la organización estructural, no por debajo. Las cualidades materiales son hechos de composición, no hechos en una sustancia íntima de los componentes.

Del racionalismo cultivado al racionalismo energético de la materia: fotoquímica.

La última tesis que contradice el axioma fundamental del atomismo filosófico es que la física contemporánea admite que el corpúsculo pueda anularse. De este modo el átomo, cuya primera función era resistir a cualquier cambio íntimo, y con mayor razón a la destrucción ya no ocupa en la ciencia contemporánea su función de absoluta permanencia. El antiguo refrán: nada se pierde, nada se crea, debe meditarse de nuevo. De esta manera la anulación del corpúsculo consagra la derrota del cosismo (Bachelard, 1975).

En otro tiempo se decía: la materia tiene energía. Esto limitaba la noción de materia, a su carácter inerte. Este materialismo exteriorista, este materialismo de la materia reducida a su inercia, de la materia que se toma como desprovista de energía ya no basta cuando se aborda la ciencia química contemporánea.

Un materialismo ensanchado, separado de la primitiva abstracción geométrica, lleva así, a asociar la materia y la radiación.

En la macrofísica del siglo XIX, se examinaba ya con interés las transformaciones de energía pero se trataba siempre de grandes balances en los que no se detallaba la evolución. De ahí la creencia en las transformaciones continúas en un tiempo sin estructura: la continuidad de una cuenta bancaria impedía la comprensión del carácter discontinuo del trueque. Se tomaba a la materia sólo como un soporte plácido y a la energía como una cualidad, de algún modo externo e indiferente al soporte (Bachelard, 1981).

La raíz esencialmente energética de los fenómenos químicos se impone a la investigación. El fenómeno no es una simple apariencia que podamos describir, es la manifestación de una energía. Si no se conocen las relaciones de energía, no se pueden explorar todas las posibilidades de acción que se abren para crear nuevas sustancias. En adelante, un filósofo que siga el pensamiento científico del químico contemporáneo,

deberá pensar que la energía representa la cosa en si. Se concreta esta vieja noción, de un carácter de monstruosa abstracción. La energía es el soporte fundamental de los fenómenos. Los fenómenos de la materia se conocen por las leyes de la energía (Bachelard, 1976).

Del racionalismo energético de la materia al dualismo del campo y materia.

No hay duda de que en la actualidad no se puede concebir toda la física edificada sobre el concepto de materia como lo creían los físicos del siglo XIX. Hay que aceptar los conceptos de materia y campo, y pensar que no son realidades completamente diferentes. Una imagen mecanicista de una partícula sería suponer que existe una superficie bien definida donde la partícula deja de existir y donde aparece el campo gravitacional. En esta imagen, la región donde son válidas las leyes del campo es separada abruptamente de la región donde está presente la materia (Einstein y Infeld, 2002).

De la teoría de la relatividad sabemos que la materia representa enormes depósitos de energía y que la energía representa materia, no pudiéndose distinguir cualitativamente entre materia y campo, ya que la diferencia entre masa y energía tampoco es cualitativa. La materia es así, el mayor depósito de energía, pero el campo que envuelve la partícula representa también energía, aunque en una cantidad incomparablemente menor. Por esto se podría decir: la materia es el lugar donde la concentración de energía es muy grande y el campo es donde la concentración es pequeña. Pero si este fuera el caso, la diferencia entre materia y campo sería sólo cuantitativa. No hay razón entonces para considerar la materia y campo como cualidades esencialmente diferentes entre sí.

No podemos edificar la Física sobre la base del concepto de materia únicamente. Pero la división entre materia y campo es, desde el descubrimiento de la equivalencia entre masa y energía, algo artificial y no claramente definido.

3. Metodología en el diseño de modelos

El diseño de modelos tiene por primer etapa la elaboración del perfil epistemológico de los alumnos sobre los conceptos involucrados en la estructura conceptual del modelo (Viau, 2009). Para tal fin, el diseño de investigación corresponde al de un estudio exploratorio descriptivo a través del análisis de las respuestas de los estudiantes.

Esta primera indagación sobre los perfiles permiten comprender la modelización que realizan los alumnos como producto de su transitar en las aulas de ciencias. Todo modelo didáctico, debe enfocarse a lograr el mayor grado de racionalismo posible en el alumno, teniendo en cuenta el nivel de formación del alumno lo que redundará en distintos grados de racionalismo. Dentro de este marco epistemológico que dará lugar a la estructura epistemológica del modelo, resultará la estructura didáctica que permitirá alcanzar la transposición epistemológica (Viau, 2008) del mismo.

4. Consideraciones finales

La unidad de la experiencia aparece, en efecto, desde una doble perspectiva: para los empiristas, la experiencia es uniforme por esencia puesto que todo proviene de la sensación; para los idealistas, es uniforme porque es impermeable a la razón. (Bachelard, 2002).

Así pues, tanto el realismo tradicional como la fenomenología moderna resultan inadecuados para abordar la microfísica. La revolución epistemológica que conlleva la microfísica conduce, además, al reemplazo de la fenomenología por una noumenología, es decir, por una organización de objetos del pensamiento.

La idea de sustancia, deberá ser profundamente modificada, ya que se percibe el lento y gradual desgaste que padeció a lo largo de la evolución del pensamiento científico, en donde ya no es la materia de donde debe partirse sino la radiación, es decir la luz (Bachelard, 2002).

La elaboración del perfil epistemológico de los estudiantes se constituye en un instrumento para el planeamiento y análisis de la enseñanza de la ciencia. De esta manera, el aprendizaje de los conceptos podrá interpretarse como una evolución de los perfiles epistemológicos, siendo una tarea esencial del docente ayudar a superar los conflictos epistemológicos e inducir a los alumnos a reflexionar sobre sus propias ideas para conducirlos al racionalismo científico.

5. Referencias bibliográficas

Bachelard, G. (1975). La actividad racionalista de la física contemporánea. Buenos Aires: Siglo XXI.

Bachelard, G. (1976). *El materialismo racional*. Buenos Aires: Paidós.

Bachelard, G. (1981). *El nuevo espíritu científico.* México: Nueva Imagen.

Bachelard, G. (2002). *Estudios*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Bachelard, G. (2003). *La filosofía del no*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Bachelard, G. (2004). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Einstein, A. y Infeld, L. (2002). *La física, aventura del pensamiento*. Buenos Aires: Losada.

Viau, J., Moro, L., Zamorano, R. y Gibbs, H. (2008). "La perspectiva filosófica de un concepto: una analogía de Bachelard", en Horacio Faas y Hernán Severgnini (Eds.), Epistemología e Historia de la ciencia.: selección de trabajos de las XVIII Jornadas Volumen 14 (2008), N 14, Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, pp. 557-562.

Viau, J. E, Moro, L. E., Zamorano, R. O. y Gibbs, H. M (2008). La transferencia epistemológica de un modelo didáctico analógico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5(2), 170-184.

Viau J. y Moro L. (2009). "Una apertura hacia la noción de "modelo" siguiendo a Bachelard", en Diego Letzen y Penélope Lodeyro (Eds.), Epistemología e Historia de la ciencia: selección de trabajos de las XIX Jornadas Volumen 15 (2009), N 15, Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, pp. 527-535.

MODELOS PARA MAESTROS O MAESTROS MODELO

Almirón Mirian, Arango Claudia, Porro Silvia
Universidad Nacional de Quilmes
miralmiron@yahoo.com.ar, cbarango@gmail.com, sporro@unq.edu.ar

Resumen
La enseñanza de la ciencia, en la escuela, ha cambiado mucho desde mediados del siglo XX. Si los/as alumnos/as desde sus primeros pasos en la escuela tienen la posibilidad de acercarse a la ciencia desde la práctica, las respuestas se irán presentando ante ellos/as contribuyendo de esta manera a que crezcan no sintiéndose ajenos al mundo de los/as científicos/as.
La presente unidad didáctica tiene como objetivo constituirse en herramienta para la capacitación de docentes de nivel primario, tanto en su formación inicial como en servicio.
Para ello, se formularon actividades que buscan poner de manifiesto las concepciones que los/as alumnos/as poseen al respecto, muchas de las cuales se presentan como verdaderos obstáculos al momento de aproximarse a los modelos científicos. Es necesario que los/as docentes, cambien la manera de pensar y abordar la ciencia.

Palabras clave: ciencias experimentales - formación docente - aprendizaje

1. Introducción:

La propuesta que aquí se presenta fue desarrollada a partir de la propia iniciativa de un grupo de maestras de una escuela primaria, quienes, ante la necesidad de responder a los intereses de sus alumnos/as sintieron un vacío (palabra utilizada por las docentes) en cuanto a su formación, que se vio manifestado en una sensación de inseguridad que se les presentó a la hora de crear un puente entre la ciencia y los/as alumnos/as. Es ante esta situación que la escuela decide convocarnos para colaborar en el intento por contribuir en el estudio de las ciencias y permitir que el saber científico sea un conocimiento transversal dentro de la escuela y no un compendio de saberes ajenos y alejados de la realidad inmediata.
En las escuelas son los/as maestros/as quienes intentan adecuar los temas científicos, para ser presentados a los/as niños/as. Este proceso es lo que Chevallard (2001) dio en llamar trasposición didáctica, y consiste en transformar el conocimiento elaborado por los/as científicos/as para que pueda ser aprendido por los/as alumnos/as. En este proceso se presenta una complicación de carácter lingüístico ya que la diferencia entre ambos lenguajes evidencia la brecha entre ciencia erudita y la ciencia escolar.
Esta unidad didáctica intenta acercar la ciencia a los/as docentes esperando que sea de utilidad para el desempeño de sus futuras prácticas tanto en el laboratorio como en las aulas.
Esta modalidad, está orientada a demostrar que en la naturaleza ningún hecho es aislado y que los saberes científicos, si bien son producidos por expertos, están al alcance de todos y conviven diariamente entre nosotros (Pacífico, 1996). Contribuir a que la escuela sea el nexo entre los/as alumnos/as y la ciencia es un desafío que estamos dispuestas a afrontar.

2. Objetivos generales

Acercar a los/as docentes una comprensión dinámica de las Ciencias, permitiendo que puedan conocer las diferentes posiciones teóricas en el ámbito científico y así, facilitar su desempeño en el espacio áulico.

- Desmitificar a las Ciencias, es decir, sacarla del lugar *"neutro", "objetivo" e "inalcanzable"* que opera en el imaginario de una gran parte de las/os docentes.
- Trabajar conjuntamente con los/las docentes facilitándoles recursos y estrategias, con el fin de lograr una profundización de los conceptos que integran el conocimiento científico, mostrando la relación que existe entre los principales conceptos científicos (químicos, físicos y biológicos).

Objetivos específicos

- Favorecer la utilización de modelos[26] científicos en la escuela primaria y detección de modelos erróneos subyacentes.
- Incorporar y reconocer la idea de espacio libre entre las moléculas existentes en toda la materia e identificarlo en diferentes situaciones de la vida cotidiana.
- Comprender la adherencia como la fuerza de atracción entre dos sustancias y verificar esta propiedad en situaciones de la vida cotidiana.
- Reconocer cambios físicos y químicos en la materia y demostrar la diferencia entre dichos cambios.

3. Desarrollo de la unidad

Se desplegarán, a lo largo de la unidad didáctica, diversas experiencias que nuclean los tópicos más importantes de Ciencias Naturales, cada una de esas actividades podrá ser retomada y relacionada con las demás y con diversos contenidos del diseño curricular vigente.

Aclaración: en la lengua española el género masculino en singular y plural incluye ambos géneros. Esta forma propia de la lengua oculta la mención de lo femenino. Pero, como el uso explícito de ambos géneros dificulta la lectura, para la unidad didáctica emplearemos el masculino inclusor en todos los casos)[27]

Clase I. - Indagación de ideas previas.

Se comienza la clase mientras se terminan de disponer los elementos a utilizar sobre la mesa de trabajo, paralelamente comienza a interrogarse sobre la seguridad en el laboratorio para luego pasar a explicar algunas normas sobre el uso de los mecheros y la ventilación.

Actividad 1. Seguridad:

Es necesario tomar ciertos recaudos para el trabajo en laboratorio y en especial si los que realizarán las actividades son los alumnos de una escuela primaria. Hasta las experiencias más sencillas pueden ocasionar inconvenientes si no se plantean de antemano una serie de normas que sistematizan el trabajo dentro de los laboratorios. A continuación se redactan posibles peligros que se pueden presentar y cómo planificar un trabajo seguro.

[26]Los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objeto específico" (Chamizo, 2010)

[27] Alejandro Pujalte, Paula Santamaría, Agustín Adúriz-Bravo y Elsa Meinardi (2010)

En algunas actividades se necesitan fuego y/o calor (gas natural, mechero, calentador portátil o cualquier otra fuente de calor), los siguientes consejos sirven para la mayoría de las ocasiones incluso si no se usa gas natural.

- Si debe almacenar líquidos clientes en recipientes de vidrio, utilice solamente aquellos que resisten el calor.
- Recoja el cabello largo y sujete prendas de vestir holgadas.
- Conozca la ubicación y el modo de utilización del matafuego que debe estar presente en el laboratorio.
- Sepa cómo actuar en caso de incendio y dónde se ubican las salidas de emergencia.
- Cuando caliente un líquido en un tubo de ensayo, no someta al calor siempre el mismo lugar sino que flamee en forma circular y ondulante el tubo sobre la llama y oriente el extremo abierto del mismo hacia el lugar contrario adonde se encuentran las personas.
- Los materiales calentados deben enfriarse antes de ser manipulados.
- Mantenga líquidos inflamables lejos de las llamas.

Actividad 2. Material de Laboratorio

> *"El mundo es una enorme cocina, y nuestras cocinas, pequeños universos donde todo el tiempo ocurren las más variadas reacciones químicas, físicas y biológicas. Porque ¿qué es la cocina sino un laboratorio, con casi todos los elementos necesarios para hacer los experimentos más complicados y – en el mejor de los casos- hasta comestibles?"*
> *Diego Golombek*

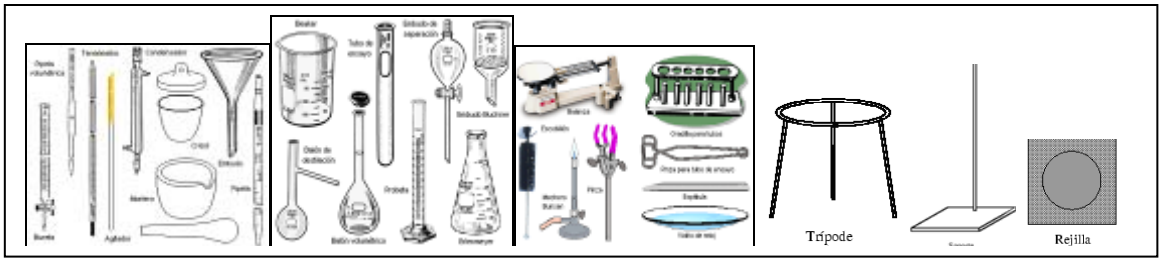
Pablo Schwarzbaum[28]

Se presenta a las docentes la frase anterior y se inicia una reflexión a partir de la pregunta contenida en la misma *¿qué es la cocina sino un laboratorio….* El objetivo es desmitificar la idea que no se pueden realizar experiencias de laboratorio sin contar con los elementos específicos y que las reacciones químicas, biológicas y físicas están permanentemente presentes en la vida cotidiana y nosotros formamos parte de ellas a diario.

Si bien durante las experiencias se van a utilizar elementos de uso cotidiano, consideramos importante que tengan una aproximación a algunos de los materiales específicos que se utilizan en laboratorios.

En la elaboración de los elementos que se encuentran en un laboratorio se utilizan diferentes materiales, según sea el uso que se le dará a esos elementos. Se utilizan: porcelanas, diferentes metales, madera, corcho, caucho, asbesto, teflón, vidrio.

Los elementos presentan formas diversas, según se los utilice para medir, para calentar, para sujetar otros elementos o para otras funciones como trasvasar, limpiar, mezclar, etc.



[28] El cocinero científico (2004)

Figura I. imágenes de elementos de uso específico en laboratorio

Materiales de laboratorio sustituto para trabajar en la escuela

Material especifico	Sustituto
Caja de Petri	cortando las bases de dos recipientes plásticos de diferentes tamaños.
Cápsula de porcelana	pequeño recipiente enlozado.
Discos de papel de filtro	filtros para café
Embudo	parte superior de una botella plástica
Espátula cuchara	cucharas de plástico
Gradilla	caja de huevos de cartón perforada (posición invertida)
Mortero y pilón	recipiente de vidrio grueso y el extremo del mango de madera.
Pinza de madera	broche de madera para ropa
Pipeta graduada	jeringa
Probeta graduada	recipientes graduados de plástico o vidrio, utilizados en la cocina
Tela de amianto	discos de amianto que se utilizan en las cocinas
Trípode	lata de conserva vacía (en posición invertida) a la que se le habrán realizado cortes (patas)
Tubo de ensayo	tubos de vidrio común, siempre que no se pongan en contacto directo con una fuente de calor.
Varilla de vidrio	varillas macizas de vidrio o plástico
Vaso de precipitado	parte inferior de una botella plástica (cortada)

Tabla I. Elementos de laboratorio y sugerencias de sustitutos.

Clase II - Actividad 3. Espacios vacíos en la materia

Se entrega a cada alumno un vaso vacío y se les solicita que lo llenen hasta que desborde. Luego se las interroga si existe la posibilidad de incorporar algo más al vaso.
Acto seguido se les entrega varios alfileres metálicos y se pide que los introduzcan, de a uno y lentamente, en el vaso que contiene el agua hasta que el agua nuevamente desborde por las paredes del mismo.
A continuación se les pregunta *¿Cómo pudieron entrar los alfileres si según la primera impresión de ustedes, fue que el vaso estaba lleno?*
Obviamente, es imposible mostrar el tamaño y la forma de átomos y moléculas en el aula. Sin embargo, en la experiencia no resulta difícil comprender que los alfileres fueron acomodándose en los espacios vacíos que dejan las moléculas de agua. Se pueden presentar otros ejemplos de la vida cotidiana por ejemplo cuando tenemos una taza llena de café, a punto de desbordar, dónde se ubica el azúcar que colocamos.

Actividad 4. Adherencia

Se ponen a disposición de los alumnos tubos capilares de diversos tamaños (capilares, sorbetes, mangueras finas, pipetas, etc.). Luego de reconocer los materiales se les indica que los sumerjan en un recipiente con agua coloreada (el colorante solo sirve a los efectos de facilitar la observación). Se les pide que observen y registren los niveles alcanzados por el agua dentro los diferentes tubos. Luego de intercambiar respuestas y posibles deducciones del fenómeno observado se concluye que el nivel de agua alcanzado en los diferentes tubos fue superior al nivel del recipiente contenedor y que la

altura alcanzada por el líquido de cada tubo fue diferente observando que, cuanto más pequeño es el diámetro del tubo más alto será el nivel alcanzado por el agua.
Las moléculas de agua que se encuentran cerca de las paredes del tubo estarán por encima del nivel que alcanzan las moléculas del líquido que se encuentra en el centro el envase contenedor. Las primeras se encuentran más elevadas porque la fuerza de atracción ejercida por el vidrio, es más fuerte sobre las moléculas que se encuentran más próximas a él. El descenso del nivel en el centro del tubo se debe a que la fuerza de atracción disminuye hacia el centro del tubo. Se puede reforzar el concepto observando la forma que adquiera el agua en el interior de un tubo de ensayo. De esta manera sube el agua por los capilares de las plantas.
Este mismo concepto lo podemos observar en la vida cotidiana cuando, por ejemplo, queremos secar agua con un trapo seco y con uno húmedo siendo este último el de mayor rapidez en la absorción pero también será el que pueda incorporar menos líquido que su símil que se encuentra seco, algo similar ocurre cuando colocamos un apósito sobre una herida o cuando pintamos una pared.

Clase III - Actividad 5 Cambios Químicos

Se pregunta a los alumnos, que se encuentran reunidos en grupos, sobre sus conocimientos acerca de los cambios químicos.
Se solicita que confeccionen una tabla de tiempo en función de temperatura, para poder registrar datos.
Se les pide que coloquen 10 medidas (cucharadas, tapitas, etc.) de agua oxigenada en un vaso y a eso agreguen 5 medidas de agua. A continuación deben sumergir el bulbo del termómetro en el líquido, leer y registrar la temperatura inicial (T_0) en el cuadro.
Luego deben medir una cucharada de levadura y agregarla de una vez al vaso, agitar suavemente y ahora la consigna es leer y registrar, en la tabla, la temperatura cada 10 segundos. Para continuar se pide que use los datos obtenidos para construir un gráfico de temperatura en función del tiempo.
Se incluyen a continuación algunas de las preguntas realizadas durante las experiencias tendientes a favorecer la construcción del conocimiento.
¿Qué forma tiene el gráfico obtenido? ¿Durante qué período de tiempo se produce el mayor cambio de temperatura? ¿Y el menor?
Además del intercambio calórico ¿qué otro hecho se puede observar que señale que se está produciendo una reacción química? ¿Qué líquido se podría agregar al sistema de la experiencia para lograr un cambio de temperatura más lento? En este último caso se sugiere que es conveniente repetir el experimento para corroborar la predicción.
Las reacciones químicas son procesos en los cuales una o más sustancias se transforman en otra u otras nuevas sustancias. Estos procesos consisten en un reordenamiento de los átomos, que se agrupan de diferente manera en los reactivos y en los productos, por lo que su cantidad y su identidad se conservan. La ruptura de enlaces químicos en los reactivos y la formación de nuevos enlaces en los productos están siempre acompañadas de cambios energéticos.
¿Cómo sabemos que se está produciendo una reacción química? A nivel microscópico existen diferentes indicadores tales como cambios de color, desprendimiento de gases, aparición de sólidos en el seno de un líquido, cambios de temperatura que se producen en el sistema como manifestación externa de un cambio químico.
Cuando se produce liberación de energía en forma de calor se dice que se produce una reacción exotérmica. En cambio la reacción será endotérmica cuando ocurre con

absorción de calor, ya sea entregado por el medio o suministrado por una fuente de energía. La levadura produce la descomposición del agua oxigenada. Se libera oxígeno gaseoso y la temperatura del sistema aumenta durante aproximadamente un minuto y luego permanece constante, indicando que toda el agua oxigenada se ha descompuesto. Para lograr que la reacción ocurra con mayor rapidez, debe ser menor la cantidad de agua, para que la concentración de agua oxigenada sea mayor, con lo cual aumenta la velocidad de la reacción.

Actividad 6. Cambios físicos

Se presenta a los alumnos una mezcla en la que se encontraban presentes bolitas, arena y limaduras de hierro (sin anticipar la cantidad ni cuáles son los materiales que componen la mezcla). La consigna es que piensen en algún método que permita separar los componentes del sistema.

Probablemente ésta sea la experiencia que menos dificultades ofrezca a los participantes pero esta actividad, que por cierto es la última de la unidad se eligió con este alto grado de sencillez para reforzar la idea de la utilización de actividades simples que resultan de suma utilidad para permitir a los alumnos apropiarse de los conocimientos e introducirlos en el apasionante mundo de la ciencias experimentales.

Las bolitas se recogen de a una y las limaduras pueden ser apartadas de la arena utilizando un imán.

4. Instancias de evaluación

Al finalizar las tareas se aplica una encuesta para poder medir los alcances de la unidad didáctica, permitiendo de esta manera elaborar actividades para corregir posibles errores en la apropiación de los conceptos.

5. Consideraciones finales:

Sostenemos que es de vital importancia para comenzar un cambio crear condiciones para que los/as educadores/as, dentro de sus espacios de trabajo suscriban una visión crítica de las ciencias que se ponen en juego dentro de la escuela, de la investigación en el área y de la formación docente. Pensamos que "es posible transformar las prácticas pedagógicas de la escuela, si se generan los espacios institucionales necesarios para reflexionar acerca de los supuestos que las sustentan" (Brandi, Berenguer y Zúñiga, 1997:123).

Estamos convencidas que la formación de nuestros/as educadores/as debe ser permanente, ya que los conocimientos cambian constantemente. Además, la formación en servicio debe ajustarse estrictamente a las necesidades de los sujetos, dado que cada realidad institucional es diferente, y por ello creemos que la capacitación debe darse dentro de la escuela por especialistas que conozcan las problemáticas específicas de cada lugar, en pos de generar una suerte de acompañamiento de las prácticas que se desarrollan en el aula.

Para finalizar, consideramos que es necesario que los sectores que históricamente se vieron relegados (en nuestro caso, los/as docentes) del quehacer científico y de las políticas educativas que tienen que ver con la formación docente, tengan un mayor grado de participación, es decir, que se debe dejar de considerar a los/as educadores/as como meros/as ejecutores/as de políticas y saberes impuestos por expertos/as, que poco tienen que ver con la realidad cotidiana de las escuelas.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo-, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. Revista electrónica de investigación de Educación en Ciencias, 4, número especial 1, 40-49
- Brandi, S.; Berenguer,J.; Zúñiga, M. (1997). Currículum y conocimiento; un proceso de construcción social en la escuela. San Juan, EFU,
- Chamizo, J.A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias Revista Eureka Divulgación Científica, 7(1), 26-41
- Chevallard, Y. (2001).La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Editora Aique, Argentina
- Galagovsky, L y Adúriz-Bravo, A (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico análogo. Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 231-242.
- Golombek, D. y Schwarzbaum, P. (2004). El cocinero científico: cuando la ciencia se mete en la cocina. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina.
- Gutiérrez, R. (2005) Polisemia actual del concepto "Modelo Mental": Consecuencias para la investigación Didáctica. Investigacoes em Ensino de Ciencias, 10(2), 209-226.
- Kenneth S. Davis y John A. Day. Agua: espejo de la ciencia. EUDEBA, Buenos Aires, 1964.
- Lacreu, L (comp.) (2004). El agua: saberes escolares y perspectiva científica. Paidós, Buenos Aires.
- Martín Díaz, M. J. (2002) Enseñanza de las ciencias: ¿Para qué? Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1 Nº 2.
- Pacífico, A. (1996); Pensamiento Científico III; Prociencia, CONICET, Bs.As
- Pujalte, A., Santamaría P., Adúriz-Bravo A. Meinardi E. (2010) Una unidad didáctica centrada en la comprensión de la percepción de la luz y la visión en Revista electrónica Bio-grafía. Escritos sobre la biología y su enseñanza, Vol. 3 Nº 5.

BIOLOGÍA

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE IMUNOLOGIA

Viviane Abreu de Andrade; Evelyse dos Santos Lemos
CEFET/RJ – UnED NI e PGEBS/ IOC/ Fiocruz/RJ; PGEBS/ IOC/ Fiocruz/RJ
kange@uol.com.br

Resumo
O presente trabalho apresenta uma proposta didática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e organizada de acordo com os itens sugeridos por Moreira para a constituição de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), para o ensino de Imunologia em um curso de extensão, para alunos do 3º ano do curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ).

Palavras chave: Ensino de Imunologia, proposta didática, Aprendizagem significativa

1. Introdução

Ensinar de acordo com a perspectiva cognitivista, buscando oferecer condições para que alguém aprenda, não é uma tarefa simples. Os resultados de pesquisas nesta área revelam que não há uma forma *UNA*, prescritiva e pronta a seguir, capaz de atender a todas as demandas e superar todas as dificuldades inerentes ao aprender. Por conseguinte, a compreensão de como o sujeito aprende e dos fatores envolvidos neste processo pode favorecer a seleção de distintas estratégias metodológicas para o planejamento e o desenvolvimento de práticas de ensino de boa qualidade em diferentes contextos. Desse modo, o professor deve conduzir a sua prática com o fito de mediar e favorecer a relação e a interação entre o sujeito e o objeto. Em suma, o ensino deve oferecer ao aluno ambientes e situações que favoreçam as relações e interações entre: os alunos; os alunos e o professor; e os alunos e as informações.

No entanto, apesar do volume de conhecimentos já produzido na área de ensino e das recomendações apresentadas pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2006), ensinar Ciências Biológicas, no Brasil, favorecendo a interação entre os sujeitos e os elementos envolvidos no processo educativo e a relação entre os conceitos, nos dias atuais, ainda é considerado um desafio nas instituições responsáveis pela educação formal.

No caso específico da Biociência Imunologia, percebe-se que, dentre os poucos artigos que tratam deste tema, no contexto da educação brasileira (Canto & Barreto, 2006; Barreto & Araújo, 2009; Barreto & Teixeira, 2009), a metodologia de ensino, frequentemente descrita, envolve aulas expositivas, aulas práticas (atividades laboratoriais) e demonstrações com a utilização de animais em cursos de nível superior (Gurgueira et al., 2006). Alguns autores, de forma pontual, relatam o desenvolvimento e a utilização de estratégias interativas associadas às aulas teóricas expositivas. Contudo, observa-se, nestes estudos, pequena menção, ou atenção, aos conhecimentos prévios dos alunos, à importância de se definir as ideias centrais do tema para o planejamento e desenvolvimento de ensino e aos significados que, se fato, importa ensinar e aprender.

Diante desta realidade, a implementação de propostas de ensino que ofereçam alternativas com maior potencial para favorecer a aprendizagem significativa, valorizando os conhecimentos prévios do aluno, ainda urge como uma importante

necessidade para o enfrentamento das limitações ora postas. Diante desta demanda, este trabalho apresenta uma proposta didática para o ensino de Imunologia básica, no contexto de um curso de extensão para alunos do 3º ano do curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, escola pública federal localizada no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil.

Entedendo a Imunologia como uma Biociência de natureza sistêmica, dinâmica e complexa, cujas partes intercomunicam dialeticamente, nos interessa que os alunos percebam os eventos imunológicos como fenômenos biológicos. Nesta perspectiva, buscaremos apresentar as interações que ocorrem no organismo com os meios interno e externo como decorrência das estruturas celulares e moleculares associadas ao sistema imunológico e ao organismo como um todo, que resultam, como sugerem Vaz e Faria (1998), no reconhecimento de estruturas e no processamento de materiais, como se organismo se defendesse sem planejamento prévio e intencional.

Para tanto, subsidiaremos o ensino na ideia central da Biologia, a homeostase, por se tratar de uma ideia geral e inerente aos sistemas biológicos, caracterizada pelas relações que redundam na manutenção do equilíbrio dinâmico de um sistema, que, no contexto da Biologia, corresponde à estabilidade fisiológica (Tortora & Grabowski, 2006).

2. Marco teórico

Assumindo que o papel do professor, no processo de ensino formal, é ajudar o aluno a aprender e considerando que o aluno aprende relacionando o que já sabe com o que lhe é apresentado, adotamos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (Ausubel et al., 1980; Moreira, 2008) como principal referencial teórico para subsidiar a construção de uma proposta didática para o ensino de Imunologia.

Segundo a TAS, o significado de uma nova informação é construído pelo sujeito mediante a interação não-arbitrária e não-literal desta com algum conhecimento prévio (subsunçor), especificamente relevante, já presente na estrutura cognitiva do aprendiz. No decorrer deste processo, idiossincrático, o conhecimento novo interage com o prévio e passa a ter significado para o indivíduo. Assim, o conhecimento prévio se torna mais diferenciado, rico, amplo e elaborado, passível de generalização e de conotação, instrumentalizando o indivíduo a agir de maneira autônoma em seu contexto (Lemos, 2007; Moreira, 2008).

Para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias duas condições: o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve estar disposto a relacionar este material à sua estrutura cognitiva (Moreira, 2008).

Destaca-se que nem sempre os significados construídos são corretos e adequados do ponto de vista acadêmico-científico. Ou seja, o produto da aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem "correta" (Moreira, 2008).

2.1. A teoria aplicada no ensino formal

Para estruturar o ensino, sob perspectiva da TAS, é necessário que o professor considere o contexto do ensino (Moreira, 1999) e identifique previamente: os propósitos educacionais (o que é importante o aluno saber); a natureza do conhecimento a ser ensinado, ou seja, os conceitos básicos e centrais da matéria de ensino e a relação entre eles e, sobretudo, o que o aluno já sabe (Ausubel et al., 1980).

O material de ensino, em geral, deve ser estruturado valendo-se de conceitos mais amplos para os mais específicos, e ter significado lógico, ou seja, ser passível de ser

relacionado substantivamente com os conhecimentos prévios relevantes (ideias presentes na estrutura cognitiva) do aluno, além de ser claro e sequencial. As estratégias de ensino devem favorecer a negociação e o compartilhamento de significados, além da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa do tema (Moreira, 2008). Ou seja, favorecer a especificação e a generalização do tema, respectivamente, no decorrer das aulas e das atividades.

Ressaltamos que, em muitas situações de ensino, o aluno pode não apresentar em sua estrutura cognitiva conceitos relevantes que possam ser associados (*ancorados*) às novas informações (Ausubel, 1980; Moreira, 2008). Para contornar esta dificuldade, Ausubel et al. (1980) sugerem a utilização de organizadores prévios, materiais introdutórios, que devem ser apresentados antes do material de ensino. Este recurso instrucional possibilita o estabelecimento de "pontes cognitivas" entre o que o aprendiz sabe e a informação que será apresentada, ou explicitam a relação entre esta e os conhecimentos prévios do aluno. Podem, também, favorecer a aproximação do que o aluno sabe com o que ele deveria saber para aprender significativamente (Moreira, 2008).

3. A proposta didática para o ensino de Imunologia

O curso de extensão "Imunologia Básica" foi planejado tomando como base a experiência da professora no ensino da disciplina Biologia, no levantamento das percepções dos alunos de turmas do ano anterior, sobre Imunologia e na Teoria da Aprendizagem Significativa. Visando a coerência com o referencial assumido, ressaltamos que a proposta não deve ser interpretada literalmente, mas adequada ao público alvo e ao contexto do ensino. O foco central é ajudar o aluno aprender, valendo-se de seus conhecimentos prévios e de situações que o permitam negociar e compartilhar significados, condições estas basilares para ocorrência de aprendizagem significativa. Em adição, destacamos que a proposta a seguir encontra-se organizada de acordo com os itens sugeridos por Moreira (2011) para a constituição de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

3.0. **Contexto**: Esta proposta de unidade de ensino foi planejada e desenvolvida para um curso de extensão em Imunologia Básica, com duração de 40 horas (12 aulas), oferecido a alunos do curso Técnico de nível Médio de Enfermagem.

3.1. Objetivo: ensinar Imunologia básica (Anatomia, a constituição, e Fisiologia, a dinâmica, do sistema imune), com base em uma das ideias centrais da Biologia, proposta por Novak (1970) e Gagliardi (1986), a homeostase.

3.2. Situação inicial (2 aulas): Propor situações de ensino que favoreçam um amplo levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Sugere-se, antes da apresentação do **tema**, a realização de três atividades pré-testes: uma questão introdutória ampla, acerca dos tópicos que os discentes esperam estudar; questões relacionadas ao tema (*Como atua o sistema imune no contexto do organismo humano?; Cite palavras e/ou termos que você relaciona ao sistema imune; Identifique duas situações nas quais o seu sistema imune atuará em seu organismo.)* a serem respondidas individualmente sem recorrer a fontes de consulta*;* discussão oral e coletiva, orientada pelas perguntas e respostas das questões previamente respondidas.

Em seguida, apresentar um breve relato sobre a história da Imunologia e seu contexto de desenvolvimento no mundo ocidental, ressaltando o processo de construção deste conhecimento. Após a apresentação, propor uma discussão valendo-se da questão: *O*

homem nos dias de hoje desenvolve varíola?. Quando os alunos tiverem compartilhado uma resposta para esta questão, apresentar uma síntese do artigo de Lobato et al. (2005). Propor e orientar uma nova discussão com base na síntese deste trabalho. Por fim, conduzir a discussão com a apresentação de questões para reflexão: *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto?! Como atua...?!*

Fornecer textos, sobre a história da Imunologia, para leitura e discussão na aula seguinte, e os artigos de Lobato et al (2005) e de Porto e Ponte (2003) para leitura complementar.

Apresentar o trecho inicial do filme "*Yu-Gi-Oh!*™" (até 35 minutos), como organizador prévio da ideia central homeostase. Verificar se o jogo *Yu-Gi-Oh!* (e/ou outros do mesmo tipo) apresentado pelo filme é familiar ao grupo de alunos. Após a projeção do filme, apresentar uma situação-problema (*É possível estabelecer relação da regra do jogo com a atuação do Sistema Imune e a manutenção da vida no "mundo vivo"?!)*, de nível introdutório, cujo propósito é favorecer a relação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o jogo *Yu-Gi-Oh!*™, com a ideia central da Biologia, homeostase. Desta forma, buscar-se-á preparar o aluno para a apresentação do conhecimento que pretende-se ensinar, Imunologia Básica.

3.3. Situações-problema iniciais[29]**:** a) *se o sistema imune "defende" o organismo, como e o que acontece neste processo?* b) *quais as estruturas envolvidas neste processo?* c) *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto?! Como atua...?!*.

3.4. Revisão[30]: Revisar os conceitos *Vida* e *ser vivo*. Enfocar o conceito homeostase. Propor o estabelecimento de relações entre o conceito homeostase com outros tópicos já estudados pelos alunos nas diversas disciplinas já realizadas em seu curso, e com o jogo (organizador prévio). Propor a utilização do jogo didático *Imunostase card game*[31], jogo com mecânica[32] semelhante à do filme projetado. Além da construção de novas cartas para este.

3.5. O processo de ensino do tema (6 aulas): Propor a identificação dos sistemas que compõem o organismo humano, com base em uma figura esquemática, e, em seguida, apresentar uma nova situação-problema: *Qual é o resultado da interação e do funcionamento de todos estes sistemas no organismo humano?* Com base nas respostas que serão obtidas e anotadas no quadro, iniciar a apresentação do material instrucional. Apresentar os tópicos: conceito de Imunidade; barreiras primárias do organismo; anatomia do sistema Imune e resposta inflamatória. Fornecer uma lista de exercícios (com questões abertas) como tarefa a ser resolvida e apresentada na aula seguinte. Solicitar que reflitam sobre a possibilidade de construção de cartas com base nos conteúdos apresentados e em suas experiências acadêmicas e pessoais.

Realizar a atividade de "correção" da lista de exercícios, visando à promoção da negociação e do compartilhamento de significados. Ou seja, com discussões em grupos, seguidas da discussão na turma para apresentação de uma proposta de resolução coletiva para cada questão.

---

[29]Recomenda-se que todas as situações-problema e atividades sejam discutidas em grupo com mediação docente.

[30]No início das aulas, de maneira geral, revisar os tópicos trabalhados na(s) aula(s) anterior(s).

[31]Jogo desenvolvido por Andrade (2011), no contexto do Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ.

[32]A mecânica do jogo é a dinâmica que move o jogo, ou simplesmente o *como* jogar. A mecânica pode ser baseada em leilão, tabuleiro, estratégias, batalhas históricas, cartas de eventos e etc. (Marcelo & Pescuite, 2009)

Posteriormente, apresentar questões já conhecidas pelos alunos como *Qual(s) é o papel(s) do sistema imune no organismo?* e *Qual é o resultado da ação do sistema imune no organismo?*. E questões não familiares: *Comente as sentenças Agentes infecciosos são comuns, mas infecções são raras. Há mais bactérias no organismo que células humanas!; Descreva a ação do sistema imune no organismo da Bela Adormecida, mediante a lesão causada em seu dedo no fuso da roca; Quais as principais características físicas do processo inflamatório?*. Sugere-se que estas questões sejam corrigidas no mesmo formato da lista de exercícios. Com esta medida buscar-se-á "*enculturar*" os alunos a prática de negociação e compartilhamento de significados, para resolver diferentes tipos de questões (situações), gerando situações no ambiente de ensino, fundamentais no processo de aprendizagem significativa, que favoreçam a verbalização dos alunos a respeito do tema abordado pelas aulas.

Apresentar os tópicos processamento e apresentação do antígeno e seleção clonal. Projetar animações[33] para ilustrar a dinâmica dos processos. Ao término da aula propor questões que favoreçam a reconciliação integrativa das ideias apresentadas e discutidas: *Qual é o resultado da ação do sistema imune no organismo? Qual a sua relação com os demais sistemas que constituem o organismo?*.

Propor a ordenação seqüencial de eventos imunológicos listados e a resolução três questões *(A seqüência de eventos por você numerada na questão anterior refere-se a que tipo de resposta imune (celular ou humoral)? Justifique a sua resposta. b) A lesão sofrida pelo organismo que realizou a resposta imune acima atingiu os vasos sanguíneos? Justifique a sua resposta. c) Descreva outra estratégia que o organismo poderia ter utilizado para realizar o mesmo tipo de resposta citada na questão 01.)*

Apresentar os tópicos, memória imunológica, imunoglobulinas, tolerância imunológica, hipersensibilidade, autoimunidade e doença de deficiência imunológica.

3.6. Novas situações problema, em nível mais alto de complexidade (Esta etapa ocupará 2 ou 3 aulas)**:** Apresentar o jogo e propor aos alunos que estabeleçam relações entre os eventos imunológicos e as possíveis cartas e estratégias de jogadas referentes ao jogo didático a ser utilizado e os resultados destas no organismo do adversário.

Propor o estudo do caso intitulado "O MENINO QUE NÃO PRODUZ ANTICORPOS" publicado na Folha de São Paulo em 28/06/2009. A atividade consistirá em resolver as questões: *Escreva um texto apresentando as possíveis explicações sobre o que acontece com o organismo de Vitor.; Por que pessoas com imunodeficiência primária têm dificuldade em combater as infecções?; Qual medida que você sugere para resolver definitivamente o problema de imunológico de Vitor?*.

Apresentar quadros de vacinação propostos pelo Ministério da saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria. Com base nestes será solicitada a resolução de questões como: *Que motivos justificam a indicação da realização de imunizações logo no início da vida dos indivíduos? b) Em sua opinião, por que há diferenças nos calendários de vacinação propostos pelo Ministério da Saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria?*

3.7. Avaliação: avaliação da aprendizagem será baseada nos trabalhos feitos pelos alunos ao longo do curso, nas observações realizadas pela docente e, também, pela avaliação formal.

3.8. Aula final integradora: retomar todo o conteúdo da proposta da UEPS, rever os casos e atividades e estratégias de jogadas trabalhadas nas aulas anteriores. Ressaltar a relação da ideia central com todos os tópicos abordados e com outros tópicos já

[33] http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhci.html / http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhcii.html

estudados pelos alunos. Destacar as dificuldades do estudo e da pesquisa do tema, a importância deste conhecimento para a compreensão dos quadros de saúde e de doença, os avanços da área de conhecimento e as limitações de explicações ainda hoje existentes e que com o avanço das pesquisas e da produção de conhecimentos poderão levar a mudanças ou ao abandono de explicações melhores para os eventos imunológicos.

4. Considerações finais

Este trabalho apresentou uma proposta didática desenvolvida, à luz da Teoria da Aprendizagem Siginificativa, para o ensino de Imunologia básica em um curso de extensão, para alunos do 3º ano do curso Técnico, de nível Médio, em Enfermagem do CEFET/RJ.

Esperamos que a aplicação desta proposta possibilite a constituição de um ambiente motivador no qual o ensino seja centrado no aluno e que as atividades desenvolvidas oportunizem a negociação e o compartilhamento significados dos alunos entre si e destes com o professor. Além de, favorecer as observações de evidências de aprendizagem associadas às discussões, à construção e à solução de problemas.

Com efeito, intencionamos aplicar e avaliar a proposta quanto ao potencial de otimizar a aprendizagem de Imunologia, no contexto supracitado. E investigar o processo da aprendizagem do tema mediante a utilização desta proposta didática.

5. Referências

Andrade, V. A. (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Ausubel, D. P., Novak, J. D. & hanesian, H. (1980). *Educational Psychology: a Cognitive View.* New York: Holt, Rinehart and Winston.

Barreto, C. M. B. & Araújo, M. N. T. (2009). Avaliação da Aprendizagem de Imunologia entre Estudantes do Primeiro Ano Médico Usando a Taxonomia de Bloom. *Rev. Bras. Educ. Med*., *33* (4) sup. 4, 132.

Barreto, C. M. B. & Teixeira, G. A. P. B. (2009). Estabelecendo Relação entre a Prática Docente e o Aprendizado de Imunologia. *Rev. Bras. Educ. Med., 33* (4), sup.4, 483-484.

Brasil, Secretaria de Educação Básica. (2006). *Orientações curriculares para o ensino Médio Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.

Canto, F. B. & Barreto, C. M. B. (2006). O teatro de bonecos como estratégia didática para o ensino do sistema imunológico. *Caderno de programa e resumos do X Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia"*; 1º EREBIO (MT/MS/SP). São Paulo: UNICAMP, 66.

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Revista Enseñanza de las ciencias, 4* (1), 30-35.

Gurgueira, A. P., Costa, F. T. M. & Galembeck, E. (2006). Metodologia alternativa para aulas práticas de imunologia que fazem uso de animais de laboratório: desenvolvimento e utilização de vídeos. *Caderno de resumos do XIV Congresso Interno de Iniciação Científica – UNICAMP*. Campinas: UNICAMP/Pró-Reitoria de Pesquisa, 87-88.

Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia.* São Paulo: Editora da USP.

Lemos, E. S. (2007). A Teoria da Aprendizagem significativa e sua relação com o Ensino e com a Pesquisa sobre o Ensino. *Indivisa: Boletín de Estúdios y Investigación*, 8,120-130.

Lobato, Z. I .P., Trindade, G. S., Frois, M. C. M., Ribeiro, E. B. T., Dias, G. R. C.; Teixeira, B. M., Almeida, G. M. F. & Kroon, E. G. (2005). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 57 (4), 423-429.

Marcelo, A. & Pescuite, J. (2009). *Fundamentos de desing para jogos: um guia para o projeto de jogos modernos reais e virtuais.* Rio de Janeiro: Brasport.

Moreira, M. A. (2008). O aprender em situação formal de ensino. In: Masini, E. F. S.; Moreira, M. A., e Cols. *Aprendizagem significativa: condições e lacunas que levam a comprometimentos.* São Paulo: Vetor, 15-45.

Novak, J. D. (1970) *The improvement of Biology Teaching*. New York: The Bobbs-Merrill Company, Inc.

Porto, A. & Ponte, C. F. (2003). Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada. *Hist. cienc. saude-Manguinhos*. 10 (sup 2), 725-742.

Tortora, G. J. & Grabowski, S. R. (2006). *Corpo humano fundamentos de anatomia e fisiologia.* Porto Alegre: Artmed.

Vaz, N. M. & Faria A. M. F. (1998). *Guia incompleto de Imunobiologia***.** Belo Horizonte:
Coopmed Editora.

Comunicaciones Orales Completas

MATEMÁTICA

O PAPEL DA LINGUAGEM CIENTÍFICA NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Luzia Maya Kikuchi
Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo (FE-USP) - Brasil
luzia.kikuchi@usp.br

Resumo
No ensino de matemática, a linguagem científica utilizada envolve a leitura de gráficos, variáveis e de operadores, tais como: adição, subtração, multiplicação e divisão. Também existem os empréstimos de vocabulário da linguagem oral, mas que traz significados específicos na matemática, a saber, potência, base, raiz quadrada, contínuo e discreto. Desse modo, este artigo tem como objetivo discutir os fatores ligados aos obstáculos na aprendizagem em termos da não compreensão da linguagem matemática e mostrar que para se ter uma compreensão satisfatória, não basta ter o domínio de mecanismos automáticos de resolução de problemas e que, muitas vezes podem existir fatores mais internalizados envolvidos no aprendizado.

Palavras chave: linguagem científica, ensino-aprendizagem, resolução de problemas, obstáculos de aprendizagem, situações didáticas.

Introdução

A concepção do ensino de matemática para aqueles que não possuem facilidade, sempre se mostrou algo penoso, cheio de regras e de linguagem pouco acessível que fica muito distante da linguagem utilizada no cotidiano. Danyluk (1991) mostra que em sua experiência, vivenciou muitas falas de alunos de magistério afirmando que havia escolhido o curso por achar que não teriam que aprender muita matemática. A autora afirma ainda que a situação continua semelhante mesmo nos alunos dos cursos de graduação em Pedagogia. Assim como alunos destes cursos, essas descrições são muito presentes nas falas de alunos do ensino básico que não têm muita afinidade com a área de Ciências e Matemática. Mesmo os alunos do curso de graduação em Matemática, uma parte deles estuda decorando listas de exercícios e fórmulas para serem aplicados e repetidos mecanicamente. Tais fatos tornam-se preocupantes para nós educadores, dado que se eles trabalharem futuramente como docente dessa disciplina, a tendência de lecionarem da mesma forma repetitiva e mecânica será muito grande, tornando um ciclo vicioso, continuando com uma geração de alunos frustrados que não conseguem compreender a lógica de tanta memorização de fórmulas. Japiassu (1983) ainda afirma que o educador que limita a aprendizagem à mera repetição de estratégias, não trazendo uma reflexão ao aluno, é educador apenas por eufemismo.

Bianconi (2002), em notas de aula do seu curso de linguagem matemática, afirma que "*em matemática, todas as palavras têm um sentido preciso. Por isso, faz-se necessário que conheçamos seus significados"* (BIANCONI, 2002, p.1). Ou seja, para o aluno ter uma compreensão significativa, primeiramente deve ser capaz de deduzir o raciocínio através da leitura, mas para isso precisa entender a linguagem que está escrita no enunciado. Só assim será capaz de prosseguir nos estudos mais avançados da área, sem

o qual ficará estagnado por um obstáculo do qual não se saberá o real motivo de sua dificuldade.

Porém, mesmo o professor tendo boas intenções e criando situações que motivem o aluno a se deparar com uma situação de reflexão, é comum que o aluno em algum momento se pergunte qual a importância da aprendizagem da linguagem científica em seu cotidiano, já que suas pretensões futuras não envolveriam nenhuma atuação como cientista, por exemplo. Nesse momento, o educador precisa distinguir para o aluno a diferença entre o senso comum e o pensamento científico. Karam (2009), citando Pietrocola (2002), afirma que os físicos usam a linguagem matemática para a estruturação do pensamento científico e "*que a Física é uma ciência que elabora modelos da realidade, os quais costumam ser altamente matematizados, e os confrontam com os resultados obtidos em seus experimentos*" (KARAM, 2009, p.182) e tais conceitos não podem ser elaborados apenas pelo pensar do cotidiano. Sendo assim, mesmo que o aluno não se torne um especialista no assunto, precisa compreender minimamente a diferença entre o formalismo científico e o senso comum, e que nem todas as representações do mundo a sua volta podem ser feitas através do seu saber do dia a dia.

Brousseau (2000) também é enfático quando afirma que trabalhar com matemática implica não só a resolução de problemas, mas com a formulação de boas questões. Sendo assim, quando o aluno assume o papel de cientista, agindo como tal, é necessário que "*ele aja, formule, prove, construa modelos, linguagens, conceitos, teorias, os troque com outros, reconheça aqueles que são compatíveis com a sua cultura*" (BROUSSEAU, 2000, p.38) e retirando aquilo que lhe são úteis.

Compreendendo essa diferença, seria importante para o educador investigar estratégias para que os alunos sejam instigados a pensar e demonstrar o raciocínio lógico-dedutivo, em vez de memorizar fórmulas e mecanismos que não são capazes de explicar a sua utilização. Nesse caso, o professor tem o papel de criar uma situação de um mini-mundo científico para criar situações de discussão, mostrando que a "*linguagem seja meio para dominar esta situação e as demonstrações sejam provas*" (BROUSSEAU, 2000, p. 38)

Além disso, quando não se conhece a linguagem científica, o natural do ser humano é utilizar-se do senso comum. No entanto, esse mesmo conhecimento pode atrapalhar a compreensão do novo significado do aprendizado. Nas palavras de Bachelard, se o senso comum impede o prosseguimento do aprendizado, então é necessário que ocorra uma ruptura. Desse modo, o professor não deve recriminar um aluno que comete um erro ou equívoco, mas mostrar caminhos que levem à compreensão do erro que necessita ser retificado para se chegar a uma conclusão aceita como correta. O impedimento de se avançar no conhecimento é chamado por Bachelard de *obstáculo.*

Fundamentação teórica

Para superar obstáculos, não somente é necessário tentar uma aproximação do contexto novo com o do aluno, utilizando recursos de linguagem adaptada ao meio que o educando está inserido para fazer uma aprendizagem por comparação ou equilibração, como é necessário identificar as competências e concepções que aquele estudante desenvolveu ao longo do tempo. Vergnaud (1994) enfatiza a importância de analisar o que os alunos já internalizaram do aprendizado, que são capazes de explicitar este conhecimento sem muito esforço em variadas situações, e aqueles que, ainda que saibam utilizá-los, uma pequena mudança do contexto seria suficiente para que ocorra um processo de desequilíbrio e consequente insegurança de aplicar o conhecimento que

tecnicamente havia aprendido. De certo, não é uma tarefa das mais simples a de detectar as origens e encontrar soluções para estes obstáculos. Astolfi (1994) afirma que para superar obstáculos não basta apenas o desejo voluntário por parte dos alunos de querer superá-los, nem tampouco de menosprezar ou supervalorizá-los. Há uma necessidade de selecionar os que podem ser superados e organizar uma estratégia didática coerente que cause efeito.

Em relação aos conceitos matemáticos, Magina (2005) afirma que a complexidade dos conceitos matemáticos é determinada pela variedade de situações e que cada uma delas não permite uma análise única, mas que requer vários desses conceitos para que se tenha maior compreensão do problema. A autora afirma também que os conceitos matemáticos são desenvolvidos em longo prazo, determinando assim que a relação entre tempo e maturação para enfrentar o novo problema pode variar de aluno para aluno, nada tendo relação com a sua idade cronológica, por exemplo.

Nesse aspecto, Brousseau em sua Teoria das Situações Didáticas, também aponta uma categoria de obstáculos classificado de *Ontogenéticos*, quando a maturidade mental, não necessariamente ligada à idade cronológica, para enfrentar uma nova classe de problemas não seja suficiente; ainda que o seu conceito tenha sido aplicável em um conjunto de problemas anteriores. Basta uma nova categoria de exercícios para que ocorra novamente o processo de desequilíbrio. O sucesso para enfrentar um novo desafio, assim como nas palavras de Magina (2005), depende do tempo que o aluno se deparou, enfrentou e desenvolveu ao longo do tempo o conceito adquirido. Para Piaget, em sua teoria da Epistemologia Genética, um dos fatores que podem influenciar no aprendizado são os fatores variantes. A teoria psicogenética mostra que a inteligência é algo construído em função das interações com o meio, tanto físico como social, em um indivíduo.

Logo, a situação de acomodação em relação ao que já se conhece, cria uma condição de desequilíbrio em relação ao que é novo, principalmente quando não se tem afinidade com a nova circunstância que o aluno precisa lidar. Há uma tendência muito forte do ser humano de memorizar ou aprender apenas o que julgar necessário para o seu cotidiano. Do mesmo modo, quando o aluno se depara com uma nova linguagem da qual não se tem conhecimento, passa pela sensação de que essa habilidade é voltada apenas para os que nasceram aptos para compreender tal complexidade. Consequentemente sentem-se intimidados, criando bloqueios psicológicos, negando o aprendizado e se auto-rotulando, de maneira pejorativa, que nunca serão capazes de aprender as ciências exatas. Assim como Brousseau afirma, um obstáculo é um conjunto de dificuldades relacionadas a um conhecimento, que foi adaptado adequadamente, mas para um caso específico ou sob condições especiais. Ao surgir uma nova situação e, com ela, a necessidade de rupturas e novas acomodações, esse conhecimento torna-se obstáculo, pois o indivíduo resiste às novidades em defesa do conhecimento já estabelecido. O papel do professor, portanto, é criar a ponte para a compreensão da nova linguagem para gerar o aprendizado do novo conhecimento, um modo de superar o obstáculo em que o aluno se encontra. Para tal efeito, Danyluk complementa:

> A Matemática, olhada como um corpo de conhecimentos organizado por uma lógica, possui uma linguagem peculiar de expressão e revela certos aspectos do mundo. Estes aspectos não são isolados de outras áreas de conhecimento, pois a Matemática possui o seu modo de ser e diz algo do mundo. E, por revelar

> aspectos do mundo, o texto que fala de matemática não pode ser olhado como algo isolado. (DANYLUK, 1991, p. 40)

É importante ressaltar para o aluno que a linguagem científica é construída por um processo contínuo e constante, que com o tempo será familiarizada e incorporada como aprendizado. Tudo isso explica a própria lógica da construção da ciência cuja construção ocorreu dentro de um processo, passando por revoluções científicas, por períodos de adaptação para, finalmente, ser aceita como verdade universal. Portanto, é importante destacar que não é necessário ter uma grande preocupação quando o aluno se deparar com a primeira dificuldade, pois entender a linguagem científica é um passo importante, mas não o seu todo. Como Pietrocola (2005) afirma, *"bastaria um olhar mais atento às todas as fases da publicação da pesquisa para revelar que a linguagem nominalizada não permeia todo o processo de produção do conhecimento"* (PIETROCOLA, 2005, p.2). Por outro lado, Bronowski (1983) aponta a verdadeira utilidade do uso da linguagem científica:

> A existência de palavras ou símbolos para coisas ausentes, desde 'dia bonito' a 'impedimento infinito', permite que os seres humanos pensem em si mesmo em situações que não existem realmente. Este dom é a imaginação, e é simples e forte, porque não é senão a capacidade humana de criar imagens no espírito e de as utilizar para construir situações imaginárias. (BRONOWSKI, 1983, p.33)

Logo, é necessário que exista uma linguagem própria para comunicação da matemática, assim como necessitamos de vocabulários específicos para podermos nomear os objetos em nosso cotidiano, evitando usar generalizações como *aquilo* ou como *coisa*.

Metodologia e Resultados

A falta de conhecimento da linguagem científica levanta questionamentos aos professores e pesquisadores da área afirmando que o motivo do fracasso dos alunos nas disciplinas de ciências é a falta de conhecimento matemático.

Lemke (1998b) afirma que se a ciência utiliza diversas linguagens para construir seus conhecimentos, então, deve-se aprender não somente as suas linguagens, mas também sobre elas (LEMKE apud CARVALHO & CARMO, 2006, p.3). Partindo dessa hipótese, traremos exemplos de investigação para discutir se o que impede o progresso dos estudantes nas disciplinas de ciências é de fato a falta de conhecimento ou habilidade matemática ou se há um problema mais profundo que permeia o entendimento ou falta de compreensão da linguagem das ciências. Brousseau (1983) considera que os erros "*são baseados em um conhecimento prévio que não foi adequadamente generalizado ou transposto para uma nova situação"* (BROUSSEAU apud CURY, 2007, p.33).

Cury (2007) afirma que as pesquisas ainda carecem de usar esses erros dos alunos como ferramentas de aprendizagem e de atividades que desafiem o aluno a tentar mudar a sua atitude perante aos erros.

Nos exemplos a seguir, as análises partiram da minha experiência docente, ou mesmo de exemplos de artigos relacionados ao assunto. Através deles, apontaremos os possíveis obstáculos envolvendo a linguagem científica.

O seguinte problema ilustra um exemplo que poderia ser apresentado em uma classe de 9º ano do Ensino Fundamental:

Exemplo 1: "Um prédio tem sombra, pela luz solar, projetada no solo horizontal com 70 m. Simultaneamente um poste de 8 m de altura localizado nas proximidades deste prédio tem sombra do mesmo tipo com 14 m. Calcule a altura do prédio.
Primeiramente, o professor espera do aluno que ele seja capaz de visualizar e desenhar o problema proposto. Se o aluno não consegue decodificar as informações do enunciado, a fim de ser capaz de passá-lo para uma representação, consequentemente a solução para o problema se tornará bem difícil. Apesar desse problema ser típico para aplicação do conceito de semelhança entre dois triângulos, se o aluno não conseguir visualizar corretamente o modelo proposto, nada adianta saber aplicar mecanicamente os conceitos. A seguir, veja a visualização do exercício:

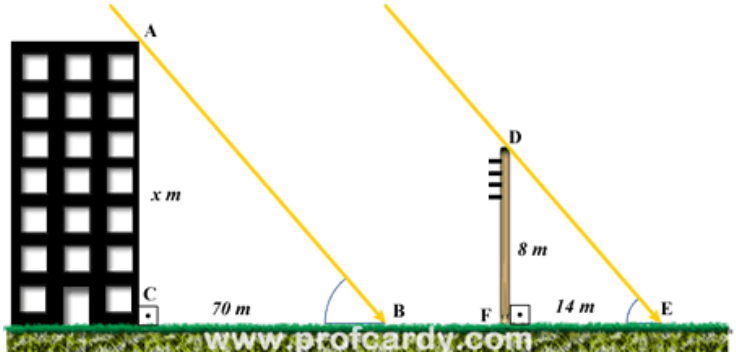


Figura 1. Desenho da projeção da sombra de um prédio sob o chão

Um possível obstáculo que impediria o aluno de esboçar o problema é levar em consideração fatores externos que normalmente ignoramos no momento da elaboração de um exercício-modelo, que é elaborado em condições ideais. Um dos exemplos desses fatores externos seria: *E se o Sol estiver a pino? Como poderia ter uma sombra? (Sol do meio-dia, desconsiderando a latitude da cidade e pensar que o Sol está em uma posição perpendicular em relação ao solo, não criando uma sombra)*. Para o professor ou aluno que já está acostumado a lidar com problemas como este, é fácil enxergar que o problema utiliza-se de uma situação em que a sombra seja de um tamanho viável o suficiente para que possa ser medida, não sendo necessário pensar na hipótese de uma condição adversa que normalmente no cotidiano enfrentaríamos. Logo, é responsabilidade do professor explicitar ao aluno que nessas circunstâncias é necessário pensar em um caso ideal e que em todo exercício que se deparar de agora em diante, deverá primeiramente pensar na situação que possibilitará a aplicação dos mecanismos aprendidos em aula.
Outro problema que podemos encontrar nesse mesmo exercício seria pós-representação: a mecanização sem o contexto. Dado que ele saiba aplicar perfeitamente os conceitos de semelhança, saiba reconhecer os elementos do triângulo como cateto oposto, cateto adjacente e hipotenusa, se ele não se ateve a essência do sistema que compõe esses três elementos do triângulo e que o sistema é composto por: luz solar, prédio e chão ou luz solar, poste e chão permite a aplicação dos elementos do triângulo retângulo, isto geraria outro tipo de obstáculo.
Vejamos agora um exemplo que poderia ser trabalhado nos anos finais do Ensino Médio e principalmente para os cursos de graduação em Matemática:

Exemplo 2: Tabela-verdade das cor $(\wedge)$ões "e" $(\vee)$,"ou $(\neg)$, "não"

A	B	$A \wedge B$	$A \vee B$	$\neg A$
V	V	V	V	F
V	F	F	V	F
F	V	F	V	V
F	F	F	F	V

Figura 2. Tabela verdade - Fonte: Notas de aula, Bianconi, 2006.

Nesse caso, a linguagem matemática se torna essencial para compreender a lógica do preenchimento correto da tabela. É necessário compreender o que representaria as letras A ou B e esses símbolos das conjunções "e", "ou" e "não". É claro que pelo senso comum da linguagem falada, aproximar A e B como sendo duas orações, a tabela se tornaria algo mais próximo de um contexto já conhecido. Desse modo, para que a condição "A e B verdadeiras" seja satisfeita, então as orações A e B devem ser verdadeiras, já que a conjunção "e" pressupõe adição. Logo, se qualquer uma das orações for falsa, a condição tornar-se-ia automaticamente inválida. Não seria o caso da conjunção "ou" que pressupõe alternativa. Por conseguinte, qualquer uma das orações A ou B sendo verdadeiras, satisfará a condição "A ou B verdadeiras" e obviamente a negação é sempre o oposto do que cada uma das orações pressupõe.
Uma rápida explicação de como utilizar ou interpretar corretamente a tabela acima evitaria que o aluno se deparasse com um obstáculo por conta da linguagem, pois se observarmos como na explicação acima, a lógica é bem simples. Porém, a complexidade da linguagem formal utilizada assustaria de certo um estudante que nunca se deparara antes com uma tabela desse tipo.

Considerações finais

Dentro da Didática da Matemática, Brousseau define quatro tipos de obstáculos, correspondentes a diferentes maneiras com que podem ser tratados no plano didático. Dentre as quais se classificam em Epistemológicos, Didáticos, Psicológicos e Ontogenéticos. Entendemos que as categorias que mais estejam ligadas com as dificuldades com linguagem matemática sejam os Epistemológicos e Ontogenéticos. Pois já que na primeira categoria, estão ligados às dificuldades conceituais e decorre da falta de conhecimento aprofundado do conteúdo ou da compreensão do seu processo de desenvolvimento ao longo da História. Quando o aluno se depara com um exercício como o do primeiro exemplo do prédio com as sombras, se ele não foi colocado em um contexto em que a aplicação de uma teoria matemática permeia as aplicações dentro do cotidiano, será muito difícil fazer essa transposição por conta própria.
Já na segunda categoria, ocorre quando a maturidade não é suficiente, ou quando outras dificuldades do desenvolvimento psicogenético do sujeito o impedem de compreender um conceito novo. Ele precisa adquirir uma maturidade mental, para compreender um assunto, a qual não necessariamente precisa estar ligada à idade cronológica. Ou seja, para entender o exercício da tabela-verdade, o aluno precisa ter entendido a linguagem matemática apropriada para que a lógica da construção dela tenha significado. Não obstante, a transposição do que ele já conhece em linguagem oral para uma leitura matemática é algo essencial para que haja a compreensão e significado do aprendizado.

Acreditamos que existe uma visão distorcida de professores que assumem que o fato dos alunos não se saírem bem nas disciplinas de ciências é por não dominarem as técnicas operatórias, assim como Pietrocola (2005) faz a seguinte observação:

> Professores acreditam que pelo fato dos estudantes dominarem operacionalmente alguns sistemas matemáticos, como funções, geometria, coordenadas cartesianas etc., são habilitados a tratar os fenômenos naturais através deles. Como se apenas o domínio técnico fosse necessário ao pensamento científico para apreender o mundo. (PIETROCOLA, 2005, p. 14)

O que ocorreu na realidade é a valorização da forma de organização do pensamento científico através da utilização de linguagem matemática. No processo da construção da ciência na história, observamos que não existia uma língua universal científica que permitisse a comunicação entre todos os povos do mundo. Primeiro, por que a distância não permitia que as pesquisas e as informações fossem trocadas na mesma velocidade que temos nos dias de hoje. Segundo, pelo fato das distâncias físicas fizessem com que as pesquisas ocorressem de forma isolada encorajando a utilização de uma linguagem própria que seria compreendida apenas no local de pesquisa. Tomando ciência dessa situação, houve uma necessidade de sistematizar e dar um nome comum a todos os objetos estudados dentro de cada área da ciência, e na própria matemática de forma que não fosse mais necessário referir-se aos objetos como "coisa" ou "aquilo" e até mesmo dispensar a necessidade de fazer uma descrição completa toda vez que fosse falado do objeto. Nesse caso, o papel do professor é, sobretudo, ensinar a linguagem científica apropriada para referir-se aos conteúdos que serão estudados e então fazer a construção da técnica e do desenvolvimento lógico para a compreensão das Ciências Exatas. Em Allevatto & Onuchic (2005, p.229) há uma questão que poderia ser um questionamento básico de interesse para os pesquisadores em Educação Matemática: Por que a Educação Matemática é tão importante no século XXI? Os autores apontam a hipótese de que o mundo atual está se utilizando da linguagem matemática para a tomada de decisões, mas que muitos ainda têm dificuldade de ter um bom desempenho matemático e de perceber como a matemática poderia ajudá-los a resolver problemas do dia a dia. Segundo Willoughby (2000), isso *"é uma falha tanto da Matemática que se ensina quanto do modo como ela é ensinada"* (WILLOUGHBY apud ALLEVATTO & ONUCHIC, 2005, p. 229).

Concluindo, há uma necessidade de reconstruir a linguagem científica presente nos conteúdos escolares, de uma forma que possibilite ao aluno utilizar as suas competências já construídas ao longo da sua vida escolar e que a linguagem sirva de auxílio ou apoio para prosseguir os estudos mais complexos e específicos da ciência e da matemática. Assim como Brousseau (2001) refere-se ao professor como uma espécie de ator, que recria o conteúdo que precisa lecionar de uma maneira que crie condições de aprendizagem apropriadas, não sendo necessário seguir exatamente o modelo já consumado de ensino que vem ocorrendo ao longo do tempo. Talvez seja necessário repensar quais tipos de situações didáticas e transposições didáticas serão pertinentes para conduzir a aprendizagem de matemática no século XXI, o qual é repleto de mudanças e de invenções tecnológicas a todo momento.

Referências bibliográficas

Allevato N. S. G, & Onuchic, L. R. (2005). Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: M. A.V. Bicudo, & M. C. Borba (Eds.), Educação Matemática: Pesquisa em movimento (pp. 213-231). São Paulo, SP: Cortez 2nd edition.

Astolfi, J. P (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. Enseñanza de las ciencias, 12(2), 206-216.

Bianconi, R. (2002). A linguagem matemática. Class notes, IME-USP. Retrieved June 10th, 2010, from http://www.ime.usp.br/~bianconi/recursos/

Brasil, S. E. F. (1997). Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (PCN). Brasília, GO: MEC/SEF.

Bronowski, J. (1983). Arte e conhecimento, ver, imaginar e criar. São Paulo, SP: Martins Fontes.

Brousseau, G. (2001). Os diferentes papéis do professor. In: C. Parra; & I. Saiz, (Eds.), Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed.

_____. (2000). Didática das matemáticas (pp. 35-113). Lisboa: Instituto Piaget.

Carvalho, A. P.; Carmo, A. B. (2006). Iniciando os estudantes na matemática da física através de aulas experimentais investigativas. In: X Encontro de Pesquisa de Ensino de Física - EPEF, Londrina, PR.

Cury, H. N. (2007). Análise de erros - o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte, MG: Autêntica. 1st edition (reprinted).

Danyluk, O. S. (1991). Alfabetização matemática: O cotidiano da vida escolar. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2nd edition.

Karam, R. A. S, & Pietrocola, M. (2009). ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 2(2), 181-205.

Lemke, J. (1998a). Qualitative research methods for science education. In: B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), International Handbook of Science Education, v.2, (pp. 1175-1189), Kluwer: Academic Publishes.

Magina, S. (2005). A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. In: ANAIS do ERPM 2005, Conferência do XVIII ENCONTRO REGIONAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA, Campinas, SP: UNICAMP.

Pietrocola, M. (2005). Linguagem e estruturação do pensamento na ciência e no ensino de ciências. In: M. Pietrocola (Ed.), Filosofia, Ciência e História, São Paulo, SP: Discurso editorial – 1st ed.

Vergnaud, G. (1994). Epistemology and Psychology of Mathematics Education. In: Nesher & Kilpatrick Cognition and Practice, Cambridge: Cambridge Press.

Willoughby, S. S. (2000). Perspectives on mathematics education. In: Learning mathematics for a new century, chap. 1, (pp. 1-15), Reston: NCTM.

ENSEÑANZA DEL CÁLCULO VECTORIAL EN EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Viviana A. Costa[1], *Marcelo Arlego*[2,3]
[1]IMApEC, Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina.
[2]Departamento de Física, UNLP, C.C. 67, 1900, La Plata, Argentina. [3]NIECyT, Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Tandil, Argentina.
vacosta@ing.unlp.edu.ar

Resumen
En este trabajo se expone una revisión bibliográfica que se enmarca en la etapa inicial de una tesis de doctorado en la que se abordará la problemática de la *enseñanza del cálculo vectorial en carreras de ingeniería.* El objetivo de este trabajo es relevar las distintas estrategias de enseñanza que tienen como propósito ayudar al alumno en la vinculación y comprensión de los conceptos involucrados, identificar posibles encuadres teóricos y metodológicos y delimitar la relevancia del problema de investigación. Para ello se analizan libros, artículos en revistas científicas, de divulgación, actas de congresos, simposios y jornadas, que abordan la problemática mencionada.

Palabras clave: enseñanza de la matemática, cálculo vectorial, ingeniería, estrategias didácticas.

1. Introducción

La *enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería*, tiene sus características y problemáticas particulares. Por un lado, está la problemática de la *enseñanza de la matemática*, con numerosas investigaciones que la abordan, desde diferentes dimensiones: la psicológica, la didáctica y la epistemológica y desde distintos marcos teóricos de referencia. Por otro lado, y más recientemente, está la problemática de la *educación en carreras de ingeniería*. Esta última, está asociada al avance de la tecnología, de la industria y de los requerimientos de la humanidad. El avance en esta línea de investigación se observa en el aumento de congresos, simposios y jornadas, tanto a nivel nacional como internacional dedicados a propiciar un escenario de reflexión sobre la innovación en la formación del ingeniero. Cabe citar: EMCI, CAEDI, en Argentina; SOCHEDI, en Chile; ICECE en Latinoamérica y a nivel mundial, organizado por IEEE, EDUCON[34].

Numerosos trabajos de investigación abordan estas problemáticas mencionadas proponiendo diversas *estrategias didácticas*, con diversos objetivos, algunos de ellos, el de propiciar aprendizajes significativos (Ausubel et al, 1990). Se entiende por *estrategias didácticas*[35] , a las estrategias de enseñanza que concretan una serie de actividades de aprendizaje dirigidas a los estudiantes y adaptadas a sus características, a los recursos disponibles y a los contenidos objeto de estudio, con el objetivo de favorecer la comprensión de los conceptos, su clasificación y relación, la reflexión, el ejercicio de formas de razonamiento y la transferencia de conocimientos.

Varias investigaciones dan cuenta de la problemática de la *enseñanza y aprendizaje del cálculo* en la universidad. Señalan que estas dificultades son de diferente naturaleza.

[34] http://www.educon-conference.org/
[35] http://peremarques.pangea.org/actodid.htm

Entre ellas, indican que en general se enseña el cálculo en forma mecánica, algorítmica, con el peligro que el alumno, solo aprende para lo que será evaluado, sin comprender los significados. En carreras de ingeniería, en general no se vinculan los conceptos del cálculo con los del contexto en el cual se enseña y no se atienden las necesidades particulares de los alumnos de estas carreras. Expresan la importancia de las investigaciones didácticas en el ámbito del conocimiento del profesor, como motor del proceso de enseñanza y aprendizaje (Zúñiga, 2007), (Moreno, 2005), (Kümmerer, 2003), (Guzmán, 2007), (McCartan et al, 2009).

2. La enseñanza del cálculo vectorial en carreras de ingeniería

Ingeniería[36] es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales. Sus inicios, como campo de conocimiento, están ligados al comienzo de la revolución industrial. En la actualidad la ingeniería se enfrenta con desafíos relacionados a temas claves, como son: la sostenibilidad, la salud, la reducción de la vulnerabilidad y la calidad de vida, entre otros (National Academy of Engineering, NAE[37]).

En el Congreso Mundial de Ingeniería 2010[38], se redactó un informe final. En el mismo, se destacó el requerimiento de ingenieros provistos de sólidos conocimientos y competencias técnicas y tecnológicas, de una sólida cultura general, conocimiento de las características y necesidades de su región, y dotados de una cosmovisión sistémica, que acompañe los acontecimientos históricos, de profundos cambios de paradigmas en todos los aspectos del quehacer social, político, económico, científico, tecnológico y ambiental.

A partir de estos desafíos, se requieren ingenieros con diversas competencias, entre ellas, disponer del conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, la física y otras ciencias, que serán sus herramientas fundamentales.

Por ello, la *enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería*, debe buscar diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje que acompañen los nuevos paradigmas.

En las carreras de ingeniería, una de las asignaturas básicas del área matemática, es el *cálculo vectorial*. El cálculo vectorial es un campo de la matemática referido al análisis real multivariable de vectores en dos o más dimensiones. El dominio conceptual y práctico de las herramientas que involucra es esencial para alumnos de carreras de ingeniería, el cual será importante para su correcta aplicación en la resolución de problemas de su especialidad, establecer leyes y para abordar los contenidos de las asignaturas como son: Electromagnetismo, Mecánica de los Fluidos, Aerodinámica, Mecánica de Sólidos, Transferencia de Calor, Mecánica del Medio Continuo, entre otras.

El cálculo vectorial, tiene sus orígenes durante finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX. En estos siglos se dan importantes acontecimientos relacionados con las

[36] CONFEDI. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. http://www.unalmed.edu.co/fisica/paginas/pregrado/autoevaluacion/documentos/ingenieria_argentina/definicion_ingenieria.doc
[37] http://www.nae.edu/nae/naehome.nsf
[38] http://ingenieria2010.com.ar/es.html

ciencias físicas y matemáticas, junto a las llamadas Primera y Segunda Revolución Industrial y las revoluciones sociales e intelectuales asociadas a ellas. Su desarrollo está relacionado con: los *cuaterniones* (de Hamilton), con la *teoría del potencial*, con la *ecuación de Laplace* y con el análisis matemático de los fenómenos físicos (Crowe, 1994). En particular con la *termodinámica*, la *hidrodinámica*, la *mecánica de los fluidos* desarrollada por Navier y Stokes y las investigaciones sobre la *luz*, la *electricidad* y el *magnetismo*, con Maxwell (Wussing, 1998), (Mankiewicz, 2005).
Gibbs, primer doctor en ingeniería en USA (1839-1903), es quien da la notación actual del cálculo vectorial, al elaborar una versión exclusivamente vectorial, independientemente de los cuaterniones. Es allí cuando se establece el cálculo vectorial como disciplina autónoma.
El aprendizaje del cálculo vectorial, presenta para los alumnos una gran variedad de conceptos. Entre ellos el concepto de *campo vectorial* y los *operadores nabla*, *divergencia*, *rotor* y *laplaciano*. El estudio de los teoremas de *Green*, *Gauss* y *Stokes,* que relacionan integrales de línea e integrales de superficie, con integrales dobles y triples. Además el cálculo de *flujo, potencial, trabajo* y *circulación* y sus *aplicaciones físicas* al magnetismo, a la mecánica de los fluidos, a la hidrodinámica, a la conducción del calor, a la resolución de ecuaciones diferenciales mediante la *teoría del potencial*[39] y al electromagnetismo (Marsden et al, 2004), (Simmons, 1993).
Estos nuevos conceptos, son de difícil comprensión para los alumnos, dado el grado de abstracción de los mismos, las nuevas técnicas de cálculo y el conjunto de conceptos previos con los que deben disponer (álgebra vectorial, cálculo integral y diferencial de funciones reales de una variable, espacio euclídeo y geometría analítica).

3. Revisión bibliográfica

En lo que sigue exponemos un resumen de una revisión bibliográfica realizada. Se consultaron libros, artículos en revistas científicas, de divulgación, en actas de congresos, simposios y jornadas, de la última década, que abordan la problemática de la *enseñanza del cálculo vectorial en carreras de ingeniería*. El objetivo de la revisión es el de relevar las distintas estrategias de enseñanza que tienen como propósito ayudar al alumno en la vinculación y comprensión de los conceptos involucrados. Además, identificar posibles encuadres teóricos y metodológicos, y delimitar la relevancia del problema de investigación. Se reflexiona sobre las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles metodologías de enseñanza y aprendizaje serian beneficiosas para la enseñanza del cálculo vectorial en carreras de ingeniería, teniendo en cuenta el escenario e intereses de los alumnos?
- ¿Qué significa poner la matemática en contexto de las ciencias?
- ¿Es necesario un abordaje interdisciplinario con la física en la enseñanza del cálculo vectorial en carreras de ingeniería?
- ¿Es útil el uso de TIC[40] como recurso mediador en el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo vectorial?

Los artículos analizados se agruparon en las siguientes categorías:

a) Trabajo interdisciplinario y contextualización de la matemática con la ciencia e ingeniería

[39] La *teoría del potencial* es una rama de las matemáticas, que estudia la ecuación de Laplace $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$, sus soluciones y aplicaciones (por ejemplo en la teoría de la gravitación).

[40] Tecnologías de la información y de la comunicación

En los artículos (Ramos et al, 2006), (Fonseca, 2008), (Costa el al, 2008) (McCartan et al, 2009), (Font, 2008), (Dunn et al, 2000), (Camarera, 2009), (Willcox et al, 2004), se relatan diversas estrategias interdisciplinarias que dan cuenta de la importancia en el proceso de enseñanza de la matemática, de la vinculación de los conceptos abstractos de esta ciencia con los del contexto en los cuales se enseña. Instan a reflexionar acerca de la *vinculación* que debe existir entre la *matemática* y las *ciencias*. En particular a la hora de enseñar en carreras de ingeniería, donde la matemática no es una meta por sí misma, dan cuenta de la importancia que tendría el de vincular los conceptos de *cálculo vectorial* con los conceptos del *electromagnetismo*. Dar un enfoque unificado de los conceptos matemáticos permitiría a los alumnos obtener una mayor comprensión de los *vínculos* entre la *ingeniería*, la *física* y el *cálculo*.

b) El uso de TIC como mediador en los procesos de enseñanza y aprendizaje asociados al cálculo vectorial

La visualización juega un rol central en el aprendizaje de las ciencias (Zimmerman et al, 1991), (Duval, 1999), (Hitt, 1998). Varios artículos, (Perjési, 2003), (Costa et al, 2008), (Costa et al, 2010), (Álvarez, 2010), relatan experiencias áulicas donde utilizan TIC como recurso mediador en el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos vinculados al cálculo vectorial. Destacan que la principal función es la de ofrecer un entorno para la exploración, la experimentación, la creatividad y favorecer la comprensión y apropiación de los conceptos a partir de la visualización. En general, esto sería útil para los alumnos, dado que el proceso por el cual las personas construyen representaciones mentales es beneficiado si se les presentan imágenes que puedan interpretar y manipular.

c) El rol de la historia en la enseñanza del cálculo

Varios investigadores, (Guzmán, 2007), (Matthews, 1994), (Camarera, 1987, 2009), (Chevallard, 1991), (Muro et al, 2002), proponen como posible estrategia para mejorar el aprendizaje de la matemática y la adquisición de significados, la de incluir tópicos correspondientes a la historia de la ciencia. Expresan que conocer la historia de cómo surgen los conceptos invita a que ese significado se integre a experiencias donde la actividad matemática es parte fundamental del aprendizaje. Salinas (Salinas et al, 2009), enuncia que recurrir a la historia de la génesis del conocimiento ha permitido identificar en el contenido matemático del currículo una variable que influye en la apropiación de las nociones y procedimientos del Cálculo, para apartarse de los tecnicismos. Formula una propuesta global para el aprendizaje, en el marco del acercamiento *socioepistemológico*. Hace notar que el estudio de la historia de la matemática influye en el diseño de experiencias didácticas que retoman caminos ocurridos en la generación del conocimiento y plantean nuevas expectativas.

d) Dificultades que manifiestan los alumnos en la comprensión de fenómenos físicos asociados al concepto de campo vectorial

Llancaqueo (et al, 2003) realiza una reseña bibliográfica en la que enumera varias de las dificultades que presentan los alumnos en la comprensión del *concepto campo* en el aprendizaje del *Electromagnetismo*, haciendo referencia a la importancia que tiene el mismo en la comprensión de fenómenos físicos. Infiere que el origen de las dificultades de aprendizaje podría estar en las concepciones alternativas y en un paralelismo entre problemas de aprendizaje y problemas epistemológicos. Identifica que sólo unos pocos estudiantes construyen y activan representaciones mentales del campo electromagnético que les permiten explicar y predecir situaciones físicas desde esa perspectiva. Además que el tipo de enseñanza sobre el *concepto de campo*, altamente *formal* y *matemático*,

lleva a los estudiantes a usar representaciones proposicionales aisladas, no articuladas en modelos y esquemas como fórmulas y definiciones. Propone explorar como referente, la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990).

4. Conclusión

Los artículos de investigación revisados, proponen diversas estrategias didácticas desde distintos marcos teóricos, en la enseñanza del cálculo, para mejorar su aprendizaje y comprensión. Algunos investigadores proponen apartarse de la enseñanza clásica, mecanicista y técnica de ésta disciplina. Expresan que con esa forma de enseñar, el alumno no encuentra significados, ni vínculos con otras ciencias, a los conceptos matemáticos abstractos. Recomiendan acercarse a una *enseñanza contextualizada*, ligando los conceptos del cálculo con su *génesis* o *contextualizándolos* con problemas de la *ingeniería* o de la *física*. Otros, encuentran en el uso de *TIC*, un recurso a utilizar en los procesos de enseñanza y aprendizaje que ayude a los alumnos en la comprensión de los conceptos, sus interpretaciones y su vinculación con otras áreas del conocimiento, con el objeto de obtener un aprendizaje significativo. Exponen resultados, cuantitativos o cualitativos, que muestran que las estrategias implementadas propiciaron la comprensión de los contenidos del cálculo.

Considero importante que los actores encargados de la enseñanza e investigación educativa de los tópicos vinculados al cálculo vectorial, reflexionen sobre la implementación de estrategias didácticas, acordes y atentas a las necesidades actuales del alumno de ingeniería y de lo que de éste se espera.

5. Referencias

Álvarez, T. (2010). *La visualización de conceptos matemáticos y el aprendizaje del electromagnetismo*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, Nro. 1, 143-148. http://www.journal.lapen.org.mx

Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanaseian, H. (1990). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.

Camarena, G. P. (1987). *Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos.* Tesis de Maestría en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México.

Camarera, G. P. (2009). *La matemática en el contexto de las ciencias*. Innovación educativa. Vol 9, Nro 48, 15-25. Instituto Politécnico Nacional de México. (Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=179414894003# , consulta Marzo 2011)

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. El saber sabio al saber enseñado*. Aique Grupo Editor S. A.

Costa, V. A., Di Domenicantonio, R. M., Prodanoff, F., Tolosa, E. & Guarepi, V. (2008). *Acciones interdisciplinarias entre matemática y física para mejorar la enseñanza y aprendizaje del cálculo vectorial*. Libro digital del VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. Facultad de Ingeniería e Informática, de la Universidad Católica de Salta y Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Editorial de la Universidad Nacional de Salta.

Costa, V. A., Di Domenicantonio, R. M. & Vacchino, M. C. (2010). *Material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del Cálculo Integral y Vectorial*. Revista Iberoamericana de Educación Matemática. Nro. 21, 173-185. Coordinado por Agustín Carrillo de Albornoz. http://www.fisem.org/descargas/21/Union_021_018.pdf

Crowe, M. (1994). *A history of vector analysis: The Evolution of the Idea of a Vectorial System*. Courier Dover Publications, 270 páginas.
Dunn, J. W. & Barbanel, J. (2000). *One model for an integrated math/physics course focusing on electricity and magnetism and related calculus topics*. American Journal of Physics. American Association of Physics Teachers. Vol. 68, Issue 8, 749.
Duval, R. (1999). *Representation, Visual and Visualization: Cognitive Function in Mathematical Thinking*. Proceedings, of the Annual Meetering of the North American Chapter of the International Group of PME. Cuernavaca, México.
Font, V. (2008). *Enseñanza de la matemática. Tendencias y perspectivas*. III Coloquio Internacional sobre enseñanza de las matemáticas. Actas 2008. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencias, Maestría en la enseñanza de las matemáticas. Editora: Cecilia Gaita, 21-62.
Guzmán, M. de (2007). *Enseñanza de las ciencias y la matemática*. Revista Iberoamericana de educación. Nro. 43, 19-58.
Hitt, F. (1998). Visualización matemática, nuevas representaciones, nuevas tecnologías y currículum. Revista de Educación Matemática, Vol. 10, 23-45.
Kümmerer, B. (2001). *The teaching and learning of mathematics at university level*. En D. Holton, Editorial Springer, Vol. 7, 321- 334, 560 páginas.
Llancaqueo, A., Caballero, M. C. & Moreira, M. A. (2003). *El concepto de campo en el aprendizaje de la Física y en la investigación en educación en ciencia.* Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 2, Nro. 3, 227-253.
McCartan, C. D., Hermon, J. P. & Cunningham, G. (2009). *A Validated Approach to Teaching Engineering Mathematics*. EE2010, The Higher Education Academy Engineering Subject Centre, EE2010 conference proceedings. (Consultado marzo 2010: http://www.engsc.ac.uk/downloads/scholarart/ee2010/105_GP_McCartan.pdf)
Mankiewicz, R. (2005). *Historia de las Matemáticas, del cálculo al caos*. Editorial Paidós, colección orígenes, en rústica, pp. 141-147.
Marsden, J. E. & Tromba, A. J. (2004). *Cálculo vectorial*. Edición 5, Addison Wesley.
Matthews, M. R. (1994). *Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La aproximación actual*. Enseñanza de las Ciencias, 12 (2), 255-277.
Moreno, M. M. (2005). *El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros*. En A. Maz, B. Gómez & M. Torralba (Eds), IX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Córdoba, España, Universidad de Córdoba, 81-96.
Muro, U. C. & Camarena, G. P. (2002). *La serie de Fourier en el contexto del proceso de transferencia de masa*. Revista Científica The Mexican Journal of Electromechanical Engineering. Vol 6, No. 4.
Perjési, I. H. (2003). *Application of CAS for teaching of integral-transforming theorems*. ZMD. Vol. 35, Nro. 2, 43- 47.
Ramos, A. B. & Font, V. (2006). *Contesto e contestualizzazione nell'insegnamento e nell'apprendimento della matematica. Una prospettiva ontosemiotica*. La Matematica e la sua didattica, Anno 20, Nro. 4, 535-556.
Salinas, P. & Alanís, J. A. (2009). *Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa.* Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Vol. 12. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33511859004 .
Simmons, G. F. (1993). *Ecuaciones diferenciales, Con aplicaciones y notas históricas*. Mc Graw-Hill, segunda Edición, Impreso en España.

Vergnaud, G. (1990). *La théorie des champs conceptuels*. Récherches en Didactique des Mathématiques.

Willcox, K. & Bounova, G. (2004). *Mathematics in Engineering: Identifying, Enhancing and Linking the Implicit Mathematics Curriculum*. Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Copyright 2004. American Society for Engineering Education.

Wussing, H. (1998). *Lecciones de historia de las matemáticas*. Siglo XXI de España Editores, 226-229, 345 páginas.

Zimmerman, W. & Cunningham, S. (1991). *Editors introduction: What is Mathematical Visualization?* In Zimmerman, W. and Cunningham, S. (Eds.) Visualization in teaching and learning mathematics. MAA. Notes Number 19. Washington DC: Mathematical Association of America.

Zuñiga, S. L. (2007). *El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa [en línea], Marzo. Vol 10. Nro. 1, 145-155. (Consultado: 20 de marzo de 2011) Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33500107 .

FIGURAS DE ANÁLISIS: SU USO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESCENARIOS ESCOLARES Y NO ESCOLARES

Mónica Lorena Micelli; Cecilia Rita Crespo Crespo
Instituto Superior del Profesorado "*Dr. Joaquín V. González*". Buenos Aires
monikmathis@gmail.com - crccrespo@gmail.com

Resumen
El presente trabajo forma parte de una investigación realizada en la línea de la construcción social del conocimiento desde un enfoque socioepistemológico, centrada en el uso de las figura de análisis en la resolución de problemas. La elaboración de dichas figuras es recomendada en varios modelos que describen el proceso heurístico. El mismo Descartes sugería realizar figuras simples para resolver un problema. A partir de estos conceptos se analizarán varios casos tomados de escenarios académicos pertenecientes no sólo a la geometría. Por otro lado, también se presentarán otros casos pertenecientes a escenarios no escolares relacionados con diferentes oficios.

Palabras clave: figuras de análisis, resolución de problemas, visualización.

1. Introducción

El trabajo que aquí se presenta es una parte de una investigación llevada a cabo para obtener el grado de Maestría en Ciencias, cuya tesis se tituló: "Las figuras de análisis en geometría. Su utilización en el aula de matemática" (Micelli, 2010). Dicha investigación partió de observar dificultades en la utilización de las figuras de análisis en la clase de matemática, más precisamente en la materia geometría en el profesorado de Matemática. Durante la práctica docente en el nivel superior, pudo observarse que los estudiantes no representaban correctamente los datos dados en los enunciados o tomaban figuras que constituían casos particulares, obviando situaciones generales llegando, así, a conclusiones erróneas o incompletas.

La investigación se enmarcó dentro de los lineamientos de la construcción social del conocimiento matemático. La elección de esta línea de investigación se debe a que en ella se considera a la matemática no sólo como un saber sino que se la ubica en un escenario donde se juegan variables sociales, además de las variables didácticas, cognitivas y epistemológicas. Por lo tanto, el marco teórico desde el cual se llevó a cabo la investigación es la socioepistemología. Castañeda establece que "la construcción de la matemática responde a ciertos intereses o preocupaciones, ya sea eruditos o socioculturales, pero que se crea con el propósito expreso de ser enseñable, al grado de que no tendría sentido un conocimiento de tal naturaleza", a lo cual añade, con respecto al saber destinado a ser enseñado, el sufre un proceso que se resumen en "un conjunto de transformaciones adaptativas" (2002, p.32).

En esta comunicación se abordará uno de los aspectos desarrollados en la investigación mencionada, haciendo solo foco en el proceso de visualización en el cual las figuras de análisis juegan un papel importante para luego analizar la resolución de problemas tanto en escenarios escolares como no escolares.

Pero ¿a qué nos referimos cuando se habla de las figuras de análisis? Para dar respuesta a este interrogante se partió de considerar a las figuras de análisis como "aquellos dibujos que pueden ser realizados a mano alzada o con el uso de regla pero sin respetar la medida o estar elaborada según una determinada escala numérica". Ampliando esta

idea puede decirse que son "figuras o bosquejos que no poseen rigurosidad geométrica, en donde se vuelca la información dada como primer paso ya sea para resolver un problema geométrico, una demostración o realizar una construcción geométrica" (Micelli, 2010, p. 11). También conocidas como diagramas, croquis o esquemas.
Poincaré afirmaba que "(…) la géométrie est l'art de bien raisonner sur des figures mal faites" (Poincaré 1913, p.27), cuya traducción es "la geometría es el arte de razonar bien sobre figuras mal hechas". Pero la pregunta que surge es ¿por qué estas palabras proveniente de un gran matemático? Puede encontrarse una respuesta en las explicaciones dadas por Santaló "Los griegos (...) dibujaban las figuras en la arena, que tenía la ventaja de poder borrar, pero faltaba precisión" (citado en Galina, 2008, p.15). Pero actualmente, aún de esas figuras mal hechas realizadas sobre un papel a modo de bosquejos de ideas internas surgen conclusiones correctas, razón por la cual la investigación se centró en estas figuras de análisis tratando de llegar a una respuesta para las preguntas que surgieron: ¿cómo se logra encontrar dicho éxito en su uso? ¿Cómo poderlo transmitir a nuestros alumnos de forma tal que sea una verdadera herramienta que favorezca el razonamiento y un obstáculo que los conduzca a errores?
Los objetivos que se plantearon fueron: comprender la naturaleza de las figuras de análisis, el origen de su utilización al momento de resolver un problema matemático, más precisamente en aquellos enunciados relacionados con geometría; detectar, por lo tanto, cómo son utilizadas, dichas figuras, en el discurso matemático escolar y cuáles son los factores que inciden o conducen a confusiones en la lectura o interpretación de las mismas figuras para convertirse en una herramienta útil y eficaz.
Retomando la idea de que las figuras de análisis son una herramienta sobre la cual se trabaja para hacer visible la organización de datos, la comparación de los mismos y la reflexión sobre ellos. Tomando las palabras de Alsina, "en nuestros días la imagen ha adquirido en todos los niveles comunicativos una importancia capital, sustituyendo en muchos casos a mensajes de otro tipo. (...) El dibujo tiene en Geometría doble interés: como lenguaje para meditar, ejemplificar o representar conceptos y propiedades, y como finalidad de representación fiel y rigurosa" (citado en Ferragina, Fisichella y Rey, 1999, p.32).
No se debe perder de vista que los objetos con los cuales se trabaja en matemática son entes abstractos aunque existen varios registros para representarlos o abordarlos, tales como: registros algebraicos, numéricos, analíticos y visuales. Bajo esta visión, las figuras de análisis son parte de este registro visual. Chevallard (1998) hace mención de dos tipos de nociones, por un lado las nociones propias de la matemática las cuales son construidas, mientras que por otro lado hace referencia a las nociones paramatemáticas. Estas nociones, en particular hacen referencia a "nociones-herramientas" y dentro de esta categoría es donde se debe ubicar a las figuras de análisis ya que no son un conocimiento matemático que se encuentra explicito en el curriculum de matemática pero que están presente en el discurso matemático escolar tanto en el quehacer del docente, en su práctica o también, como se ha dejado registro en la investigación, se encuentran presenten en los libros de textos escolares.

2. Proceso de visualización y figuras de análisis

Se parte de entender al proceso de visualización como "el acto por el cual un individuo establece una fuerte conexión entre una construcción interna y algo cuyo acceso es adquirido a través de los sentidos" (Zazkis, en Torregrosa y Quesada, 2007, p.278). Relacionado con las figuras existen variados y múltiples estudios realizados sobre las

imágenes tanto mentales como físicas o pictóricas. Estos trabajos aunque hacen referencia a las imágenes en general son de gran importancia pues permiten hacer un acercamiento a las figuras de análisis. Estas figuras cumplen un rol importante en el proceso de visualización pues permiten representar en el papel las imágenes mentales que el sujeto se construye al leer los datos del problema y sobre las cuales se van pensando ideas hasta arribar a la solución buscada.

Al referirse a las figuras geometrías se debe diferenciar entre los dibujos que son "modelos materializando las entidades mentales con las que el matemático trata" (Fischbein, 1993, p.2) y las propias figuras geométricas que "no es un mero concepto. Es una imagen, una imagen visual". Esta imagen se debe a la existencia de la propiedad de poderlas pensar y representar mentalmente sin necesidad de un papel que este de por medio, propiedad que no poseen todos los conceptos o ideas generales no sensoriales. Lo importante es que las figuras de análisis son dibujos en donde el individuo que las realiza trata de volcar todo al papel, es decir, todos aquellos datos que se encuentran en su imagen mental creada al leer el problema. Por lo tanto, las figuras de análisis no son una representación del concepto sino que son un dibujo que da idea de la construcción de la imagen mental necesaria para asociar los datos ya sea tanto de un ejercicio, una demostración geométrica o una construcción geométrica, es entonces la representación de una imagen mental.

Las figuras de análisis, en este trabajo, fueron consideradas como un dibujo a mano alzada, por eso es importante la distinción realizada por Fischbein quien establece que "una figura geométrica es una imagen mental, las propiedades de ella son controladas completamente por una definición; un dibujo no es la figura geométrica en sí, sino una personificación material gráfica o concreta de él (….)" (1993, p.8). En estas líneas se puede notar una marcada diferencia entre lo que es una "imagen conceptual" y un dibujo. Similar distinción hacen Torregrosa y Quesada (2007) aunque los términos que ellos utilizan son diferentes, el vocablo "figura" es entendido como "imagen mental", mientras que el objeto físico es el "dibujo".

La diferencia entre dibujos y las figuras geométricas, también, es abordada por Rodríguez al trabajar el aprendizaje de la demostración en geometría en la educación secundaria y se refiere a ellos con las siguientes palabras "el alumno pasa así del 'universo de los dibujos' al 'universo de las figuras'. Este pasaje requiere una serie de rupturas en donde el alumno deberá aprender que no todo lo que se ve es verdadero y que una figura es una representación de los objetos geométricos 'perfectos' o 'ideales'" (2005, p.1).

3. Resolución de problemas

Las figuras de análisis como se ha dicho son herramientas que se utilizan al momento de resolver un problema, por lo tanto se ha realizado una revisión sobre distintos modelos que describen el procedimiento heurístico. Procedimiento que puede resumirse como las acciones o modos de actuar de quien se enfrenta a un problema pero estos caminos no garantizan llegar a la solución correcta. Quien se interesó por este procedimiento heurístico fue el matemático e investigador Polya cuya obra influyó, en gran medida, en los trabajos que centraron su estudio en dicho proceso. Esto se debió a que Polya no sólo daría importancia a la necesidad de enseñar los conocimientos matemáticos sino también a la forma de "hacer matemática" (Valverde, 2003, p.15). El método presentado por Polya consiste de cuatro fases (este procedimiento puede ser puesto en acción para problemas no sólo de matemática o escolares, sino también ante cualquier tipo de

problemas). A cada una de estas fases le asigna una serie de preguntas que sirven de guía para quien quiere resolver un problema. Estas fases son: comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y la última fase, visión retrospectiva. Nos centraremos especialmente en la segunda fase donde se integran tanto los conocimientos que pondrá en juego el sujeto quien se enfrenta al problema, así como también su creatividad. Las preguntas que presenta Polya, en esta fase, están dirigidas a llevar el problema a regiones ya conocidas, entre las preguntas que interesan se encuentra: "He aquí un problema relacionado con el suyo, y que se ha resuelto ya. (...) ¿Podría utilizarlo introduciendo algún elemento auxiliar?" (Nieto, 2004, p.9). Puede conjeturarse que uno de estos "elementos auxiliares" es incluir en la resolución del problema a las figuras de análisis. Otos autores, como Tarifa y González (2000), incluyen las "figuras de análisis" en la primera fase donde se analizan los datos y las incógnitas presentes en el enunciado, en este caso, estas figuras de análisis serían parte de la decodificación y codificación del propio enunciado.

Se han descrito a continuación otros modelos como el de Schoenfeld, el de Wheatley o el modelo de Kantowski. En todos ellos se describen en forma variada las distintas fases o etapas del proceso heurístico pero aún usando términos diferentes, todos ellos coinciden en hacer mención, en alguna de estas fases, a la realización de un dibujo en el cual volcar los datos y las incógnitas dadas en el enunciado, razón por la cual se consideró importante para destacar dándole pertinencia al uso de las figuras de análisis.

Pero otro hallazgo importante referido al uso de las figuras en la resolución de problemas, se encuentra en el tratado "Regulae ad Directionem ingenii" ("Reglas para la Dirección de la mente", publicado en 1701, en "Obras Póstumas") en donde Descartes (1596–1650) estableció las pautas de su método para la resolución de problemas. En este tratado se hace referencia a un total de veintiuna reglas donde el autor explica los pasos rigurosos a seguir para resolver un problema. Entre ellas existen algunas reglas que hacen referencia a las figuras, entendiendo por figura "el límite del objeto extenso", como lo define Descartes, durante la explicación de la regla XII (1983, p.207).

Más precisamente, las reglas que pueden relacionarse con las figuras de análisis son:

"REGLA XIV: La misma regla debe aplicarse a la extensión real de los cuerpos y propuesta por entero a la imaginación con ayuda de figuras puras y desnudas36: de esta manera, en efecto, será comprendida con mucho mayor distinción o claridad por el entendimiento" (Descartes, 1983, p.229).

Aunque en ella, no se da el término preciso de "figuras de análisis" se puede conjeturar que estas figuras simples tienen la misma finalidad, ya que en la regla XII también definió, el matemático, que ha de llamar "cosas simples" a aquellas que son puramente intelectuales haciendo alusión a la idea de un término o las puramente materiales en las cuales incluye a las figuras, la extensión, entre otros (Descartes, 1983). Por lo tanto, estas "figuras simples" deben de ser lo más claras posibles para poder a partir de ellas hallar la solución al problema por ello es que las asociamos a nuestro tema de estudio, "las figuras de análisis".

"REGLA XV: Es también útil el trazar de ordinario estas figuras y presentarlas a los sentidos externos, a fin de que sea más fácil por este medio mantener atento nuestro pensamiento" (Descartes, 1983, p.245).

En la representación de las figuras simples, Descartes pone énfasis en la visualización de los datos que intervienen para poder resolver el problema, dándole un papel importante para lograr llegar a una correcta solución, pues como explica en la regla anterior, que es por medio a dichas figuras que uno puede formarse una idea.

"REGLA XVI: Las cosas, empero, que no requieren una atención actual o inmediata de la inteligencia, aún cuando sean necesarias para la conclusión, vale más designarlas por las notaciones más breves que por medio de figuras enteras: de esta manera la memoria no podrá equivocarse y no obstante, durante este tiempo, el pensamiento no se distraerá en el intento de retenerlas, mientras se aplica a otras deducciones" (Descartes, 1983, p.247).

Así también señala la forma de indicar la frecuencia o las relaciones que se presentan, con el fin no sólo de economizar palabras sino también de presentar a la vista toda la información útil con una lectura sencilla o simple. Una aclaración importante es que, para Descartes lo visual era lo relacionado con el uso de la visión, lo que entraba por los ojos únicamente, mientras que lo intelectual, era lo relacionado con la razón.

4. Estudio de casos en escenarios académicos

A continuación se presentarán algunos de los casos estudiados en la investigación. En principio se exponen dos ejemplos donde un alumno de nivel medio emplea las figuras de análisis para resolver ejercicios del orden aritméticos. Lo cual nos lleva a plantear que las figuras de análisis no se encuentran únicamente ligadas a problemas de carácter geométrico como puede pensarse en un primer momento.

Caso 1: Augusto, emperador romano, nació en el año 63 a.C. y murió en el 14 d.C. ¿Cuántos años vivió?

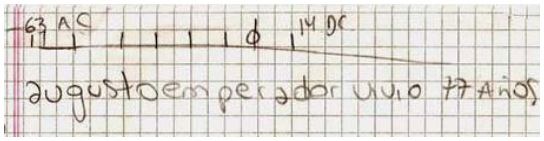


Figura 1: Figura de análisis de ejercicio 2

Caso 2: Una bomba extraen el petróleo de un pozo a 975 m de profundidad y lo eleva a un depósito situado a 28 m de altura. ¿Qué cantidad de metros recorre el petróleo?

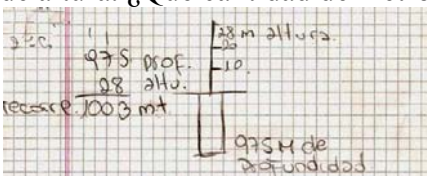


Figura 2: Figura de análisis de ejercicio 2

En el primer ejercicio, la gráfica que realiza el alumno para hallar la edad de Augusto se podría asociar con una recta numérica, no se puede afirmar fehacientemente que se trate de una recta numérica pues no mantiene una escala para los años registrados, por lo tanto sólo es una representación esquemática que le permitió dar un orden a los datos dados y relacionarlos con los números enteros para poder resolver exitosamente el problema. En cambio, en el segundo problema, en el cual se podría haber realizado también un esquema similar al anterior, asociado a la recta numérica, puede verse que el alumno realizó una gráfica que esta directamente relacionada con la situación planteada en el problema. Por lo tanto, el dibujo tiene una dirección vertical, en lugar de horizontal, debido a que el problema hace referencia a la extracción de petróleo, aunque sigue siendo una representación esquemática y no pictórica.

Caso 3: *"Calcular el perímetro y el área de un cuadrado sabiendo que un lado mide 3x-1 cm y el otro x+3 cm."*

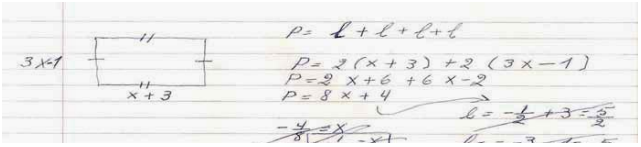


Figura 3: Figura de análisis de ejercicio 3

La estudiante realiza una figura de análisis para volcar los datos que se brindan en el problema. Pero en la figura de análisis realizada comete un error que se arrastra luego en toda la resolución del problema, percibiendo, al final, la alumna sólo que el resultado al que llega es incorrecto pero sin lograr deducir donde tuvo origen el error.

5. Estudio de casos en escenarios no académicos

En la investigación pudo observarse que las figuras de análisis no se confeccionaban solo en escenarios escolares sino que su realización se llevaba a cabo a la hora de resolver problemas en escenarios no académicos. Se hizo un rastreo de su presencia en distintos casos pero aquí solo se presentarán aquellos asociados a distintos oficios como son el de tejedora, modista, albañilería, entre otros.

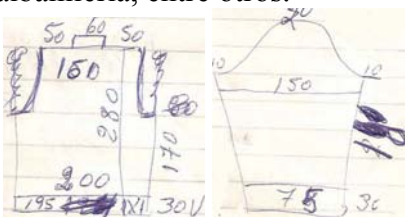


Figura 4: dibujos de una tejedora

En la entrevista llevada a cabo a una tejedora pudo concluirse que el conocimiento relacionado al tejido fue aprendido en forma asistemática, dependiendo, mayormente, por la propia experiencia que fue perfeccionando para poder obrar en su oficio. Oficio que aprendió de sus mayores, en una transmisión oral de la cultura. Pudo observarse en los dibujos que realizaba que ellos sirven de soporte para volcar en ellos el registro de los cálculos realizados para establecer los puntos y vueltas necesarios para la confección de la prenda.

Otro caso son los dibujos realizados por una costurera tomados de la tesis de Elguero (2009, p.91) donde se realizó una entrevista a una costurera.

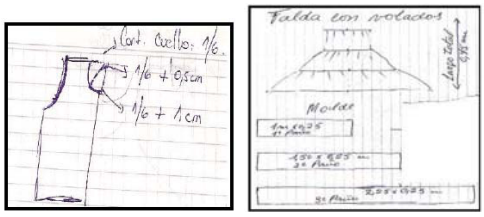


Figura 5: dibujos de una costurera

Estos croquis son figuras de análisis confeccionadas y creadas por la propio sujeto para responder a sus necesidades laborales ya sea para cocer una prenda como para tejerla. Resumiendo lo analizado se han registrado diferentes oficios que en su labor, pueden encontrarse la confección de figuras de análisis, aún siendo oficios tan diferentes, tienen una característica en común, en todos ellos se construye, ya sea una prenda o una pared por ejemplo, y para dicha construcción se debe tener previamente una visualización de los datos necesarios para que la construcción responda a las necesidades requeridas. Por tal motivo, es que se han seleccionado estos oficios que a simple vista son tan diferentes pero como se ha analizado tiene un eje en común, todos giran en torno a la construcción.

En este proceso de visualización es que se realizan las figuras de análisis para luego llevarlo a cabo y confeccionar lo buscado.

6. Cometarios finales

Las figuras de análisis se realizan durante la etapa de confección de un plan, en ellas se vuelca la información que se posee y se identifican cuáles son los propósitos que se desean alcanzar. Sin embargo la utilidad de estas figuras no termina en esta etapa. Durante el proceso de elaboración, las figuras de análisis son asumidas como una herramienta que facilita la visualización y en muchas oportunidades son trabajadas y modificadas por quien está realizando la actividad matemática, registrando los nuevos datos que se concluyen. Podría afirmarse que las figuras de análisis tienen varias funciones en la construcción del conocimiento matemático. Por una parte, es posible identificar en su uso un apoyo a las circunstancias cognitivas puestas de manifiesto: al volcar en ellas los datos conocidos y los objetivos planteados, actúan facilitando procesos como la visualización, tanto en actividades académicas como no académicas. Las funciones didácticas y sociales de las figuras de análisis son indiscutibles ya que se utilizan como herramientas de apoyo para la transmisión de ideas por ejemplo entre docentes y estudiantes o entre autores y lectores de los libros de textos matemáticos.
Su aparición como práctica social dentro de un grupo que comparte códigos y normativas para su trazado, que en muchas oportunidades son tácitas y en otras se explicitan a través de pasos para su trazado, permiten que en enfoque socioepistemológico dé la posibilidad de encarar en el futuro una investigación más profunda que se oriente a identificar esas normativas en las distintas áreas de la matemática y la manera en la que colaboran a la comprensión de conceptos en el aula de matemática.

7. Referencias

Castañeda, A. (2002). Estudio de la evolución didáctica del punto de inflexión: una aproximación socioepistemológica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.* 5(1), 27-44.
Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Aique Grupo Editor.
Descartes, R. (1983). *Reglas para la dirección de la mente* (de Samaranch, F., Trad.). Barcelona: Gráficas Ramón Sopena, S.A. (Trabajo original publicado en 1701).
Elguero, C. (2009). *Construcción social de ideas en torno al número racional en un escenario sociocultural del trabajo.* Tesis de Maestría no publicada, Cicata - IPN, México.
Ferragina, R., Fisichella, L. y Rey, G. (1999). *Matematizando*. Buenos Aires: UPR, Un problema resuelto.
Fischbein, E. (1993). *The Theory of figural concepts.* Educational Studies in. Mathematics 24, 139-162.
Galina, E. (2008). *Medida, geometría y el proceso de medir*. LVIII Reunión Anual de la Unión Matemática Argentina. Mendoza.
Micelli, M. (2010). *Las figuras de análisis en geometría. Su utilización en el aula de matemática.* Tesis de Maestría no publicada, Cicata - IPN, México.
Nieto, J. (2004). *Resolución de problemas Matemáticos*. Material de apoyo de un taller de formación matemáticas en la Licenciatura de Matemáticas. Maracaibo.
Poincaré, H. (1913). *Dernières pensées*. París: Flammarion.

Rodríguez, R. (2005). *El aprendizaje de la demostración en geometría: el pasaje de la geometría experimental a la geometría deductiva*. IUFM de Basse-Normandie Caen Francia.

Tarifa, L. y González, R. (2000). *Algunas reflexiones sobre la resolución de problemas matemáticos.* En Colectivo de autores de Universidad del Ministerio de Educación Superior (Eds.), *Resolución de problemas* (pp. 5-9). Cuba: Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior.

Torregrosa, G. y Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en geometría. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 10(2), 275-300.

Valverde, L. (2003). *Los métodos de enseñanza-aprendizaje*. Sesión 4. La heurística. Diplomado en didáctica Universitaria. Universidad de Medellín, Colombia.

LAS INTERVENCIONES DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA ESCUELA SECUNDARIA

Diana Cecilia Pozas
Universidad Nacional del Comahue
dianapozas@hotmail.com

Resumen
Este trabajo se encuadra en un proyecto de investigación sobre enseñanza de las ciencias que se está desarrollando en la Universidad Nacional del Comahue. Nos interesa aportar conocimiento en torno a las prácticas docentes cotidianas que acontecen en las instituciones de enseñanza pública. Uno de los objetivos es analizar las intervenciones docentes generadas por las actividades algebraicas que propuso una profesora de matemática en primero y segundo año de una escuela de Bariloche. Se presenta un primer acercamiento a las categorías para tal estudio, en un marco cualitativo de investigación.

Palabras clave: pensamiento algebraico – práctica docente cotidiana – competencias algebraicas.

1. Introducción

El presente trabajo está enmarcado en el proyecto de investigación titulado: La Práctica Docente y el Aprendizaje de los Alumnos en Ciencias Experimentales y Matemática, que se desarrolla en el Centro Regional Universitario Bariloche – Universidad Nacional del Comahue. En este proyecto existe un interés en poder aportar algún conocimiento en torno a las prácticas docentes que acontecen en las instituciones educativas públicas, concretamente en los niveles medio y universitario. Consideramos que la enseñanza y el aprendizaje en el aula se generan y se sostienen como resultado de múltiples interacciones entre docente, alumnos y contenidos; por lo tanto, es un objeto complejo en el cual interviene una multiplicidad de dimensiones. Sin desconocer todas estas interrelaciones, en este trabajo se pretende analizar las intervenciones docentes generadas por las actividades algebraicas propuestas por una docente en primero y segundo año de una escuela pública de Bariloche. Se presentarán los avances realizados en dirección a los siguientes objetivos:

- Establecer categorías para describir y analizar las intervenciones docentes en relación a la enseñanza del álgebra.
- Caracterizar la complejidad de la gestión del docente cuando su propuesta de enseñanza contempla intercambios con los alumnos y entre los alumnos con el objetivo de promover el pensamiento algebraico.

2. Algunas consideraciones teóricas

Frente al problema evidente del fracaso escolar en matemática en general y el álgebra en particular, la investigación didáctica ha estado muy activa durante los últimos veinte años. En primer lugar, trató de comprender mejor los procesos de aprendizaje en el dominio del álgebra y explicar el fenómeno antes mencionado. Estos intentos tuvieron éxito en la identificación de algunos de los factores decisivos, como los vinculados a las discontinuidades existentes entre la aritmética y álgebra, modos de pensar y la distintas representaciones semióticas de los objetos matemáticos. Las investigaciones en

didáctica también se enfocaron hacia un análisis profundo de las prácticas de enseñanza del álgebra, en varios países, y nos ayudó a explicar su ineficiencia observada (Artigue et al, 2004).
El desarrollo del pensamiento algebraico se basa en la construcción se significados para las nociones de incógnita y de variable y del establecimiento de las reglas para operar con ellas. La relación entre la actividad modelizadora del álgebra y el aprendizaje y el manejo de las técnicas es un punto clave en el dominio de ésta (Sessa, 2005). Asimismo, la actividad algebraica requiere el uso de estrategias de carácter metacognitivo y un proceso de explicitación que no es natural ni espontáneo, sino producto del aprendizaje. En este punto aparece bastante claro el rol de la escuela como medio social que ofrece la posibilidad de interactuar empleando este pensamiento.

3. Consideraciones metodológicas y resultados

Considerando los objetivos planteados hemos optado, en el marco de una investigación de tipo cualitativo, por el estudio de caso. ¿Por qué un estudio de caso? Disponemos de trabajos anteriores en donde se pudo seleccionar un informante adecuado, a criterio de la investigadora, dispuesto a colaborar con esta investigación. Consideramos que la utilidad mayor de los estudios de caso se percibe en su flexibilidad y adaptación para iniciar un estudio exploratorio, donde se pretende reconocer y analizar intervenciones docentes en una situación específica de enseñanza y de aprendizaje del álgebra. Para este trabajo, se contactó a una profesora de matemática que trabaja desde hace varios años en escuelas secundarias de San Carlos de Bariloche. Se acordó observar las clases en el momento que desarrollara el tema: resolución de ecuaciones de primer grado.
Los cursos (1º y 2º año) en donde se realizaron las observaciones pertenecen al CEM 105, ubicado en una zona semi-céntrica de la ciudad de Bariloche. La población de alumnos proviene mayormente de un nivel socio-económico bajo.
Los materiales de campo analizados fueron los siguientes:

- Observaciones de clase tomadas durante dos años consecutivos.
- Entrevistas con la profesora.
- Prácticos y algunas evaluaciones de los alumnos.

El proceso de convertir en datos a las fuentes documentales comenzó con varias lecturas de todas las observaciones intentando identificar todas las intervenciones de la docente. Con este análisis preliminar se pretendió esbozar las primeras categorías de análisis con sus respectivos descriptores. Luego se procedió a una búsqueda meticulosa de casos negativos para ampliar o adaptar los constructos iniciales. Este procedimiento, denominado inducción analítica, permitió generar categorías que explicaran todas las intervenciones observadas y no ser solamente una distribución de éstas.
La siguiente tabla resume las categorías elaboradas:

Categoría	Descripción	Indicadores
Intervenciones habituales	Actividades de la docente que se observan en la mayoría de las clases. Conforman un plan de trabajo con alguna variante según el tiempo disponible (40 / 80 min) que consiste en:	Controlar tarea • Entregar tarea (ejerc y/o problema) • Corregir en el pizarrón (ejerc y/o problema) Repasar contenidos • Buscar en la carpeta lo que se

		está hablando en clase, leer. Presentar ejercitación • Sumas algebraicas • Operaciones combinadas • Ecuaciones sencillas • Problemas Asignar como tarea los ejercicios en donde percibió mayor dificultad grupal.
Intervenciones en relación al contenido algebraico	Surgen de la interacción verbal de la docente con todo el grupo. Utiliza una terminología, a veces formal y otras veces informal, comprendida y compartida por la mayoría de los alumnos. Surgen de la interacción individual docente/alumno en relación a la resolución de problemas verbales y de balanzas.	- uso de metáforas o de analogías como estrategias para operar con enteros - uso de términos matemáticos: ecuación, incógnita, igualdad, coeficiente. - uso de términos del lenguaje cotidiano: juntar, abajo, adelante. - definir el significado de "x" e interpretar el resultado obtenido. - discutir distintas resoluciones de un problema. - no alentar razonamientos basados en un sistema de representación aritmético. - alentar las representaciones gráficas. - otorgar un tiempo físico importante para el planteo de la ecuación.
Intervenciones en relación a contenidos actitudinales	Están dirigidas a un alumno/a o a un grupo en particular y surgen del contexto de una determinada clase en donde las actividades propuestas requieren:	- necesidad de comunicar en forma clara un razonamiento, tanto escrito como verbal. - pasar al pizarrón. - leer en voz alta. - leer varias veces un problema. - detectar por sí solos donde se cometió un error.

Tabla 1: Categorías de intervenciones docentes.

4. Discusión

Respecto de las **intervenciones habituales** se observó que la rutina de trabajo: tarea – repaso – ejercitación – tarea, es una práctica habitual para esta docente. Es muy probable que se mantenga independientemente del contenido matemático a enseñar. De hecho, se observó esta misma secuencia en las clases para primer año y para segundo año. La relación con clases anteriores y la explicación breve del tipo de actividades que van a realizarse son los aspectos más destacados. Son frecuentes también las ocasiones

en el repaso sirve también para situar la clase con respecto a los objetivos del programa de la materia.

El discurso docente para la presentación de las actividades se dirige mayoritariamente a todo el grupo de clase. Reciben bastante atención los aspectos de la actividad propuesta que tienen que ver con las dificultades generales y personales que presenta su realización. En este punto también es importante el rol de las consignas. Al respecto, sostenemos una posición según la cual no hay consignas claras para todo mundo, sino que entendemos la necesidad de negociar los significados en un diálogo con el grupo. Avanzar en el aprendizaje matemático escolar implica también comprender el significado de los enunciados y los procedimientos en un sentido convergente al que se le da en la matemática formalizada.

Durante la realización de las actividades, la docente se dirige a la clase de muy diversas maneras, pero predominan los casos en que tiende a comunicarse de manera individual. La existencia de una gran cantidad de intervenciones verbales de la docente encaminadas a la formulación de interrogantes demuestra la utilización de la pregunta como una técnica para propiciar la incorporación de los estudiantes en la discusión de los temas trabajados en el curso. En cuanto a cómo organizar los grupos y el espacio, pide que trabajen con el compañero de al lado o a lo sumo de a 4, intenta que esto insuma el menor tiempo posible.

Respecto de las **intervenciones en relación al contenido algebraico**, se podría decir que éstas se organizan en torno a dos ejes:

- Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje del álgebra.
- Los contenidos del álgebra en términos de competencias o habilidades.

Se observaron frecuentes intervenciones en relación a errores que tienen su origen en obstáculos, en el sentido de Brousseau. Por ejemplo, expresiones como $2a+3$ son reemplazadas por $5a$. "No hay aceptación de la falta de clausura", según Collis (citado en Socas et al, 1998), obstáculo que en gran parte proviene de la fuerte orientación al cálculo que se observa en la enseñanza de la aritmética en la escuela primaria. La estrategia docente en estos casos consistía en proponer un contraejemplo, escribirlo en la pizarra y discutirlo, reclamando la atención de toda la clase.

En esta categoría también se encuadran las intervenciones orientadas a promover y desarrollar habilidades matemáticas en el alumno, tales como: aplicar conocimientos algebraicos a la resolución de problemas; usar el lenguaje algebraico en la comunicación de ideas; interpretar información dada en distintos sistemas de representación (dibujos, gráficos, tablas).

En los estudios llevados a cabo en relación con la resolución de problemas, un común denominador es la ausencia de métodos algebraicos en las respuestas de alumnos entre 12 y 16 años de edad. La razón principal es porque los estudiantes no logran integrar, por un lado, el manejo sintáctico del álgebra y, por otro, la resolución de problemas (Rojano, 1994). La propuesta de la docente ante esta problemática consistió en trabajar en los cursos de primer año con problemas de balanzas. Se trabajaron con el objetivo de escribir e interpretar el signo igual como un signo de equivalencia lógica. De este modo, la ecuación debe considerarse no sólo como una expresión con símbolos literales y con un signo igual, sino como una expresión de equilibrio.

Respecto a las **intervenciones relacionadas con contenidos actitudinales** se destacan los esfuerzos de la docente para que el estudiante se responsabilice por su propio aprendizaje y logre paulatinamente mayor autonomía. Y esto lo hemos podido observar en el tratamiento del error. Determinado el origen del mismo, las estrategias empleadas

por la docente fueron dirigidas a superar un obstáculo, a dar sentido a los objetos matemáticos o a crear una actitud racional hacia las matemáticas. Para dar sentido a un objeto matemático no es suficiente con mostrar un contraejemplo, cosa que los profesores hacemos usual y naturalmente, sino reclamar una participación activa del estudiante. Para ello, el profesor debe buscar estrategias para que éste participe activamente en la resolución del conflicto, como por ejemplo, no indicarle demasiado pronto donde cometió el error.

En general, se identificaron en estas intervenciones ciertas características dirigidas a promover aspectos fundamentales del pensamiento algebraico, esto es, el tratamiento de lo general y la necesidad de herramientas simbólicas para comunicar en forma clara un razonamiento, tanto escrito como verbal.

5. Conclusión

Nos interesa aquí recuperar los ejes centrales que pretendimos comunicar y esbozar también aquellas cuestiones, que en el desarrollo actual de la investigación, se nos presentan.

Las 3 categorías de intervenciones indicadas en la tabla fueron de mucha utilidad para organizar la gran cantidad de información que surge de las observaciones de clase, y de este modo comenzar a comprender las prácticas de esta docente en un sentido amplio.

Las intervenciones están orientadas en su gran mayoría a los aspectos sintácticos del álgebra (hacen referencia al conjunto de símbolos y reglas operatorias) y a la introducción de un método para resolver ecuaciones con apoyo de un soporte visual (balanza). Pero sobre todo, en este primer acercamiento al problema se destaca la perseverancia de la docente para lograr que los estudiantes comprendan el sentido de la operatoria algebraica, y gradualmente, adquieran herramientas que los hagan competentes en el trabajo algebraico.

En definitiva, la docente recurrió a varias estrategias que insumieron una cantidad considerable de tiempo. Lo cual demuestra que tiene muy en claro sus objetivos y controla la ansiedad por "avanzar con el programa". Tal vez en esto sea en donde mejor se refleja toda la experiencia y el conocimiento tácito que tiene esta docente después de años de práctica.

Consideramos al docente como un individuo que ejerce su oficio en un ambiente a la vez dinámico y abierto, características éstas que hacen el trabajo docente particularmente difícil y exigente en competencias. En este sentido, se nos presenta como cuestión interesante para futuras acciones investigativas, indagar sobre cómo elaboran los docentes sus estrategias de enseñanza y cuáles son sus prioridades en el dominio del álgebra elemental.

6. Referencias bibliográficas

Artigue, M.; Assude, T.; Grugeon, B. y Lenfant, A. (2004) Teaching and learning algebra: approaching complexity through complementary perspectives. En K. Stacey, H. Chick y M. Kendal (Eds.) *The future of the teaching and learning of algebra: the 12th ICMI study*. USA: Kluwer Academic Publishers.

Sessa, C. (2005) Iniciación al estudio didáctico del álgebra: orígenes y perspectivas. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Rojano, T. (1994) La matemática escolar como lenguaje. Nuevas perspectivas de investigación y enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 45-56.

Socas, M.; Camacho, M. y Hernández, J. (1998) Análisis didáctico del lenguaje algebraico en la enseñanza secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 32, 73-86.

ENSINO DE MATEMÁTICA PARA JOVENS E ADULTOS NUMA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: ALGUMAS REFLEXÕES METODOLÓGICAS

Elenita Eliete de Lima Ramos; Claudia Regina Flores
Instituto Federal de Santa Catarina e Universidade Federal de Santa Catarina
elenita@ifsc.edu.br; crf@mbox1.ufsc.br

Resumo
Este trabalho tem por objetivo trazer parte dos resultados de uma pesquisa de doutorado, ainda em desenvolvimento. A pesquisa em questão tem como tema o Tratamento da Informação e visa contemplar a dimensão sociopolítica da Matemática. O aporte teórico adotado se encontra no âmbito das discussões propostas pela Educação Matemática Crítica, apoiando-se, particularmente, em Skovsmose. Tal teoria, em linhas gerais, tem preocupações com a formação para a democracia e a cidadania na Educação Matemática, a partir de suas implicações sociais e políticas bem como em desenvolver uma Educação Matemática capaz de promover a participação crítica dos estudantes na sociedade. O recorte que aqui se apresenta faz referência a alguns Cenários de Investigação construídos com estudantes jovens e adultos do Ensino Médio Profissionalizante.

Palavras chave: Educação de Jovens e Adultos, Educação Matemática Crítica, Tratamento da Informação, Cenários de Investigação.

1. Introdução

Nos dias atuais é essencial uma Educação de Jovens e Adultos – EJA - que propicie ao sujeito condições de entender e transformar a sociedade em que ele está inserido. Neste sentido, esta comunicação se propõe a trazer algumas contribuições para o ensino de matemática, em turmas de Educação de Jovens e Adultos, refletindo sobre alguns dos aportes teóricos que norteiam uma pesquisa de doutorado[41].

A pesquisa vem sendo desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IF-SC, campus Florianópolis, em Santa Catarina, em turmas do Proeja numa
perspectiva de Educação Matemática Crítica, tomando-se como objeto de pesquisa o Tratamento da Informação.

Parte do referencial teórico metodológico que norteia essa pesquisa é ancorado na perspectiva da Educação Matemática Crítica, veiculada por Ole Skovsmose, tomando-se como referência o conceito de Cenários de Investigação para construir e analisar possibilidades de interação de aprendizagem com o conteúdo proposto a estudantes jovens e adultos em um curso de Ensino Médio Profissionalizante.

Esta comunicação, objetiva, portanto, apresentar alguns dos cenários construídos com os sujeitos do Proeja - Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - que servirão de instrumento de análise na pesquisa objeto deste estudo.

[41] Esta pesquisa está sendo desenvolvida no Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, por Elenita E. L. Ramos sob a orientação da Profª. Dra. Claudia Regina Flores e tem como tema o Tratamento da Informação em turmas de Proeja numa perspectiva de Educação Matemática Crítica.

2. O Proeja

O Proeja é um programa educacional brasileiro, instituído por decreto pelo governo federal no ano de 2005 e objetiva atender à demanda de jovens e adultos por educação básica e profissional por meio da elevação de escolaridade, profissionalização, continuidade de estudos e maior inserção na vida social e no mundo do trabalho.

Quanto às intenções do programa, estas podem ser percebidas na apresentação do Documento Base do Proeja:

> Com o Proeja busca-se resgatar e reinserir no sistema escolar brasileiro milhões de jovens e adultos possibilitando-lhes acesso a educação e a formação profissional na perspectivas de uma formação integral. O PROEJA é mais que um projeto educacional. Ele, certamente, será um poderoso instrumento de resgate da cidadania de toda uma imensa parcela de brasileiros expulsos do sistema escolar por problemas encontrados dentro e fora da escola. (Brasil, 2007, p. 1 e 2).

A proposta do Proeja é, portanto, de uma educação integrada, voltada para um público específico de jovens e adultos trabalhadores ou desempregados. Supõe a inserção, no sistema de ensino, de um modelo que possa romper com a histórica dualidade entre educação geral (para as elites dirigentes) e formação profissional (destinada à preparação para o trabalho, para os pobres, para os desvalidos e para os trabalhadores).

Vale ressaltar que a integração entre educação básica e educação profissional na modalidade de Educação de Jovens e Adultos é uma novidade no quadro educacional brasileiro e se apresenta como uma política de governo, implementada por meio do Proeja não encontrando precedentes na história da educação brasileira. O Proeja, em nível médio, se constitui, portanto, da junção de dois temas bastante polêmicos no cenário educacional brasileiro: O Ensino Médio Integrado à Educação Profissional e a Educação de Jovens e Adultos. Além disso, a falta de experiência no Ensino Médio na modalidade EJA é uma realidade no sistema de ensino, uma vez que a educação de adultos no Brasil tem, ao longo de sua história, se dedicado sobretudo, ao nível fundamental, o que implica dizer que, de forma geral, há poucas experiências de educação de nível médio nesta modalidade de ensino, justificando, dessa forma, a relevância desta pesquisa.

3. O Sujeito da Pesquisa

Como bem define Oliveira (1999), para além da faixa etária, o que caracteriza os sujeitos que freqüentam a modalidade de Educação de Jovens e Adultos é a caracterização sócio-cultural; uma vez que este jovem não é o estudante que está fazendo um cursinho pré-vestibular, tão pouco o adulto é o profissional qualificado que freqüenta um curso de formação continuada.

> […] apesar do recorte por idade (jovens e adultos são, basicamente 'não crianças'), esse território da educação não diz respeito a reflexões e ações educativas dirigidas a qualquer jovem ou adulto, mas delimita um determinado grupo de pessoas relativamente homogêneo no interior da diversidade de grupos culturais da sociedade contemporânea. (Oliveira, 1999, p. 59).

São sujeitos que estão à margem do sistema educacional, com atributos quase sempre acentuados em conseqüência de alguns fatores adicionais como raça/etnia, cor, gênero,

entre outros. Possuem uma passagem curta e não sistemática pela escola e uma trajetória educacional interrompida pelos mais variados motivos: são desempregados, subempregados, donas-de-casa, trabalhadores, de vida dura, de trabalho árduo, como pedreiros, empregadas domésticas, vigilantes, trabalhadores do campo, pescadores, serventes, que não tiveram tempo de conciliar o trabalho, a família e a escola, tão pouco obtiveram orientação para uma necessidade de aprendizagem escolar; são mulheres que foram proibidas de frequentar a escola pelos pais ou maridos, simplesmente por serem mulheres; são mulheres que engravidaram na adolescência e não podiam contar com outros braços, que não fossem os seus, para acalentar seus filhos enquanto estivessem na escola.

Em sua maioria são pessoas cuja escolha pelo retorno à educação escolar quase sempre é uma opção adulta, que exige renúncias, o que torna o retorno à escola e a permanência nela uma decisão das mais difíceis.

4. Referencial Teórico

O aporte teórico adotado se encontra no âmbito das discussões propostas pela Educação Matemática Crítica (EMC), apoiando-se, particularmente, em Skovsmose (2000, 2001). Esta vertente se preocupa com o engajamento social na área da Educação Matemática, com o desenvolvimento da consciência crítica sobre o conhecimento matemático, com os nossos papéis enquanto cidadãos, assim como, com a formação para a democracia e a cidadania na Educação Matemática, a partir de suas implicações sociais e políticas. "Uma educação crítica não pode ser um simples prolongamento da relação social existente. Não pode ser um acessório das desigualdades que prevalecem na sociedade. Para ser crítica, a educação deve reagir às contradições sociais". (Skovsmose, 2001, p. 101).

Uma EMC, visa desenvolver a competência crítica que diz respeito ao envolvimento dos estudantes no processo educacional e à identificação de assuntos relevantes para este processo, por meio das experiências trazidas pelos estudantes e do diálogo destes com o professor. A relevância dos assuntos diz respeito tanto aos interesses imediatos dos estudantes quanto às perspectivas mais abrangentes do processo educacional.

Portanto, o desenvolvimento de atividades educacionais na perspectiva de uma Educação Matemática Crítica não deve manter exclusivamente a Matemática em foco, deixando de considerar outras possibilidades que não sejam ensinar conteúdos matemáticos. Neste sentido, explorar estratégias pedagógicas em diferentes ambientes de aprendizagem pode se apresentar como uma interessante alternativa.

Skovsmose (2000) evidencia dois ambientes de aprendizagem que se contrapõem: o paradigma do exercício e o cenário para investigação. Para este autor, a educação matemática tradicional se enquadra no paradigma do exercício, que se diferencia do cenário para investigação, "… no qual os alunos são convidados a se envolverem em processos de exploração e argumentação justificada." (Skovsmose, 2000, p. 66).

O paradigma do exercício é caracterizado por aquela aula de matemática em que o professor expõe o conteúdo no quadro negro ou branco, ou seja, apresenta definições, propriedades, exemplos e, em seguida, sugere aos alunos que os mesmos resolvam os exercícios que estão no livro didático ou numa lista preparada pelo próprio professor. Segundo o autor, a premissa central do paradigma do exercício é que existe uma, e somente uma, resposta correta para aquele exercício proposto.

Esse paradigma se diferencia do cenário para investigação, no qual os alunos também são responsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem, uma vez que os mesmos

assumem o processo de exploração formulando questões e procurando explicações. A riqueza destes cenários estaria na diversidade dos argumentos que surgem para as diferentes explicações e/ou respostas fornecidas às questões. Diferentemente do paradigma do exercício em que apenas uma resposta é considerada correta, explicações distintas dadas a uma mesma problemática, só vêm a contribuir com a qualidade do debate em sala de aula.

Skovsmose (2000), ao considerar os cenários para investigação como estratégia pedagógica, o faz a partir de três referências, segundo as quais o trabalho investigativo em sala de aula pode ser conduzido. Tais referências visam levar os estudantes a produzirem significados para os conceitos e as atividades matemáticas. São elas:

1) Referência à matemática: as questões e atividades matemáticas são elaboradas com o único objetivo de trabalhar as habilidades matemáticas, caracteriza-se pela preocupação com a matemática em si ou com os conteúdos curriculares;
2) Referência à semi-realidade: as questões referem-se a uma semi-realidade relacionada com ambientes externos, mas construídas de forma artificial, por exemplo, pelo professor ou pelo autor do livro didático;
3) Referência à situação da vida real: alunos e professores trabalham com tarefas/problemas cuja referência são situações do mundo real.

Nesta pesquisa optou-se por atividades educacionais desenvolvidas nos Cenários de Investigação que fazem referência às situações da vida real.

5. Cenários de Investigação

Os cenários de investigação fazem parte de um dos três momentos desenvolvidos durante a prática investigativa desta pesquisa.

O primeiro momento consistiu na aplicação e análise de uma atividade pedagógica em que as estudantes responderam questões relativas às informações contidas em tabelas e gráficos extraídos de revistas.

No segundo momento os estudantes tiveram a oportunidade de tratar informações obtidas de diferentes formas: dados obtidos de um questionário sócio-econômico respondido pelos próprios estudantes e dados obtidos através de uma atividade experimental.

O terceiro momento consistiu na construção de ambientes de aprendizagem que podem dar suporte a um trabalho investigativo, denominados Cenários de Investigação. Como estratégia metodológica para a criação dos cenários de investigação foram considerados os conhecimentos e interesses trazidos pelos alunos. Os alunos se reuniram em equipe e cada uma delas apresentou a sua proposta de trabalho. A partir daí, conduziu-se os questionamentos de modo que os cenários criados pudessem contemplar, além dos tratamentos de dados, a dimensão sociopolítica da Educação Matemática. Foram um total de cinco encontros para orientações e debates sobre os cenários e um último encontro pra socialização dos resultados. A socialização dos trabalhos consistiu na apresentação, para todos os integrantes da turma, de todo o processo de construção do trabalho. Momento este dos mais ricos uma vez que possibilitou a emersão de discussões relativas às questões sociopolíticas associada aos temas e que foram compartilhadas com toda a turma.

Dentre os cenários desenvolvidos pode-se citar como exemplo: 1) a exploração dos gráficos existentes na Caderneta de Saúde da Criança, cuja construção utiliza uma lógica totalmente diferenciada daquela utilizada no ambiente escolar. 2) a problematização em relação ao custo de uma carteira vazia, quando um estudante

abandona os bancos escolares pelos mais variados motivos. 3) a implicação de uma ausência a uma consulta ou exame marcado previamente pelo Sistema Único de Saúde, SUS. Optamos em tratar este último de forma mais detalhada neste texto.

O objetivo deste cenário era tratar os dados referentes às consultas e exames agendados nos postos de saúde: os realizados e os não realizados devido à falta do paciente. Apresentamos, a seguir, parte do texto desenvolvido pelos estudantes durante o processo: "Procuramos com este trabalho tratar de uma questão de cidadania: as ausências das pessoas às consultas e exames médicos agendados trazem desperdício de dinheiro público. Pretendemos conscientizar à população da responsabilidade com a saúde pública, pois mais pessoas precisam e estão aguardando sua vez para consultar e fazer seus exames. Caso não possa comparecer a pessoa deverá comunicar a sua unidade de saúde com antecedência. Segundo a Secretaria Municipal de Saúde o dinheiro usado nestes exames e consultas, quando o paciente não comparece, não volta para os cofres públicos. A conclusão é que as ausências dos pacientes às consultas agendadas previamente contribui ainda mais para a demora do andamento dos processos o que coloca em risco a saúde de muitas pessoas que necessitam de cuidados imediatos. A falta de responsabilidade de alguns pacientes em não desmarcar esses exames ou consultas causa desperdício de dinheiro público. Os pacientes da rede pública de saúde precisam ter consciência que mais pessoas estão aguardando por um exame ou por uma consulta com um especialista."

Além de levantar estas questões os estudantes trouxeram os gráficos demonstrando os dados por eles trabalhados. Por exemplo: das 35 consultas marcadas para o endocrinologista, onze delas não aconteceram devido a ausência do paciente. Das noventa consultas marcadas para o neurologista apenas 36 aconteceram, ou seja, menos da metade, já que nas demais os pacientes não compareceram, tão pouco desmarcaram a consulta, causando desperdício de dinheiro público e aumento da espera para quem aguarda na fila uma oportunidade de consulta com um especialista.

Muitos estudantes se manifestaram dizendo que as pessoas não têm consciência de tal fato, que eles próprios e os membros de suas famílias já faltaram e não tinham se dado conta do custo e do problema que isso acarreta a quem está esperando para ser atendido.

Durante a apresentação os estudantes participaram ativamente do debate, transcrevemos, a seguir, o pronunciamento de dois estudantes:

Estudante1: "Eu já falo muito, com relação a isso, sabe, no posto a gente tenta conscientizar o pessoal. E no meu trabalho, na rua, eu procuro conscientizar. E assim, agora ainda mais, procuro falar com os meus vizinhos, com quem eu puder. Pelo amor de Deus, se tu tens alguma coisa marcada no SUS então vai, se tu não vai passa essa vaga para outra pessoa. A gente reclama: ah, o SUS demora, ah, meu Deus, quanto tempo eu estou esperando um especialista ou um exame, mas tu não para para pensar nisso."

Estudante2: Muitas pessoas criticam o SUS, como ela falou. É fácil a gente vir na frente da TV, rádio e jornal e criticar né. Mesmo as pessoas dentro da minha própria casa as vezes não vão numa consulta. E eu, inconscientemente não critico meus parentes também, né. Mas é fácil chegar em público, em rádio, TV e jornais e criticar. Mas o trabalho de vocês vem bem a calhar, no momento em que esta conscientização pode vir da gente também, não dos de fora. Que chegar lá e criticar é bonito né, mas vê que eu também preciso melhorar e cumprir a minha obrigação, talvez, de uma marcação, de um parente, um primo, irmão, esposo,esposa, e cobrar que vá, pra que o meu vizinho

também seja atendido, né. Isso é muito interessante, porque esse tipo de discussão não se faz né."

Quando a pesquisadora perguntou aos estudantes se os mesmos já haviam realizado este tipo de discussão numa aula de matemática todos responderam que não. "Matemática na cabeça da gente é só cálculo, cálculo, cálculo e mais cálculo." Disse um deles. E quando questionados se achavam que a matemática deveria servir também para levantar este tipo de discussão a turma foi unânime em responder que sim, já que o assunto ali tratado serviu para eles tomarem conhecimento de uma realidade que até então lhes era desconhecida.

6. Considerações Finais

Os resultados até aqui percebidos mostram que as atividades desenvolvidas nos Cenários de Investigação favoreceram o envolvimento dos estudantes no processo de exploração, argumentação, ação, e principalmente nas reflexões sociais e políticas, possibilitando que a dimensão crítica da Educação Matemática seja contemplada.

Todas as problemáticas levantadas e analisadas pelos estudantes dentro dos cenários propostos por eles propiciaram discussões que extrapolaram as questões técnicas do assunto matemático em questão, qual seja: o tratamento da informação. Para além da compreensão de gráficos e tabelas, as atividades proporcionaram discussões sociais e políticas, favorecendo a formação de um sujeito capaz de atuar mais criticamente na sociedade com possibilidades de intervenções positivas, de caráter individual e coletivo.

A análise detalhada de cada um destes cenários é objeto da pesquisa de doutorado e será apresentada num próximo trabalho.

7. Referencias

Brasil. (1998). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática***.** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

Brasil.(2007). Ministério da Educação. *Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos* – Documento Base. Brasília.

Oliveria, M. K. (1999). Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*. São Paulo: Set/Out/Nov/Dez. n. 12, p. 59-73.

Skovsmose, O. (2000). Cenários para Investiação. *Bolema, 14,* pp. 66-91.

Skovsmose, O. (2001). *Educação Matemática Crítica: A questão da Democracia*. Campinas, SP: Papirus, 2001.

UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CON DISTINTOS GRADOS DE PARAMETRIZACIÓN EN ENTORNOS DE GEOMETRÍA DINÁMICA: EL CASO DE LA CIRCUNFERENCIA DESDE UN ENFOQUE GEOMÉTRICO - ALGEBRAICO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES

Rosa Ana Ferragina, Leonardo José Lupinacci
Centro de Estudios en Didácticas Específicas, (CEDE).
Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM).
rosaferragina_1@hotmail.com leolupinacci@yahoo.com.ar

Resumen
La presente propuesta se encuadra en la formación inicial de profesores de matemática, desarrollando problemas que integran cuestiones geométricas y algebraicas, en conjunto con las que posibilitan los entornos de geometría dinámica. De este modo, tomando como base a la circunferencia, se pretende poner en primer plano la relación existente entre variables y parámetros que, a veces, queda oculta cuando sólo se realizan procedimientos algebraicos. Asimismo, se plantea la valorización que proporcionan los entornos de geometría dinámica para fortalecer el vínculo variable/parámetro que está presente en los problemas geométrico-algebraicos, además de la interacción y la manipulación en tiempo real de las construcciones que dichos entornos ofrecen.

Palabras Clave: Formación Docente Inicial, Geometría, Circunferencia, Parámetros, Geometría Dinámica.

1. Introducción

La presente propuesta se encuadra en el marco de un proyecto de investigación cuyo tema de estudio es "Geometría y TICs: estudio didáctico de propuestas de enseñanza en la escuela secundaria". Esta investigación se realiza desde el área Didáctica de la Matemática del CEDE (Centro de Estudios en Didácticas Especificas) perteneciente a la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) en Argentina.

La problemática de la enseñanza de la Geometría ha sido considerada en los últimos años como tema de interés por numerosos investigadores en Didáctica de la Matemática (Acosta Gempeler (2004, 2005), Gascón (2002, 2007), Santaló (1994), Santos Trigo (2003), entre otros).

Para destacar la importancia que tiene la Geometría en la formación del profesor de Matemática, exponemos nuestro acuerdo con el siguiente pensamiento:

"La Geometría, puede mostrarse en su forma intuitiva, la primera históricamente, para llegar a la geometría en coordenadas y la introducción de las estructuras algebraicas, pero estas comparaciones y variedad de posibilidades deben ser mostradas por el profesor de la materia, no esperar a que se las indique el profesor de didáctica o de historia y filosofía de las ciencias." (Santaló, 1994, p 212)

La multiplicidad de sentidos que se propone en el párrafo anterior podría permitir que en su formación, el futuro docente, reflexione con mayor fundamento que la Geometría debe estar presente en sus clases de Matemática.

El diseño curricular vigente de la provincia de Buenos Aires para la formación de profesores en Matemática para la Enseñanza Secundaria[42], plantea, como un modo de

[42] Res. N° 13271/99, Res. N° 13259/99 y Res. N ° 03581/00.

evolución e integración de objetos matemáticos a estudiar, dos espacios curriculares sobre *Álgebra y Geometría* (uno en primero y otro en segundo año). Pero, cuando se analizan los contenidos y expectativas de logros de estos espacios, se podría decir que no se ha logrado esa conjunción de saberes que se esperaba, quedando aparentemente dos bloques separados. Uno de ellos para la Geometría euclidiana (la más clásica) y, el otro, para la Geometría analítica o de coordenadas, sustentándose en el desarrollo de técnicas algebraicas. Además, pareciera existir un acuerdo implícito de reservar para la Secundaria Básica los contenidos de la euclidiana y, para el tramo superior de enseñanza, la analítica, produciendo entonces una discontinuidad entre ambas que no permite mostrar su complementariedad y evolución (Gascón, 2002).

Con lo cual, esta ausencia de la Geometría, en un sentido integrador, en el contexto de la formación docente específica, implica una pérdida importante de conocimiento y de desarrollo de habilidades matemáticas, ya que es un campo de estudio que favorece el desarrollo de la conjeturación, la argumentación deductiva y la modelización.

"En los últimos años se ha reconocido que el aprender matemáticas va más allá de que el estudiante domine un conjunto de reglas, fórmulas o procedimientos para resolver listas de problemas rutinarios. Se acepta que en el proceso de aprender la disciplina, los estudiantes necesitan desarrollar una disposición y forma de pensar donde constantemente busquen y examinen diferentes tipos de relaciones, planten conjeturas, utilicen distintos sistemas de representación, establezcan conexiones, empleen varios argumentos y comuniquen sus resultados. Además el desarrollo de herramientas tecnológicas está influyendo notablemente la forma en que los estudiantes aprenden matemáticas." (Santos Trigo, 2003, p 196)

Además, queremos destacar que esta mutiplicidad de sentidos que adquiere la Geometría, en la formación del profesor, se podría potenciar con el empleo de algún software de geometría dinámica; puesto que consideramos que adquirir conocimientos profesionales en el ámbito de estas tecnologías requiere tanto profundizar en el conocimiento propio de la Matemática, como en el análisis de los resultados de su implementación en la enseñanza.

"A diferencia de otros software de matemáticas, la geometría dinámica fue destinada desde su origen a la enseñanza, por lo que se reconoce fácilmente su vocación didáctica y se resaltan sus potencialidades en la enseñanza; pero como la comunidad matemática no lo ha integrado dentro de su práctica profesional, no lo reconoce como una herramienta légitima para hacer matemáticas ni se estudian las repercusiones de su utilización en la producción de nuevo conocimiento."(Acosta Gempeler, 2005, p 122)

Es por ello que la elección de los problemas resulta muy importante, puesto que éstos dan lugar a conjeturar con la ayuda del software y, además, el modo en que se interpela al que los resuelve, para que no quede en una simple observación sino que busque explicitar las propiedades permitiendo justificar la observación realizada.

2. Geometría analítica, algo más que coordenadas y letras

Como se mencionó en párrafos anteriores, pondremos en primer plano a la Geometría y, si bien son muchos los recorridos posibles sobre los cuales reflexionar del modo en que están presentes a lo largo de la formación básica del docente, nos centraremos en problemas que, cuando se le realizan pequeñas variaciones, se convierten en un campo de problemas. Es decir que comenzamos explorando un problema utilizando las técnicas clásicas de resolución, construcción y/o planteo algebraico de condiciones, pero que

cuando se propone realizar modificaciones en sus condiciones iniciales, estas técnicas pueden resultar insuficientes.
Además, esto se relaciona con la necesidad de realizar elecciones didácticas que permitirían a los alumnos/profesores profundizar en diferentes procesos de generalización y, los ambientes dinámicos no sólo admiten construir figuras con ciertas propiedades, sino que también se pueden transformar esas construcciones en tiempo real.
Geogebra[43], además de ser un software de geometría dinámica, incorpora algunas funcionalidades de los sistemas de procesamiento simbólico puesto que posibilita trabajar algunos temas de Geometría Analítica, de Algebra y de Cálculo Aritmético.
"La geometría analítica resultó ser una herramienta de doble uso para las matemáticas. Por una parte, los conceptos geométricos podían formularse algebraicamente, y los objetivos geométricos podían alcanzarse por medio del álgebra. Recíprocamente, al interpretar geométricamente los enunciados algebraicos puede lograrse una visión más intuitiva de su significado, lo cual a su vez, puede ser fuente de nuevas conclusiones" (Kline,1992, p 446)
De hecho, en este programa las relaciones entre los objetos geométricos y sus correspondientes expresiones algebraicas, se establecen "por defecto". Es decir, en forma automática, el programa grafica una expresión ingresada (siguiendo la notación que interpreta el programa) y, por otro lado, cualquier representación como objeto geométrico tiene su correspondencia como una expresión, en la ventana algebraica.
Ahora bien, estas correspondencias geométrico–algebraicas se basan en el doble estatus -sea como variable o parámetro- que pueden tener las letras en el enunciado de un problema.
Acordamos con lo que expone Gascón (1999) al referirse a una nueva forma de realizar matemática cuando se profundiza en el estudio de las nuevas técnicas que surgen del doble juego impuesto por las letras como "incógnitas" y como "parámetros".
Nuestra propuesta didáctica sustenta que asignándole distintos grados de parametrización a los datos de un problema, cuando se lo resuelve en entornos de geometría dinámica, podría convertirse en un campo de problemas, susceptible al estudio tanto de las variaciones como de los invariantes visuales proveyendo, las bases intuitivas para justificaciones formales de conjeturas y proposiciones.

3. Propuesta didáctica

A modo de ejemplo de lo anteriormente expuesto, hemos elegido presentar el análisis de un problema[44] que permite profundizar en las relaciones entre parámetros y variables desde una perspectiva geométrica. Asimismo, se pretende explicitar las potencialidades de los entornos de geometría dinámica, en este caso con el software Geogebra, para el trabajo geométrico-algebraico.
Específicamente, desarrollaremos el siguiente problema con diversos niveles de parametrización: *"Obtener las circunferencias que pasan por el punto A (a, b) y son tangentes a la recta* $y = mx + p$ *en el punto B (c, d)".*
Es posible realizar una primera aproximación al problema mediante la resolución de un caso particular: "*Obtener las circunferencias que pasan por el punto A (8, 3) y son tangentes a la recta* $y = x + 3$ *en el punto B (2, 5)".*

[43] Es el software elegido para la resolución de la propuesta.
[44] Problema propuesto por el Dr. Josep Gascón en el marco de la Escuela de Invierno de la Universidad Nacional de San Martín (2007).

Los programas de geometría dinámica, como el Geogebra, permiten tener como primer contacto con la situación un trabajo exploratorio mayor al que puede ser realizado en lápiz y papel, puesto que: "*La geometría dinámica constituye un nuevo sistema de representación de los objetos geométricos que utiliza nuevos objetos ostensivos, los dibujos computarizados, que se diferencian de los dibujos sobre papel precisamente por su dinamismo: pueden ser arrastrados y deformados en la pantalla, conservando las propiedades geométricas que se les ha asignado por el procedimiento de construcción.*" (Acosta Gempeler, 2005, p 123).

Además, resulta interesante la manipulación dinámica del dibujo si bien éste no ha sido construido con todas las propiedades geométricas que establece el problema. Diversas herramientas que ofrece el entorno permiten modificaciones de un dibujo realizado sólo en función de "posicionar" a los objetos para que cumplan las condiciones pedidas. Por ejemplo, se podría comenzar por la construcción de una circunferencia que pasara por los puntos dados para, posteriormente, manipular la posición del tercer punto haciendo coincidir la tangencia solicitada, integrando de este modo elementos de "dibujo" libres con objetos geométricos dependientes.

Es importante notar aquí que, por aproximación, es posible encontrar la circunferencia pedida, $(x - 4.5)^2 + (y - 2.5)^2 = 12.5$, expresión que puede visualizarse a través de la ventana algebraica del entorno. Esto se relaciona con elecciones didácticas referentes a comenzar con los alumnos/profesores procesos graduales de algebrización. Estas elecciones podrían basarse tanto en la supresión de ciertas herramientas del software[45], como en las consignas específicas que se indiquen..

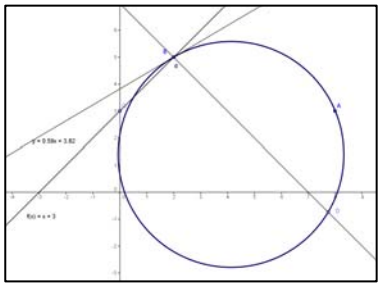


Figura 1: Aproximación por medio de la interacción de propiedades geométricas y elementos de dibujo libres. Recta f(x) = x+3, puntos A y B fijos. Punto D sobre la recta perpendicular a x+3 que pasa por B. Recta e Tangente a la circunferencia. Desplazando el punto D se hace coincidir la recta tangente con x+3 para hallar la ecuación de la circunferencia

Estas decisiones didácticas remarcarían el uso de interacciones entre dibujo y propiedades geométricas, como fuente de conjeturas para el inicio de los procesos algebraicos y no como una resolución ostensiva en sí misma.

En este punto, es importante analizar las distintas relaciones y propiedades que cumplen los objetos geométricos manipulados para establecer las características que deben cumplir los objetos puestos en juego. Entonces, estos análisis podrán centrarse en la relación de perpendicularidad de la recta tangente a la circunferencia por el punto B y el radio de la misma que tiene como extremo a dicho punto y, al combinarse con la propiedad que establece que, la mediatriz de una cuerda de la circunferencia pasa por el

[45] Específicamente el Geogebra permite tanto la desactivación de herramientas desde su propia interfaz, como la creación de applets en donde se elijan previamente cuáles serán las herramientas que los alumnos dispondrán para el trabajo.

centro de la misma, podrá dar lugar a la ubicación de dicho centro, llegando de este modo a las pautas de construcción geométrica de la figura solicitada.

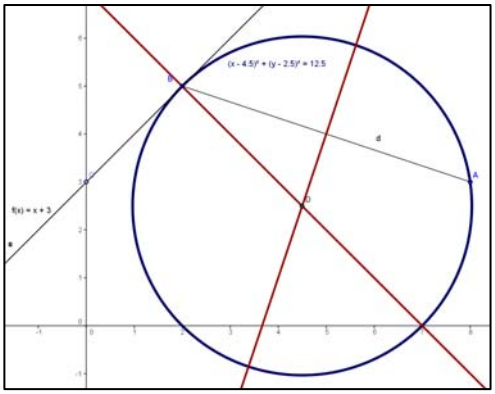


Figura 2: Construcción análoga a la realización con regla y compás. El centro de la circunferencia se obtiene de la intersección de la mediatriz del segmento (cuerda) AB y de la recta perpendicular a f(x) = x + 3 por el punto B.

Mediante esta construcción se puede explicitar las propiedades geométricas conjeturadas en la etapa anterior, permitiendo entonces comenzar a indagar las condiciones algebraicas que se manifiestan en este caso particular. En este punto se podría retomar técnicas y manipulaciones algebraicas quizás ya conocidas como las condiciones de perpendicularidad, la obtención de la recta que pasa por dos puntos dados, etc.

Es el momento de poner en escena nuevamente el enunciado original que permita analizar las diversas condiciones geométricas y algebraicas puestas en juego con anterioridad. La primera posibilidad de exploración es un trabajo análago al realizado anteriormente, pero utilizando puntos libres para la construcción y, "arrastrando" los mismos por el plano para analizar los cambios que las distintas posiciones de dichos puntos realizan sobre la construcción obtenida.

Por ejemplo, es posible desarrollar este trabajo manteniendo la recta tangente fija y variando la posición de los puntos como se pide en el siguiente enunciado: "*Obtener las circunferencias que pasan por el punto A (a, b) y son tangentes a la recta* $y = 0$ *en el punto B (c, 0)".* Para tal fin, la herramienta "deslizador" que ofrece el entorno puede ser de mucha utilidad, puesto que permite evidenciar los cambios de la construcción al modificar cada uno de los parámetros paulatinamente, comenzando así con un nivel de parametrización. En esta instancia lo importante es hacer explícita la relación entre los distintos parámatros de los elementos puestos en juego con la construcción obtenida.

Ahora bien, el trabajo con deslizadores para parametrizar el enunciado del problema original, requiere de cierto trabajo algebraico, puesto que la componente d del punto B no puede ser libre sino que es la imagen de la componente c, en la función $y = mx + p$, que al estar también parametrizada, sustenta la necesidad de establecer algebraicamente estas relaciones.

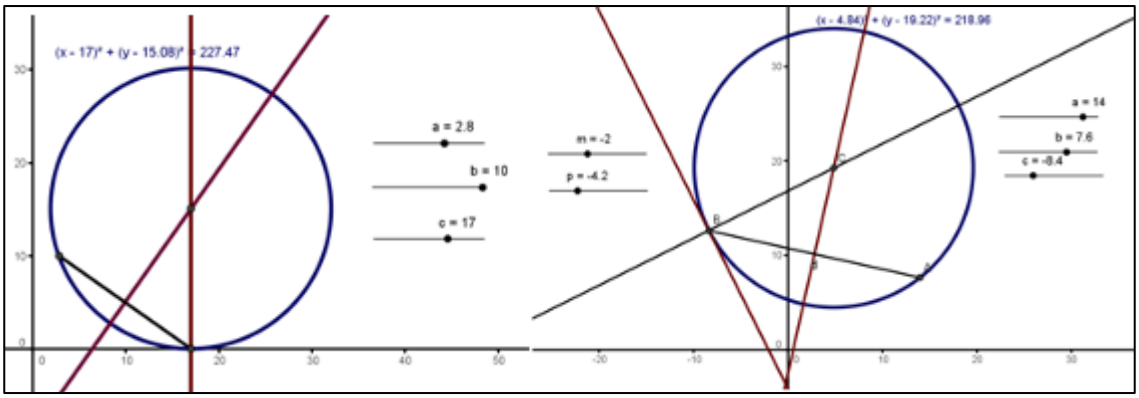


Figura 3: Diferentes niveles de parametrización del enunciado general del problema. A la izquierda partiendo de una recta fija y variando los parámetros de las componentes de los puntos por los que debe pasar la circunferencia. A la derecha variando tanto los puntos como los parámetros de la recta.

En este proceso de evolución del problema el trabajo de parametrización no se agota en el análisis de la relación entre los parámetros y las circunferencias obtenidas, puesto que puede visualizarse, al variar la posición de los puntos por donde pasa la circunferencia, que el centro de la misma "parece desplazarse de una forma particular". Entonces, resulta interesante analizar cuál es esa forma particular de desplazamiento y cómo influyen las variaciones de los parámetros en las curvas obtenidas, logrando de este modo otra "razón de ser" al problema planteado.
Este nuevo camino de exploración se puede realizar con Geogebra de dos formas, utilizando la herramienta "activa trazo" en el centro de la circunferencia y cambiando los parámetros de la construcción o, mediante la herramienta "lugar geométrico".

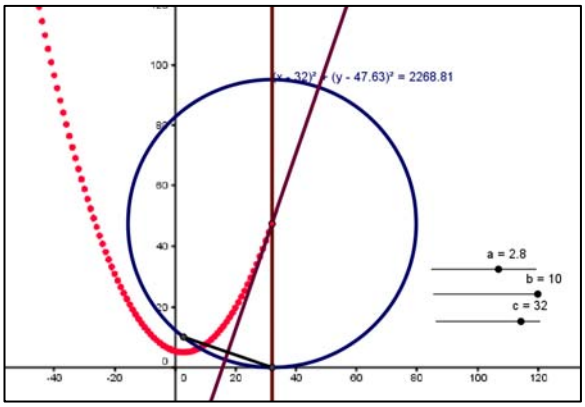


Figura 4: Análisis de las distintas posiciones del centro de la circunferencia a partir de la variación de los parámetros de los elementos de la construcción. (En este caso mediante la herramienta "activa trazo")

4. Conclusiones

El problema desarrollado nos permitió puntualizar sobre los siguientes aspectos: el modo de explorar las herramientas que ofrece el entrono dinámico; el tipo de trabajo que se puede realizar cuando se incorpora la tecnología y, de lo que significa "hacer matemática"; las características del pensamiento geométrico y las posibilidades que nos brinda el software; la decisión de utilizar o no una herramienta (deslizadores, activa

trazo, lugar geométrico) para la resolución y, finalmente, si tenemos un buen problema geométrico "de lápiz y papel", puede serlo aún más cuando se incorpora geometría dinámica.

De un modo general, nos propusimos reflexionar, para la formación inicial de profesores, sobre problemas geométricos que pueden evolucionar en un campo de problemas geométrico-algebraicos, tanto por su potencialidad en la exploración como por la elaboración de conjeturas y modelos, en una integración con las herramientas informáticas, y más específicamente de los entornos de geometría dinámica, con las prácticas de enseñanza en las aulas. Puesto que se debería contextualizar la formación del futuro profesor mediante la utilización de un recurso en particular, como es de geometría dinámica y, de este modo, iniciar un recorrido de transformación y reformulación de los contenidos matemáticos que se desarrollarán en el transcurso de su carrera y que luego, en su mayoría, pasarán a ser parte en su labor profesional como contenidos a enseñar.

5. Referencias

Acosta Gempeler, M. E. (2004). "La Teoría Antropológica de lo Didáctico y las Nuevas Tecnologías". Propuesta de comunicación para el Primer Congreso Internacional de la TAD. Universidad de Jaén.

Acosta Gempeler, M. E. (2005). "Geometría experimental con Cabri: una nueva praxeología matemática", en Revista *Educación Matemática*, diciembre, año 17, vol 3. México. pp 121- 140. Santillana

Dirección General de Cultura y Educación. Provincia de Buenos Aires (1999). *Diseño Curricular del Profesorado de tercer ciclo de la EGB y de la Educación Polimodal en Matemática*.

Gascón, J. (1999). "La naturaleza prealgebraica de la matemática escolar" en *Educación Matemática* 11/1, 77-88.

Gascón, J. (2002). "Evolución de la controversia entre geometría sintética y geometría analítica. Un punto de vista didáctico matemático" En: *Disertaciones del Seminario de Matemáticas Fundamentales N°28.* Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Gascón, J. (2007). *El proceso de algebrización de las matemáticas escolares*. Escuela de invierno de Didáctica de la Matemática, Buenos Aires, Argentina. Pendiente de publicación.

Kline, M. (1992*). El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*. Alianza, Madrid.

Santaló L. (1994). *Enfoques. Hacia una didáctica humanista de la Matemática*. Buenos Aires. Troquel Educación.

Santos Trigo, L. (2003). "Procesos de Transformación de Artefactos Tecnológicos en Herramientas de Resolución de Problemas Matemáticos". Boletín de Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, Nº 2.

ANÁLISIS COMBINATORIO: DIFICULTADES EN ALUMNOS DE INGENIERÍA

Lorena Verónica Belfiori
Universidad Tecnológica Nacional – Regional Avellaneda
lorenabelfiori@gmail.com

Resumen
El pensamiento estocástico, necesario para trabajar con situaciones en las que se debe averiguar la probabilidad, es muy distinto al pensamiento determinístico, común a la mayoría de las actividades matemáticas. Las personas se enfrentan con muchas dificultades cuando necesitan emplear este tipo de pensamiento ya que no están acostumbradas a él.
Además se verifica que, a pesar de ser la enseñanza de la combinatoria y la probabilidad obligatoria a nivel medio, muchas veces no se realiza con la profundidad adecuada o directamente no se realiza, motivo por el cual el alumno universitario se encuentra con un vacío en sus conocimientos estocásticos que debe llenar al cursar la materia Probabilidad y Estadística en la facultad.
Se propone realizar la enseñanza o revisión de este tema haciendo uso de la resolución de problemas que se puedan conectar con la realidad del alumno o con juegos.

Palabras clave: pensamiento estocástico, análisis combinatorio, resolución de problemas.

1. Introducción

El pensamiento estocástico, necesario para trabajar en probabilidad, es muy distinto al pensamiento determinístico, común a la mayoría de las actividades matemáticas. Las personas se enfrentan con muchas dificultades cuando necesitan emplear este tipo de pensamiento ya que no están acostumbradas a él.
La definición clásica de probabilidad es una definición a priori la cual implica un cociente entre dos números que representan la cantidad de casos posibles y la cantidad de casos favorables. La obtención de estos números no siempre resulta simple. El análisis combinatorio nos permite facilitar el trabajo de calcular probabilidades de eventos complejos en los cuales, frecuentemente la enumeración de casos es difícil, tediosa o ambas.
Podemos definir a la combinatoria o análisis combinatorio como la parte de la Matemática que estudia las diferentes maneras en que se pueden formar agrupaciones entre elementos de uno o más conjuntos y cómo contar ordenadamente su número.
Pero aún con la ayuda del análisis combinatorio se verifica que los problemas de combinatoria son complicados. Al respecto André Antibí señala que,

> "Ahora bien en este tipo de problema, por pura tradición, en mi opinión, se indica rara vez los pasos a seguir y evidentemente, esto contribuye a hacer las cosas más difíciles... Se trabaja sobre conjuntos finitos, ciertamente, pero raramente se está en capacidad, en este tipo de problema, de especificar y de contar uno a uno los elementos del conjunto del cual se quiere calcular el cardinal"

A través de la observación del desempeño de varios cursos tanto de nivel secundario como de nivel universitario (alrededor de cuatrocientos alumnos), se ha notado que a muchos estudiantes les es engorroso aplicar las técnicas de combinatoria lo cual nos

lleva a plantearnos ¿Es el contar un proceso intuitivo? ¿Cómo interviene el razonamiento en las situaciones de combinatoria? ¿Es la capacidad combinatoria sólo un instrumento matemático o es un componente fundamental del razonamiento lógico? ¿Es la resolución de problemas una buena herramienta para la enseñanza de este tema? Para dar respuesta a estos interrogantes, dentro del marco teórico de la teoría de Piaget, se analiza el trabajo realizado por ochenta alumnos de la carrera de ingeniería industrial durante la unidad de combinatoria y su posterior evaluación.

2. Evolución del desarrollo del tema a lo largo de la escolarización

El análisis combinatorio es un componente esencial de la matemática discreta, y, como tal, tiene un papel importante en las matemáticas escolares. En 1970, Kapur, para justificar la enseñanza de la combinatoria en la escuela, presentó las razones siguientes, que todavía son válidas:

- Puesto que no depende del cálculo, permite plantear problemas apropiados para diferentes niveles; pueden discutirse con los alumnos problemas aún no resueltos, de modo que descubran la necesidad de crear nuevas matemáticas.
- Puede emplearse para entrenar a los alumnos en la enumeración, la realización de conjeturas, la generalización, la optimización y el pensamiento sistemático.
- Puede ayudar a desarrollar muchos conceptos, como los de aplicación, relaciones de orden y equivalencia, función, muestra, conjunto, subconjunto, producto cartesiano, etc.
- Pueden presentarse muchas aplicaciones en diferentes campos, como: Química, Biología, Física, Comunicación, Probabilidad, Teoría de números, Grafos, etc.

Los lineamientos curriculares para matemática señalan que

> "Una tendencia actual en los currículos de matemáticas es la de favorecer el desarrollo del pensamiento aleatorio, el cual ha estado presente a lo largo de este siglo, en la ciencia, en la cultura y aún en la forma de pensar cotidiana. La teoría de la probabilidad y su aplicación a los fenómenos aleatorios, han construido un andamiaje matemático que de alguna manera logra dominar y manejar acertadamente la incertidumbre. Fenómenos que en un comienzo parecen caóticos, regidos por el azar, son ordenados por la estadística mediante leyes aleatorias de una manera semejante a cómo actúan las leyes determinísticas sobre otros fenómenos de las ciencias. Los dominios de la estadística han favorecido el tratamiento de la incertidumbre en ciencias como la biología, la medicina, la economía, la psicología, la antropología, la lingüística..., y aún más, han permitido desarrollos al interior de la misma matemática" (MEN, 1998).

Basándonos en los trabajos realizados por Piaget e Inhelder (1951) podemos justificar la edad en la cual se les enseña a los alumnos cada uno de los conceptos de análisis combinatorio y la profundidad de los mismos, indicándose también la necesidad de su enseñanza.

Desde un orden epistemológico, ellos afirman que la idea de azar no es innata y que el desarrollo mental operatorio pasa por tres etapas: preoperatoria (2 a 7 años), operaciones concretas (7 a 12 años) y operaciones formales (12 a 14 años).

En la educación inicial los alumnos empiezan a realizar agrupaciones de cierta cantidad de objetos experimentando con material concreto. El número de posibles agrupaciones queda fuera del interés del infante ya que para él la forma en que arma el grupo es única e intuitiva. Los experimentos de Piaget e Inhelder (1951) han probado que el niño de preescolar (preoperatorio) sólo puede hacer algunas agrupaciones de una manera

empírica, y no intentan encontrar un método de realizar un inventario exhaustivo. Por ejemplo, puede formar parejas de objetos o permutar objetos entre sí, pero nunca de una forma completa y siempre con pocos elementos.

En la educación primaria se trabajan los conceptos de análisis combinatorio en forma intuitiva. Es decir, durante el período de las operaciones concretas, los niños buscan modos de realizar inventarios de todas las permutaciones, variaciones y combinaciones posibles en un conjunto dado, con un número pequeño de elementos y llegan a procedimientos rudimentarios de cálculo mediante ensayo y error, sin seguir un método sistemático.

En los primeros años de la escuela secundaria los contenidos de análisis combinatorio se enseñan formalizando las ideas intuitivas que traen los alumnos de experiencias anteriores que les permiten, a través de razonamientos, interpretar las fórmulas de variación, permutación y combinación. Piaget e Inhelder afirman que, durante la etapa de las operaciones formales, el niño adquiere la capacidad de usar procedimientos sistemáticos para realizar inventarios de todas las agrupaciones posibles de un conjunto dado de elementos, por tanto, es también en este momento en el que tiene lugar la comprensión por parte del niño de las citadas operaciones combinatorias.

En conclusión, estos autores argumentan que la idea de azar se inicia cuando el infante accede a la etapa de las operaciones concretas. De sus estudios resulta que las operaciones combinatorias y la idea de proporción se desarrollan hasta el nivel del pensamiento formal, lo cual permite el inventario completo de posibilidades (espacio muestra) y la cuantificación de sus posibilidades. No obstante, Fischbein citica estos resultados al señalar que no todos los sujetos de esta edad son capaces de descubrir el método de construcción de combinaciones y considera que, aún en el nivel de las operaciones formales, las técnicas combinatorias no se adquieren espontáneamente sino que su enseñanza es necesaria. Heitele (1975) denomina modelo explicativo al proporcionado por las ideas fundamentales, que son las que interesa enseñar al estudiante a lo largo de toda su educación. Estos modelos implican nociones, conceptos y sus interrelaciones; y se distinguen en los distintos niveles cognoscitivos no estructuralmente sino en su forma lingüística y en sus niveles de elaboración. Son diez ideas las que propone: medida de probabilidad, espacio muestra, regla de adición, regla del producto e independencia, equidistribución y simetría, combinatoria, modelo de urna y simulación, variable aleatoria, ley de los grandes números, y muestra.

En el orden cognitivo, la obra de Fischbein (1975) sobre fuentes de la intuición probabilística plantea que

> La enseñanza en estocásticos no sólo es posible, sino necesaria en niveles educativos tan tempranos como lo son los básicos [preescolar, primaria y secundaria]. La ausencia de una enseñanza en tales niveles redundaría en el arraigo de intuiciones erróneas, que con la edad vienen a ser más y más difíciles de erradicar.

Según Piaget e Inhelder (1955), si el sujeto no posee capacidad combinatoria, no es capaz de usar la idea de probabilidad salvo en casos de experimentos aleatorios muy elementales. Más aún, estos autores relacionan la aparición del concepto de azar con la idea de permutación y la estimación correcta de probabilidades con el desarrollo del concepto de combinación. Si analizamos el uso del diagrama en árbol en probabilidad y combinatoria, podemos también observar que hay una relación entre el espacio muestral de un experimento compuesto y las operaciones combinatorias. El inventario de todos

los posibles sucesos en dicho espacio muestral requiere un proceso de construcción combinatorio, a partir de los sucesos elementales en los experimentos simples.
Siguiendo con el recorrido a lo largo de la escolarización, notamos que la mayoría de las carreras universitarias contienen en su currículum la materia Probabilidad y estadística en la cual el análisis combinatorio es un tema básico imprescindible para el desarrollo de la definición clásica de probabilidad. En diversas ocasiones se considera como un conocimiento previo infaltable que, a pesar de ello, no siempre está presente. Por tal motivo se desarrolla el tema a modo de revisión o como la primera unidad. Se constata que algunos alumnos no han tenido la enseñanza adecuada del tema a pesar de estar en el currículum de la escuela secundaria o bien que poseen grandes dificultades cuando se trabaja con números tales que se complica verificar aquello que les indica la intuición.

3. ¿Por qué utilizar problemas referidos a juegos o a la vida cotidiana?

Basándonos en los trabajos de Fischbein (1975) y Piaget (1975) podemos considerar la hipótesis que si el niño aprende en un entorno lúdico le resultará más factible el aprendizaje. Piaget señala que al jugar, el niño desarrolla su inteligencia, y mediante el juego éste puede llegar a asimilar realidades intelectuales que sin éste, son externas a la inteligencia infantil. En investigaciones relacionadas con la forma en que las personas adquieren nociones probabilísticas, se encuentran resultados favorables al introducirlas mediante actividades basadas en juegos de azar, dado que favorecen su adquisición de la manera más natural, es decir, de forma intuitiva.
Crespo Crespo (2008) enuncia que

> El conocimiento matemático se construye y se sustenta básicamente en dos modos de comprensión y expresión: la intuición y la razón. Estos modos de conocimiento, aunque de naturaleza distinta, son complementarios e indispensables en la matemática. El primero es creativo, subjetivo y directo, el segundo es analítico, objetivo y reflexivo. En la enseñanza de la matemática no se debe descartar ninguna forma de razonamiento: inductivo o deductivo.

El trabajo referente a la probabilidad y combinatoria se ha desarrollado con enfoques propuestos por Dubois (1984) el cual permite una clasificación de los problemas de recuentos simples combinatorios en tres tipos básicos, y se basa en la identificación de esquemas de representación implícitos en los enunciados de los problemas. Dubois identifica los siguientes tipos:

1. Selección de una muestra a partir de un conjunto de objetos.
2. Colocación de objetos en casillas.
3. Partición de un conjunto en subconjuntos.

La distinción entre los modelos anteriores es de vital importancia ya que el tipo de objetos y sus representaciones que intervienen en cada modelo es diferente (muestreo, correspondencias, particiones de conjuntos).
Fischbein y Gazit (1988) estudiaron el efecto de la instrucción sobre la capacidad combinatoria, descubriendo que, incluso niños de 10 años, pueden aprender algunas ideas combinatorias con la ayuda del diagrama en árbol. También analizaron la dificultad relativa de los problemas combinatorios, en función de la naturaleza y el número de elementos que debían ser combinados, identificando algunos errores típicos en la resolución de problemas combinatorios simples.
El diagrama en árbol, es considerado un modelo generativo en cuanto sugiere y facilita una generalización iterativa o recursiva (problemas sucesivos con un mayor número de elementos cada vez) y una generalización constructiva (problemas derivados del

inicial), siendo estas las dos características esenciales del razonamiento recursivo, propio de la combinatoria. Se suele verificar que los alumnos universitarios intentan resolver todas las situaciones problemáticas haciendo uso de los diagramas de árbol, incluso cuando se trata de combinaciones cometiendo errores que arrastran luego a la teoría de las probabilidades.

4. Desarrollo de las clases

Inicialmente se les realizó a los alumnos una encuesta anónima para averiguar los conocimientos formales previos acerca de combinatoria e investigar el uso de la intuición para dar respuesta a los problemas planteados. Se utilizaron únicamente los problemas combinatorios simples de enumeración y recuento basados en situaciones de la vida cotidiana y en los juegos de azar. En estos problemas pedimos a los alumnos el inventario de todos los casos posibles producidos por una cierta operación combinatoria o el cálculo, sin enumeración, del número de estas configuraciones. En este último caso, se verifica que si el alumno ha estudiado combinatoria (35% de los casos), identifica la operación combinatoria del enunciado. Pero si el alumno no estudió combinatoria previamente, también encuentra la solución, aplicando las tres reglas combinatorias básicas de la suma, producto y cociente. Usualmente, la resolución de los problemas requiere también un razonamiento recursivo.

Concordamos con Hadar y Hadass (1981) que las dificultades típicas con que se encuentra el alumno al resolver los problemas combinatorios básicamente son las siguientes:

- Identificación del grupo de sucesos u objetos que se pide enumerar o contar. A veces los estudiantes no reconocen el conjunto correcto de objetos que se debe enumerar. En general, una percepción incoherente de dicho grupo lleva a conclusiones erróneas. Hay que tener en cuenta, además, que en el enunciado de los problemas combinatorios hay a veces convenios implícitos que no quedan claros para el alumno.
- Elegir una notación apropiada. Los estudiantes a menudo se enfrentan con la dificultad de elegir la notación apropiada que represente de una forma compacta toda la información y condiciones dadas. Esta dificultad aumenta por el hecho de que diferentes textos presentan distintas notaciones para las operaciones combinatorias.
- Fijación de una o más variables. Debido a su complejidad, en los problemas combinatorios compuestos, es necesario fijar una o más de las variables para obtener un método contable coherente y luego generalizar, a fin de obtener una solución válida para cualquier valor de la variable que se fijó previamente. Esto implica añadir una más a las restricciones impuestas por el problema y es un paso no convencional para los alumnos, que están acostumbrados a usar tan solo las hipótesis dadas en los enunciados.
- Generalizar la solución: Muchas veces, aunque el alumno resuelve con éxito un problema combinatorio para varios casos particulares, fallan al encontrar una solución general, al no ser capaz de unir las soluciones de una forma recursiva.

5. Evaluación

Con el fin de dar respuesta a las preguntas inicialmente planteadas se toma un parcialito con los contenidos de combinatoria solamente al finalizar el desarrollo de la unidad. Para la evaluación se tuvo en cuenta las tendencias recientes en Educación Matemática,

las cuales expresan que la Matemática no es sólo un lenguaje simbólico y un sistema conceptual, sino una actividad humana que implica la resolución de problemas socialmente compartidos. En Godino y Batanero (1994) se analizan estos aspectos y, consecuentemente, se enfatiza el papel de la resolución de problemas en la enseñanza, aprendizaje y evaluación del conocimiento matemático de los alumnos. De acuerdo con ello, el sistema cognitivo de los sujetos es una totalidad organizada y compleja. Más aún, tal como indican estos autores "a causa de la naturaleza inobservable del conocimiento, la caracterización de la capacidad de los alumnos, respecto a un campo conceptual matemático, tal como la Combinatoria, debe realizarse a través de un proceso de inferencia, a partir del sistema de respuestas observables de los alumnos a los problemas planteados."

Por lo tanto, además de puntuar la corrección de la solución, también se califican las estrategias de los alumnos, sus argumentos y los tipos de error que manifiestan. El éxito o fracaso en los diferentes ejercicios de una prueba, muchas veces están relacionados entre sí, ya que se refieren a competencias similares. Por ello, se considera que las respuestas de los alumnos tienen un carácter cualitativo, multidimensional e interdependiente. Esto requiere enfocar el problema de la evaluación del conocimiento matemático desde una nueva perspectiva, como indica Webb (1992): "El informe comprehensivo del funcionamiento de un individuo o grupo en la Matemática o en la aplicación de la Matemática." (p. 662).

6. Conclusiones

Los alumnos de ingeniería poseen dificultades para resolver problemas de análisis combinatorio ya que el contar un número de casos elevado no es un proceso intuitivo sino que es necesario la utilización del razonamiento para entender frente a qué tipo de situación problemática se encuentra y a partir de ella aplicar el procedimiento o fórmula adecuada. Se verifica que, a pesar de ser la enseñanza de la combinatoria y la probabilidad obligatoria a nivel medio, muchas veces no se realiza con la profundidad adecuada o directamente no se realiza (en el 65% del alumnado) motivo por lo cual, el alumno universitario se encuentra con un vacío en sus conocimientos estocásticos que debe llenar al cursar la materia Probabilidad y Estadística en la facultad.

A partir de los resultados del presente trabajo concluimos que la capacidad combinatoria no es sólo un instrumento matemático sino que es un componente fundamental del razonamiento lógico siendo la resolución de problemas una buena herramienta para la enseñanza de este tema.

7. Bibliografía

Antibí, A. (2000). *Didáctica de las Matemáticas: Métodos de resolución de problemas.* Serie Cabecar. Costa Rica.

Batanero, C., Díaz Godino, J. y Cañizarez, M. (1994). Análisis exploratorio de datos: Sus posibilidades en la Enseñanza Secundaria. *Suma* 9, 25-31.

Bressan, O. y Bressan, A. (2008). *Probabilidad y estadística: Cómo trabajar con niños y jóvenes.* Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.

Cisneros, J. (s.f) *Sistemas de datos, combinatoria y probabilidad, en la enseñanza a través de situaciones problemas.*

Crespo Crespo, C. (2008). Intuición y razón en la construcción del conocimiento matemático. En P. Leston (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 21, 717 -727. México: Comité latinoamericano de matemática educativa A.C.

Dubois, J. (1984). Une systématique des configurations combinatoires simples. *Educational Studies in Mathematics*. v. 15, n. 1, 37-57.

Fischbein, E. y Gazit, A. (1988). The combinatorial solving capacity in children and adolescents. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 5, 193-198.

Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistics thinking in children.* Dordrecht, Holland: Reidel Publishing Company.

Hadar, N. y Hadass, R. (1981). *El camino para solucionar un problema combinatorio sembrado de riesgos.* Educational Studies in Mathematics.

Heitele, D. (1975). *An epistemological view on fundamental stochastic ideas*. Educational Studies in Mathematics 6, 187-205.

Inhelder, B. y Piaget, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent.* París: P.U.F

Kapur, J.N. (1970). Combinatorial analysis and school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v. 3, 111-127.

MEN (1998). *Lineamientos curriculares para matemática.*Asociación Colombiana de Matemática Educativa. Colombia.

Navarro-Pelayo, V; Batanero, C y Díaz Godino, J. (s.f). Razonamiento combinatorio en alumnos de secundaria. *Educación matemática*, 8(1), 26-39.

Piaget, J. e Inhelder, B. (1951). *La génèse de l'idée d'hasard chez l'enfant.* París: Presses Universitaire de France.

Roa, R. y Navarro-Pelayo, V. (s.f). *Razonamiento Combinatorio e Implicaciones para la Enseñanza de la Probabilidad.* Universidad de Granada. Recuperado de http:/www.caib.es/ibae/esdeveniment/jornades_10_01/doc/Roa-Navarro.doc en junio de 2010

Sanabria, G. (2010). Una propuesta para la enseñanza de los Elementos de Análisis Combinatorio. *Matemática, Educación e Internet.* Vol. 10, N°2. Costa Rica.

Webb, N. (1992). Assessment of student's knowledge of mathematics: step toward a theory. In D.A. Grouws (Ed.): *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.

ACCIONES DE VALIDACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN ESCUELA MEDIA

Falsetti, Marcela; Lugo, Javier
Universidad Nacional de General Sarmiento
mfalse@ungs.edu.ar jlugo@ungs.edu.ar

Resumen
Se reporta una investigación exploratoria, realizada en un curso de una escuela de nivel secundario superior, para conocer la actuación de los alumnos en validación frente a actividades diseñadas con el propósito de que vencieran la resistencia a incorporar formas propias de la validación en Matemática y desarrollaran una actitud de prueba Brousseau (1995). Las actividades que analizamos aquí se refieren a funciones exponenciales y logarítmicas.
Se estudiaron acciones puestas en juego para presentar lo producido, confrontarlo y defenderlo en el ámbito social de la clase (Falsetti y otros, 2004), de acuerdo a garantías elaboradas según ciertas normas consensuadas por el colectivo o bien institucionalizadas por el profesor (Balacheff, 1987).
No obstante haber mantenido la experiencia por un tiempo prolongado, el estudio muestra fuerte resistencia de los alumnos a controlar, confrontar y defender sus producciones según requerimientos disciplinares de la Matemática.

Palabras clave: validación en Matemática; prueba matemática; acciones de validación.

1. Introducción

En este trabajo reportamos una investigación realizada con un grupo de alumnos de una escuela del conurbano bonaerense de nivel secundario superior cuyo objetivo fue conocer sobre la actuación de los alumnos frente a situaciones que invitaran a validar, por lo que se realizó una indagación exploratoria sobre la presencia y frecuencia de acciones involucradas en el proceso de validación.
La validación es, en general, una actividad científica y técnica por la cual se elaboran las garantías de que el conocimiento, producción o procedimiento construidos cumplen con las especificidades y requerimientos institucionales que pueden ser de tipo técnico, de tipo funcional o de rigor y formalismo. Mediante esta actividad el saber y el saber hacer individual o personal se acercan al institucional[46] (sea el escolar o el científico) y además se ejerce un control sobre la producción personal en el sentido de que se busca la manera de corroborar que lo realizado sea correcto. La validación matemática es un proceso que comprende la prueba y la demostración matemáticas.
La enseñanza y el aprendizaje de la prueba y la demostración matemáticas están en el centro de la escena de los estudios didácticos, basta observar que la conferencia del

[46] El término ¨institucional¨ es usado aquí en el mismo sentido con el que lo utilizan autores como Chevallard (1999), Gascón (1998) y Díaz Godino (1994). Se entiende por institución matemática al conjunto de intereses, actuaciones, paradigmas, reglas explícitas, producciones, lenguaje, saberes formales y hábitos informales, organizados para una función específica que puede ser producir, enseñar o utilizar la disciplina. Las componentes mencionadas son relativamente estables y regulan la producción de los saberes de esta disciplina en un contexto social y cultural determinado. Por eso se realiza la diferenciación entre institución matemática científica y la escolar. La institución matemática no tiene límites ni geográficos ni temporales y, como otras instituciones, está integrada por personas con diversos grados de pertenencia, injerencia y participación.

"International Comitee of Mathematical Instruction" (ICMI) del 2009 fue dedicada a estos temas (*Study 19: Proof and Proving in Mathematics*).
El estudiante en general confía sin cuestionamientos en el saber matemático presentado ya sea a través del discurso del profesor, de los textos o del visor de una computadora o calculadora. Está más interesado en entender los mecanismos de funcionamiento que en las argumentaciones o la estructura lógica o teórica que permiten dar cuenta del porqué de dicho funcionamiento. Con el fin de estudiar las posibilidades de superar este "reduccionismo" del aprendizaje de la Matemática, encaramos esta investigación pues consideramos importante tener información sobre la actuación de los estudiantes cuando en la clase se promueve la validación matemática.

2. Marco Teórico.

Como bien señala Brousseau (1995), para aprender a validar matemáticamente es necesario vencer la resistencia a incorporar formas propias de la validación en Matemática y desarrollar una actitud de prueba. Según este autor esto se logra transitando por una situación de validación, la cual, en relación con la de acción y la de formulación, debe incentivar al estudiante a defender su producción ante pares, así como también interpelar la de ellos.
Para conceptualizar los procesos y producciones involucrados en la validación en Matemática, nos basamos en trabajos de Arsac (1992), Duval (1999), Balacheff (2000) y Alagia (2005). A partir de ellos interpretamos que en la base de la validación se encuentra la "explicación" que es el discurso que hace inteligible para otro sujeto un hecho, el resultado de una experiencia, una definición, un procedimiento, etc. Cuando la explicación toma el rol de convencer a otro y se dan razones del porqué de ese hecho, resultado, aseveración, etc., la consideramos como "argumento", que es utilizado para justificar o refutar una producción. Cuando las explicaciones y los argumentos son aceptados por la comunidad a la que va dirigida, toman status de "prueba", esto exige que las razones dadas trasciendan el nivel subjetivo, que sí puede tener el argumento, y se basen en normas, prácticas, terminología, etc. instituidas en esa comunidad. Si las pruebas respetan una cierta estructura deductiva estamos frente a una "demostración matemática", que consta de un cierto número de enunciados que son aceptados como verdaderos (axiomas o propiedades ya validadas) y otros que se deducen de éstos (teoremas) a partir razonamientos lógicos.
Para validar, el estudiante debe apropiarse de recursos técnicos y competencias argumentativas que permitan defender su producción en un ámbito social y apropiarse del sistema externo, de símbolos, principios y prácticas, para confrontar su conocimiento personal con el institucionalizado. En la validación convergen las dimensiones discursiva, epistémica, lógica, simbólica y la "heurística", que es la más personal de las dimensiones, que se refiere a cómo los individuos actúan particularmente para estructurar las garantías institucionales del conocimiento producido haciendo uso de los conocimientos de cada una de las dimensiones anteriores.
Uno de nuestros propósitos con este trabajo es entonces conocer estas formas personales o *heurísticas* del proceso de validación que debiera ir aproximando al estudiante a un proceso de validación más cercano al que la "institución matemática" pretende para garantizar que su conocimiento personal es válido por cuanto hay una teoría matemática capaz de explicarlo y solventarlo por intermedio de razonamientos lógicos. Esto está relacionado con lo que Balacheff considera como proceso de validación (Balacheff,

1987) el cual "consiste en asegurarse las garantías necesarias de un compromiso en la acción; en este caso la acción de decidir sobre la verdad de una aserción". Según Balacheff, se entiende que el proceso de validación es todo aquello que se genera y manifiesta dentro de una situación de validación. Forman parte de este proceso cuestiones como: la toma de conciencia de las contradicciones, la elaboración de pruebas de distinto tipo, la argumentación y la refutación como parte de la misma, etc. También está relacionado con los esquemas empíricos de prueba introducidos por Sowder y Harel (1998).

Retomando los *procedimientos heurísticos* de la validación, decimos que son las acciones que hemos identificado a través del análisis de las producciones de los estudiantes y de sus respuestas en la clase (Falsetti y otros, 2004, Barreiro y otros (2009)): En este trabajo nos referiremos a ellas por lo que las enunciamos a continuación:

A1 Hacer ensayos o intentos / A2 Usar fórmulas, definiciones o procedimientos desconectados de la actividad a resolver / A3 Usar fórmulas, definiciones o procedimientos conectados a la actividad a resolver / A4 Identificar alguna regularidad a partir de una cierta cantidad de casos particulares. / A5 Enunciar ambigüedades / A6 Ejemplificar / A7 Anticipar, predecir / A8 Elegir entre varias opciones dadas justificando su elección / A9 Encontrar analogías o similitudes / A10 Describir (mostrar pasos y procedimientos) / A11 Ejemplificar mostrando regularidades / A12 Imitar (reproducir una estructura de razonamiento o procedimiento) / A13 Explicar (dar razones y relaciones) / A14 Comparar (establecer semejanzas y diferencias) / A15 Justificar por la "autoridad" (libro, docente, par experto) / A16 Reconocer contradicciones / A17 Reconocer la adecuación o no del resultado o conclusión respecto del problema o situación de origen / A18 Enunciar la negación de una regla, propiedad, etc. / A19 Identificar condiciones bajo las que ocurren ciertas regularidades ya reconocidas / A20 Derivar conclusiones con premisas dadas / A21 Formular un razonamiento simple (elaborar las premisas y deriva una conclusión) / A22 Reconocer que las herramientas empleadas no son suficientes para garantizar la validez de un conocimiento (puede no saber cuáles necesita para garantizar la validez) / A23 Apelar a un registro semiótico para validar lo producido en otro.

3. Contexto y diseño del dispositivo didáctico

3.1 La escuela y la clase.

La investigación fue realizada con el grupo de quinto[47] año de la secundaria, de veinte alumnos, en una escuela situada en la ciudad Santa María[48], con orientación en Humanidades y Ciencias Sociales. Una particularidad de esta institución es que los alumnos mantienen su escolaridad en ella, conservando el grupo de alumnos durante toda la trayectoria escolar.

Entre las características principales de este curso mencionamos que en toda su formación matemática no habían tenido la práctica de justificar sus producciones, sino que las actividades trabajadas se correspondían con un hacer más mecanizado que reflexivo. Para los estudiantes ésta fue su primera experiencia con resolución de problemas en pequeños grupos; para ellos una clase de matemática tipo consistía en una práctica en la cual el docente exponía los contenidos, ejemplificando según fuese

[47] Penúltimo año de estudios secundarios.
[48] Perteneciente al partido de San Miguel, Buenos Aires.

necesario para luego dar espacio y tiempo a que los alumnos resolvieran los ejercicios con procedimientos similares a los mostrados.
En nuestra investigación, el docente no sólo fue el encargado de observar y registrar lo sucedido al interior de los grupos de trabajo sino también de gestionar la clase, de poner en acción las actividades y de reformular las siguientes de acuerdo a la implementación anterior. Características que son parte de una investigación-acción. La experiencia se desarrolló durante un semestre (cuarenta clases) aunque en este trabajo reportamos los resultados obtenidos en las últimas veinticinco. Es decir que los alumnos ya conocían la dinámica de trabajo pues así habían estudiado el tema antecedente (función cuadrática).
La observación del docente estuvo orientada mediante una grilla en la cual se registraba la frecuencia con la que emergía cada acción de validación y se tomaban algunas notas sobre aspectos cualitativos que luego se ampliaban inmediatamente después de la clase. Para el análisis cualitativo se eligió una muestra representativa formada por seis alumnos, quienes presentaban diferencias en cuanto a sus habilidades, competencias, y dificultades en Matemática, de forma tal de conformar un grupo heterogéneo y así enriquecer el análisis.

3.2 Sobre las actividades para la clase.

3.2.1 Criterios para un diseño que favorezca la validación.

En diferentes trabajos sobre el aprendizaje de la demostración (ver por ejemplo Duval 1999, Hanna, 2000), se plantea la posibilidad de acceder a dicho aprendizaje mediante actividades que abrirían vías facilitadoras como la exploración, la explicación, la argumentación, la visualización, la conjeturación. Un ejemplo de las relaciones que se han tratado de establecer entre estas actividades y la demostración está dado en el trabajo de (Garuti y Boero, 1998) donde se plantea la noción de "unidad cognitiva" entre la conjeturación y la demostración, lo que llevaría a la hipótesis de que un proceso de exploración y conjeturación en donde se ponen en juego relaciones que resultan fundamentales en la construcción de la demostración, facilitarían una elaboración de la misma. Lo que no nos resulta evidente, a partir de las investigaciones realizadas, es que dicha unidad sea siempre realizable y qué hacer, desde la enseñanza, para que la misma tenga lugar.
En relación con lo expuesto en el párrafo anterior, hemos extendido estas características enunciadas para el aprendizaje de la demostración a la práctica de la validación y elaboramos las actividades teniendo en cuenta los siguientes criterios generales: a) que presentaran un desafío, para el grupo de estudiantes descrito; b) que el alumno estuviera en contacto con algunos aspectos del contenido antes de que éste fuera presentado y organizado por el profesor; c) que diera lugar a la exploración y en la medida de lo posible a la conjeturación; d) que en ellas se trabajaran distintos registros semióticos y que los mismos se relacionaran entre sí; e) que la elaboración de razones esté ligada a la toma de decisiones para que responda a una necesidad del alumno y no una exigencia del profesor; f) que pudieran realizarse en equipos promoviendo la discusión y el intercambio g) que pudieran, en conjunto, barrer la mayor cantidad posible de acciones de validación.

3.2.2 Análisis a priori

El análisis fue realizado por los miembros del equipo de investigación, y consistió en anticipar las posibles acciones de validación (ver marco teórico) que cada ítem permitiría desarrollar en la puesta en acto de las actividades. En función de ello, se

confeccionó la planilla que, en conjunto, nos resultó fundamental para orientar y agudizar la observación y el registro de lo que sucedió en la clase, ya que el profesor debía estar atento no sólo a las respuestas y su registro, sino también a la gestión de la clase. Cabe aclarar que si el profesor notaba que surgía alguna conducta que tuviera relación con la validación que no estaba prevista, también tomaba nota de ella para luego incorporarla al análisis. Se diseñaron e implementaron veintidós actividades, de las cuales diecisiete contenían cuestiones de validación. En ellas fueron identificadas un promedio de tres acciones de validación.

4. Análisis de Actividades

4.1 Análisis cuantitativo

A continuación exhibimos las tablas correspondientes a cada acción estudiada durante la implementación. Contabilizamos las ocurrencias según lo manifestado en la clase y luego corroborado en los apuntes escritos de los alumnos. Dichas manifestaciones se contabilizan cuando responden lo esperado, o sea lo matemáticamente correcto. Las siguientes tablas presentan las actividades en la que se manifestó cada acción y su porcentaje de frecuencia.

A3 Cuestiones conectadas con la actividad	Act. 1	Act. 3	Act. 9	Act. 15
Manifestación	0%	50%	15%	50%

A7 Justificar por anticipación	Act. 1	Act. 7	Act. 10	Act. 17	Act. 18
Manifestación	10%	15%	45%	15%	10%

A4 Generalizar inductivamente	Act. 1	Act. 7	Act. 11	Act. 12
Manifestación	40%	20%	25%	5%

A9 Justificar por analogías	Act. 8	Act. 9	Act. 19	Act. 20
Manifestación	45%	40%	45%	45%

A11 Ejemplificar	Act. 7	Act. 8	Act. 10
Manifestación	40%	20%	25%

A10 Describir mostrando regularidades	Act. 1	Act. 2	Act. 3	Act. 12	Act. 15	Act. 17
Manifestación	0%	40%	30%	55%	20%	60%

A17 Reconocer la adecuación	Act. 2	Act. 4	Act. 5	Act. 8
Manifestación	90%	65%	25%	65%

A14 Establecer semejanzas	Act. 13
Manifestación	25%

A15 Justificar por autoridad	Act. 4
Manifestación	10%

A13 Explicar dando razones	Act. 1	Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Act. 10	Act. 11	Act. 12	Act. 13	Act. 14	Act. 15	Act. 17	Act. 18	Act. 19
Manifestación	30%	50%	30%	75%	25%	65%	50%	50%	10%	0%	25%	25%	35%	70%	65%	30%

A23 Justificar un registro semiótico con otro	Act. 1
Manifestación	10%

A19 Identificar condiciones	Act. 13
Manifestación	25%

A20 Derivar conclusiones	Act. 4
Manifestación	10%

A8 Elegir justificadamente	Act. 5
Manifestación	75%

Las tablas de arriba muestran una gran fluctuación en la apropiación de las acciones de validación para diferentes actividades en la mayoría de los casos lo cual se evidencia en la acción de explicar, la más presente en las actividades. Las acciones que consideramos mejor desempeñadas, por su regularidad y frecuencia, son las justificaciones por analogía, la ejemplificación mostrando regularidades y el reconocimiento de la adecuación de lo realizado en relación con lo requerido y la elección de forma justificada.

Por otra parte, se muestran acciones con poca frecuencia pero manifestadas en varias actividades, como son anticipar, describir y generalizar. Estas acciones fueron desarrolladas por los alumnos que presentaron un buen desempeño.

4.2 Análisis cualitativo

Si bien se hicieron los análisis de los comportamientos de los alumnos de la muestra en todas las actividades, sólo exhibimos una de ellas. Nombramos a los alumnos AL1 y AL2, de buen desempeño, AL3 y AL4, de desempeño medio, AL5 y AL6, de desempeño bajo.

Actividad 1	Un laboratorio se dedica al trabajo con cultivos de bacterias para el desarrollo de vacunas. En todos los casos, se comienza el estudio con una única bacteria. En este momento se está desarrollando la vacuna para la Enfermedad A para lo cual se necesita un cultivo con 250.000 bacterias.
Objetivos: a) Reconocer y manipular la relación exponencial entre variables b) Comparar comportamientos exponenciales.	a) Un grupo de científicos (G1) generó las condiciones de un cultivo de tal manera que las bacterias se reproducen duplicándose por cada hora que transcurre. Se afirma que luego de 1 día es posible fabricar el suero. ¿Ud. Estaría de acuerdo con esta afirmación? Si la respuesta es afirmativa mencioné por qué; en caso contrario, determine qué argumentos utilizaría para exponer, ante los demás colegas, su punto de vista.
	b) Otro grupo de científicos (G2) logró generar un cultivo en donde las bacterias se triplican pero empezaron el estudio 7 horas después de que lo hiciera G1. Si al cabo de un día, usted tuviera que decidir por uno de los dos cultivos, ¿Con cuál se quedaría? Determinar por escrito cuáles son las razones por las cuáles opta por G1 o G2.
	c) Decidir si es posible encontrar un lapso (intervalo de tiempo) en el cual sea más conveniente el procedimiento G1 y si es posible encontrar un lapso en el cual sea más conveniente el procedimiento G2. Dar una respuesta antes de ponerse a hacer cuentas.

Acciones de validación previstas	A3 Cuestiones conectadas con la actividad	A7 Anticipar, predecir	A10 Describir
Análisis previo	Ítem a, b: Se espera que los alumnos expliquen cómo arriban a un valor aproximado usando propiedades de la potencia.	Ítem c: Se espera que los alumnos puedan anticipar que el crecimiento de la función exponencial en base 3 es más rápido que el de la función exponencial en base 2 y de esta manera, justificar qué procedimiento es más conveniente.	Ítem a, b: Se espera que los alumnos describan cómo buscan las potencias de 2 hasta obtener un valor aproximado a 250.000. Ítem c: Si encuentran algún valor aproximado que indica los lapsos, dice cómo lo encontró numéricamente.

Acciones de validación manifestadas	A4 Generalizar inductivamente	A7 Anticipar, predecir	A13 Explicar	A23 Justificar con otro registro
Análisis cuantitativo	8	2	6	2

A continuación se destallan aquellos aspectos que amplían la información de la tabla anterior:

Dos acciones de validación se manifiestan con un 10%, A23 y A7. En cuanto a la primera de ellas, AL1 utiliza el gráfico cartesiano que construyó de las dos situaciones, no sólo para justificar su elección hacia el Grupo 1 por sobre el Grupo 2, sino para sostener que existe un punto de quiebre entre la predominancia de uno sobre el otro. Desarrollar esta capacidad para manipular y decidir sobre el uso de uno u otro registro semiótico permitiría fortalecer este tipo de justificación, quizás más usual en los alumnos. Por otra parte, que sólo un 10% de los alumnos hayan podido anticipar los crecimientos de los cultivos en comparación, da cuenta de la dificultad que presentan para prever la situación sin otras herramientas, como por ejemplo podría ser el gráfico.

En cuanto a la acción de explicar, los alumnos AL1, AL2 y AL3 respondieron afirmativamente al ítem c justificando la existencia de cada intervalo con la información que obtuvieron del enunciado, mencionando que al inicio G1 es más conveniente porque comienza su estudio antes, pero que como en G2 crecen con mayor rapidez, en algún momento va a superar la cantidad de G1. Vemos cómo una buena interpretación de la información presente en el problema funciona como una herramienta de

justificación. Otro ejemplo de esto puede apreciarse con la acción A4, en donde los alumnos reconocen que las cantidades de G1 y G2 son potencias de dos y tres respectivamente, justificando a partir de las consignas.

5. Conclusiones

En general, pareciera que en el curso no se logró vencer la resistencia de incorporar formas
propias de validación en Matemática (Brousseau, 200), salvo en los estudiantes más destacados, quienes desarrollaron todas las acciones de validación anticipadas en el análisis a priori de las actividades e incluso fueron aquellos que pudieron anticipar en varias de las oportunidades.
En función de los resultados del análisis cuantitativo no nos queda claro si ¿puede darse por concluida la enseñanza de algún aspecto de validación a partir de un número considerable de actividades? Parecería ser que el hecho que uno promueva ciertas acciones de validación en muchas actividades y que los alumnos logren desarrollarlas en ellas no significa que adquieran independencia y ejercicio en esa acción en las siguientes actividades. Sin embargo, a partir del análisis cualitativo observamos que aquellos alumnos que mantienen un buen desempeño a lo largo de todo el proceso son aquellos que lograron adquirir autonomía en las acciones que se esperaban desarrollar.
Por otra parte, en una entrevista personal con los alumnos de la muestra, expresaron la dificultad en resolver problemas y mantener una conducta tendiente a dar razones y explicaciones de lo que hacían. Esto junto con los valores obtenidos en el análisis cuantitativo da cuenta de la dificultad que existe en revertir la enseñanza tradicional centrada en la práctica mecanizada. Ciertamente, resulta difícil romper con una forma de trabajo muy radicada en los alumnos a lo largo de toda su trayectoria escolar. Sin embargo, afirmamos junto con Sowder y Harel (1998) que la matemática escolar debe reconocer no solo los resultados sino la validez de los argumentos que se centran en el "por qué" de los mismos y, para ello, se deben fomentar situaciones que lo permitan desde los primeros años de la escuela secundaria.

6. Bibliografía

1. Alagia (2005), Razonamiento y demostración; Conferencia de la REM, Salta, 2005. Disponible en www.unionmatemática.org.ar/reunión_anual/reunión05/conferencias05_conferenencia_Alagia.doc
2. Arsac y otros (1992). Iniciación al razonamiento deductivo en el Colegio; Capítulo 1: ¿Cómo abordamos el problema? Disponible www.redcimates.org.mx/Documentos/Resumenes.pdf.
3. Balacheff (2000). Procesos de prueba en los alumnos de matemática. Disponible en www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/5toCIEMAC/Ponencias/GEOGEBRAenlaresolucionideunproblema.pdf
4. Balacheff, N. (1987) Processus de preuves et situations de validation. *Educational Studies in Mathematics*. 18 (2), 147-176.
5. Balacheff (2000). Procesos de prueba en los alumnos de matemática. Disponible en www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/5toCIEMAC/Ponencias/GEOGEBRAenlaresolucionideunproblema.pdf

6. Brousseau, G (1995); Theory of Didactical Situations in Mathematics. Kluwer Academic Publisher.
7. Chevallard, Y. (1992); Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 73-111.
8. Duval, R. (1999) "Algunas cuestiones relativas a la argumentación". *La lettre de la Preuve*. Nov/Dic. Disponible en http://www.lettredelapreuve.it/Newsletter/991112Theme/991112ThemeES.html
9. Falsetti, M. Rodríguez, M., Marino, T. (2004) Validación en Matemática en situación de aprendizaje, *Memorias del VI Simposio de Educación Matemática*. Sagula, Ed...Univ. Nac. de Luján - Edumat. mayo 2004. (Formato CD)
10. Godino J. D., Batanero C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 14 (3): 325-355. [Institutional and personal meaning of mathematical objects. *Journal für Mathematik-didaktik*, 1996, 99-121
11. Harel, G., & Sowder, L. (1998). Students' proof schemes. *Research on Collegiate Mathematics Education*, Vol. III. In E. Dubinsky, A. Schoenfeld, & J. Kaput (Eds.), AMS, 234-2

CARACTERIZAÇÃO DO RACIOCÍNIO INDUTIVO COMO APORTE PARA O CONHECIMENTO MATEMÁTICO

José Roberto da Silva, Emanuel Henrique Pereira, Natália Dias de Morais, Jakeline Carneiro de Oliveira
Universidade de Pernambuco (UPE)
jrobertosilva@bol.com.br

Resumo
A busca por caminhos que auxiliem o melhor desempenho das atividades de professores e alunos tem sido alvo de muitos estudos. Neste trabalho, investiu-se no uso de laboratório de matemática na intenção de lidar com a indução como forma de produção de conhecimento. Metodologicamente, utilizou-se o jogo Torre de Hanói como material didático para caracterizar a elaboração de conjecturas e formulação de demonstrações para enunciados matemáticos simples. O resultado obtido foi a organização da proposta didática de nome Torre de Hanói como Recurso para apresentação do Principio Indutivo, composta de três atividades com o intuito de caracterizar a potencialidade do raciocínio indutivo.

Palavras chave: Indução Finita, Torre de Hanói, Laboratório de Matemática.

1. Introdução

A diversidade frutífera de estudos, envolvendo a ação pedagógica do professor apesar da multiplicidade de possibilidades para apresentar um dado conteúdo, cabe salientar que muitos ainda estão restritos à forma mais elementar. Para ser mais claro, na esfera dos recursos pedagógicos, boa parte dos professores continua refém dos livros didáticos e contemplam recursivamente suas ações de ensino com a lousa e o pincel. E, lamentavelmente, no ensino de matemática, associando ao que foi dito as "imensas" listas de exercícios creditam o êxito das aprendizagens matemáticas de seus alunos.

O jogo torre de Hanói foi adotado neste estudo por sua versatilidade e características a ele inerentes capazes de viabilizar ações pedagógicas que justifiquem a potencialidade do laboratório de matemática como ambiente propício ao desenvolvimento de atividades investigativas epistemológicas. O propósito investigativo consiste em explorar a ação pedagógica dos professores e alunos, respectivamente em suas tarefas didáticas e de aprendizagens, ou seja, trabalhar a formulação de proposições, leis, teoremas, teorias e suas aplicações. O objeto matemático de interesse está voltado para esclarecer a indução enquanto principio e sua contribuição no processo de validação no âmbito do conhecimento matemático, pois como enfoca Singh (2005, p. 219):

> A prova por indução é uma forma poderosa de demonstração porque permite ao matemático provar que uma declaração é válida para certo número infinito de casos demonstrando apenas um único caso.

Há uma diversidade de procedimentos metodológicos para lidar com a indução, mas aqui se fez opção por enfoques presentes nos estudos de Medeiros *et al*. (1994), Druck (2004), Drabeski e Francisco (2010) uma vez que utilizam como material recursivo a torre de Hanói. E quanto à forma de aprendizagem almejada, segundo as informações apresentadas, procura-se levar em consideração aspectos inerentes ao cognitivismo,

particularmente, os apontados em seguida como responsáveis pela eficácia de uma aprendizagem.

> A teoria cognitivista de David Ausubel propõe que a eficácia da aprendizagem em sala de aula depende: (i) do conhecimento prévio do aluno; (ii) do material que se pretende ensinar ser potencialmente significativo para o aprendiz e; (iii) do indivíduo manifestar uma intenção de relacionar os novos conceitos com aquilo que ele conhece. Como outros teóricos do cognitivismo, Ausubel acredita que existe uma estrutura na mente humana na qual o conteúdo total de idéias e sua organização em uma área particular do conhecimento estão armazenados de forma hierárquica (MOREIRA apud BORCELLI e DA COSTA, 1999, p. 03).

De modo especifico, o foco é a indução enquanto forma de produção de conhecimento e procura levar em consideração os aspectos inerentes ao último, dentre os nove objetivos, que configuram o novo sentido das matemáticas, segundo Bagazgoitia (1997, p. 7):

> Matemática como raciocínio: o currículo de matemática deveria incluir experiências numerosas e variadas que reforcem e ampliem as destrezas do raciocínio lógico. Os estudantes deveram ser capazes de elaborar e comprovar conjecturas, formular contra exemplos, seguir argumentos lógicos, construir demonstrações para enunciados matemáticos simples, entender demonstrações (tanto diretas como indiretas) e em definitivo raciocinar matematicamente.

Tais aspectos foram explorados no âmbito dos laboratórios de ensino de matemática por entender que este se tem credenciado como local favorável para subsidiar a aquisição de conhecimento, no caso, a indução como já anunciada. O material utilizado para servir de apoio para as atividades no laboratório foi a torre de Hanói e matematicamente se trabalhou *o principio de indução finita* como forma possível, levando em consideração a matemática como raciocínio conforme Bagazgoitia *et al*. (*op. cit*.).

Baldini e Gomes (2009) pontuam que a tarefa matemática do jogo consiste em vislumbrar a partir da relação entre o número de discos e o número mínimo de movimentos para transportar todos os discos do pino para um outro, sem descumprir a regra básica do jogo já apresentada que pode ser subdividida nos três subitens acrescida a estes uma exigência para que o jogo se encerre: 1. Mover um único disco por vez; 2. O disco em movimento deve ser colocado em um dos outros dois pinos; 3. Nunca se deve colocar um disco de diâmetro maior sobre um de diâmetro menor; 4. O vencedor do jogo é aquele que conseguir montar a torre em um dos outros pinos inicialmente vazios com menor número de movimentos.

2. O Principio da Indução Finita

O uso da indução como apoio ao processo de elaboração do conhecimento não se trata de algo recente, pois como lembra Kilmovsky e Boido (2005), Aristóteles pontua que tal processo possui duas etapas, a primeira trata-se de uma sequência de passos que estimulam a atitude de conhecer, viabilizando o surgimento de verdades gerais ou leis sobre o real, levando em conta aspectos matemáticos. Além disso, informam que esta etapa tem caráter empírico, observacional e *indutivo*, tendo como características as recomendações seguintes:

> (1) observações de casos isolados de um fenômeno; (2) reiteração da observação até dispor de uma amostra considerável de casos; (3) generalização da observação da amostra para todo o gênero do conjunto de entidades do estudo (KILMOVSKY e BOIDO, 2005, pp. 58-59).

Na intenção de contemplar inicialmente uma informação global sobre indução na visão de Aristóteles, segundo Kilmovsky e Boido (2005), cabe assinalar ter sido essa figura emblemática o primeiro a empregar o termo indução bem como trazer, respectivamente, algo envolvendo a credibilidade do processo em si e em seguida se apresenta uma alusão a outra etapa do processo de conhecimento aristotélico:

> A indução proporciona algo assim como um tema a investigar, origina o interesse de decidir se a generalização obtida deste modo é valida ou não (op. cit., 2005, p. 59).
> ...segunda etapa a problemática se centra envolta dos procedimentos mediante os quais seria possível verificar as potenciais leis cientificas sugeridas na primeira etapa. No momento suporemos que se tem insinuado certos enunciados científicos e o problema é como proceder para *verificá-los*, quer dizer, garantir sua verdade (*ibdem*).

Bagazgoitia *et al*. (1997) por sua vez, informam que a analogia, a indução e a dedução são formas de raciocínio matemático e alerta que a analogia não chega a ter a mesma credibilidade cientifica da indução e da dedução que têm servido como os tipos fundamentais de raciocínios científicos. Na intenção de trazer mais informações sobre estas formas de raciocínio, se apresentará em seguida o raciocínio indutivo e dedutivo nesta ordem a partir de Bagazgoitia *et al*. (*op*., *cit*. p. 17):

> A indução consiste em recopilar evidências, estabelecer pautas de comportamentos e formular conclusões que tenham o caráter de **conjecturas** enquanto não sejam provadas. Às vezes podem proporcionar as idéias decisivas para a resolução de problemas.
> A dedução consiste em extrair conclusões combinando de forma lógica fatos aceites como certos, os resultados assim obtidos constituem os **teoremas**.

Não se pode deixar de registrar que o método axiomático vai além da concepção clássica já pontuada inicialmente. O que pode ser observado a partir de Lorenzo (1998, p. 149):

> O sistema de axiomas, de ser instrumento de análise e garantir segurança a algo já existente, se converte em elaborador de estruturas e teorias. Mas, como não há referente prévio para as mesmas e a definição não implica a existência do definido, então toda a chave tem de centrar-se em demonstrar que o sistema de axiomas não é contraditório, que a teoria correspondente tem um sentido intrínseco. A consistência se converte, assim, na chave da existência.(...)

Lima *et. all* (1998) apresenta o *axioma da indução* como o ultimo dos axiomas de Peano, destacando-o como um método eficiente empregado para demonstrar proposições sobre os números naturais conhecido como *demonstração por indução* ou *recorrência* e o enuncia em forma de propriedade ao invés de conjuntos (PEANO *apud* LIMA, *op. cit*., pp. 32-33):

> Seja $P(n)$ uma propriedade relativa ao número natural n. Suponhamos que i) $P(1)$ é valida; ii) Para todo $n \in IN$, a validez de $P(n)$ implica a validez de $P(n')$, onde n' é o sucessor de n. Então $P(n)$ é valida qualquer que seja o número natural n. Com efeito, se chamarmos de X o conjunto dos números naturais n para os quais $P(n)$ é valida, veremos que $1 \in X$ em virtude de i) e que $n \in X \Rightarrow n' \in X$, em virtude de ii). Logo, pelo axioma da indução, concluímos que $X = IN$.

3. Metodologia

O presente estudo pode ser classificado, segundo sua intencionalidade e temporalidade, em uma Investigação Diagnóstica, Descritiva ou Exploratória por buscar descrever um fenômeno atual de cuja descrição pode-se conseguir uma melhor compreensão da realidade estudada com o fim, quem sabe, de ser utilizada para solucionar o problema em questão. Indo pela visão qualitativa, pode ser classificado como um estudo de caso educativo. André (1988 *apud* STAKE) chama a atenção para o fato de que os estudos de caso são extremamente úteis para conhecer os problemas e ajudar a entender a dinâmica da prática educativa. Um estudo de caso que retrate um problema educacional em toda sua complexidade individual e social é uma descoberta preciosa.

Este estudo, portanto, situa-se no âmbito das chamadas pesquisas qualitativas, em particular do tipo Estudo de Caso Educativo Descritivo por ter, como interesse, desenhar uma melhor compreensão da ação educativa. Em síntese, o propósito está voltado para auxiliar a elaboração do conhecimento matemático a partir da exploração adequada de um dado fenômeno no âmbito dos laboratórios para propiciar alunos e professores a terem maiores êxitos em suas tarefas pedagógicas. O desenvolvimento deste estudo teve a participação de **cinco professores** e **seis alunos**[49] do quinto período do curso de graduação de Licenciatura em Matemática da Universidade de Pernambuco (UPE), Campus Nazaré da Mata.

Procedimentos Metodológicos: Seqüência Didática

A sequência didática: **Torre de Hanói como Recurso para apresentação do Principio Indutivo**, em síntese, foi organizada na intenção de proporcionar, ao aprendiz, uma postura investigativa, procurando conforme lembra Kilmovsky e Boido (2005) a possibilidade da indução despertar o interesse em obter uma formulação e ter autonomia em decidir se a generalização obtida é ou não válida. Dessa forma, foram organizadas três atividades pedagógicas, tendo cada uma delas os seguintes propósitos:

---

[49] **Professores**: Esdras Jafet Aristides da Silva, José Roberto da Silva, Laércio Henrique da Silva, Maria Aparecida da Silva Rufino, Marcos José da Silva. **Alunos**: Emanuel Henrique Pereira, Erica dos Santos Diniz, Hosana Silva de Santana, Jakeline Carneiro de Oliveira, Natália Dias de Morais, Suellen do Monte Santos.

Atividade 1 (*Apresentação do Princípio da Indução*): Tem como base estrutural os intentos delineados na fundamentação teórica deste estudo, portanto, procura caracterizar o tal princípio, aludindo o surgimento da idealização, passando por definições clássicas e críticas sobre essa forma de raciocínio como base para elaboração do conhecimento científico;
Atividade 2 (*Torre de Hanói como Recurso Didático*): Uso da Torre de Hanói como recurso didático para caracterizar a contribuição do emprego do Raciocínio Indutivo na formulação de conhecimento científico, investindo na experimentação.
Atividade 3 (*Validação e Aplicações da Formulação* $2^n - 1$ *com o Princípio Indutivo*): São explorados aspectos inerentes a credibilidade da formulação $2^n - 1$ oriunda das atividades 1 e 2, bem como caracterizar a articulação entre as formas indutivas e dedutivas, empregando situações que envolvam tais formas de raciocínio no âmbito deste contexto trabalhado.

4. Torre de Hanói como Recurso para apresentação do Principio Indutivo

Diante das três atividades que compõem esta proposta didática, conforme já caracterizadas, devido as limitações de espaço, se ilustrará sem seguida apenas a atividade 3.

Validação e Aplicações da Formulação $2^n - 1$ com o Princípio Indutivo

Validação

A formulação $2^n - 1$ que envolve o número mínimo de movimentos para transportar as peças da Torre de Hanói do pino inicial para outro, segundo informações obtidas do cumprimento das atividades 4.1 e 4.2 descritas nos procedimentos metodológicos, provém do emprego do raciocínio indutivo, cabe aplicar o Princípio da indução finita para saber se esta formulação é verdadeira.
Uma possível explicação seria:
De modo imediato, confirma-se que $T(1) = 1$, pois, $2^1 - 1 = 1$, portanto, a fórmula $2^n - 1$ é valida neste caso.
Suponha agora que $T(n)$ seja satisfeito deseja-se garantir $T(n+1)$ também o será, assim, confirma-se a hipótese de indução.
Conforme a suposição anterior, verificar-se-á a validade da proposição para *n* como segue:
$T(n) = 2^n - 1$, daí se tem que $T(n+1) = 2T(n) + 1$ através do resultado obtido anteriormente $(T(n) = 2T(n-1) + 1)$.
Como, pela hipótese de indução, $T(n) = 2^n - 1$, se $T(n+1) = 2T(n) + 1$ pode-se fazer o seguinte desenvolvimento: $T(n+1) = 2T(n) + 1 = 2(2^n - 1) + 1 = 2^{n+1} - 1$, que era o resultado esperado. Logo, a fórmula $T(n) = 2^n - 1$ vale para qualquer *n* natural.

Aplicação

Aplicação 1: Qual a quantidade mínima de movimentos necessários para se efetuar a mesma tarefa com os 64 discos?
Resposta: Trata-se de uma aplicação que consiste em si, no uso direto da generalização obtida. Daí, a quantidade mínima de movimentos para se efetuar a tarefa com os 64 discos é de $64 = 2^n - 1 = ... = 18.446.073.709.551.615$.

Aplicação 2: Sabendo-se que se n é o número de discos encaixados num pino, o número mínimo de jogadas para se transportar essa torre para outro pino é $2^n - 1$. Se um jogador faz uma jogada a cada 10 segundos e transporta a torre de um pino para o outro em 10 minutos e 30 segundos, utilizando o número mínimo de jogadas possíveis, pode-se afirmar que a quantidade de discos na torre era?

Resposta: Se em 1 minuto cabem 60 segundos, então, em 10 minutos cabem 600 segundos, logo, 10 minutos e 30 segundos é igual a $600 + 30 = 630$ segundos, assim, para transportar a torre de um pino para o outro o jogador leva 630 segundos.

Como o jogador transporta um disco em 10 segundos, a quantidade de jogadas efetuadas será de: $\frac{630}{10} = 63$ (número mínimo de jogadas). Logo, temos que $2^n - 1 = 63 \Rightarrow 2^n = 64$, onde $n = 6$. Daí, a quantidade de discos na torre era 6.

5. Considerações finais

A ideia de auxiliar alunos de licenciatura em matemática a terem uma visão mais concernente às intenções educativas mais recentes nesta área foi trabalhar a formulação do conhecimento matemático e, para tal, buscou-se explorar tais intuitos matematicamente a partir do *principio de indução finita*, fazendo uso da torre de Hanói como material recursivo.

O propósito de levantar um conjunto de atividades para serem desenvolvidas no âmbito dos laboratórios de ensino de matemática na intenção de viabilizar condições favoráveis à produção de conhecimento matemático, levando em conta os aspectos trazidos de Bagazgoitia *et al*. (1997) foram alcançados. Isto pode ser bem concebido a partir das três atividades organizadas no item 4 deste estudo **Torre de Hanói como Recurso para apresentação do Principio Indutivo**.

As destrezas matemáticas almejadas presentes nas intenções pedagógicas anunciadas ao término do parágrafo anterior, foram alcançadas conjuntamente por parte alunos e criticadas pelos professores que participaram deste estudo, mas, certamente, a proposta em si seja, em seus fundamentos teóricos e/ou metodológicos carecem de muitos ajustes.

6. Referências bibliográfica

André, M. E. D. A. (1998). *Etnografia da prática escolar*. São Paulo: Papirus.

Bagazgoitia, A. (1997). *et al*. *La Resolución de Problemas em las Matemáticas del Nuevo Bachillerato: Libro del Profesor*. País Vasco: Universidad del País Vasco.

Baldini, L.; Gomes, M. A. (2009). construção do laboratório de ensino de matemática e suas contribuições no processo de aprendizagem**.** In: *Revista F@pciência*, 3 (6), p. 65 – 71.

Borcelli, A. F.; Da Costa, S. S. C. (2008). Animação Interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* – Curitiba, Paraná.

Drabeski, E. J.; Francisco, R. (2010). *Estudo da Função Exponencial e a Indução Matemática com Aplicação da Torre de Hanói*. Disponível em: http://diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/696-4.pdf. Acesso em 20 de novembro de 2010.

Druck, S (org.). (2004). Explorando o ensino da matemática: atividades. v. 2. *Brasília*: *Ministério da Educação*, Secretaria de Educação Básica, p. 132-135.

Klimovsky, G.; Boido, G. (2005). *Las desventuras del conocimiento matemático*. Buenos Aires: AZ.
Lima, E. L.; Carvalho, P. C. P.; Wagner, E. e Morgado, A. C. (1998). *A Matemática do Ensino Médio*. v. 1. Rio de Janeiro: SBM.
Lorenzo, J. (1998). *La Matemática: de sus fundamentos y crisis*. Madrid: tecnos.
Medeiros, A. P.; Silva, J. R.; Silva, W. (1994). *Torre de Hanói: Um Estudo Exploratório*. Recife. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de especialização em educação matemática) – Universidade federal de Pernambuco.
Moreira, M. A. Teorias de aprendizagens. In: Borcelli, A. F.; Da Costa, S. S. C. (2008). Animação Interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* – Curitiba, Paraná.
Stake, R. (1988). Investigación con estudio de casos. In: André, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. São Paulo: Papirus Editora.

PRIORIZAÇÃO DA CONCEPÇÃO DA MULTIPLICAÇÃO COMO ADIÇÃO DE PARCELAS IGUAIS

José Roberto da Silva[1]; Maria Aparecida da Silva Rufino[2]; Rafaela José dos Santos[3]
[1]Universidade de Pernambuco (UPE); [2]Universidade de Pernambuco (UPE) - Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco; [3]Faculdades Integradas da Vitória de Santo Antão (FAINTVISA)
jrobertosilva@bol.com.br; aparecidarufino@hotmail.com

Resumen
As dificuldades de aprendizagem dos alunos têm motivado a realização de muitos estudos e aqui o interesse está voltado para caracterizar a compreensão de multiplicação por parte de um grupo de 15 alunos da 5ª série do Ensino Fundamental. A base teórica que norteia este trabalho foram as Teorias da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1978), os Campos Conceituais de Vergnaud (1990) e, seguramente, a multiplicação no âmbito da aritmética. O estudo é qualitativo, nele adotou-se como instrumento investigativo um questionário para contemplar os propósitos pontuados no marco teórico que foi respondido individualmente por alunos de uma escola pública do município de Moreno, Pernambuco. Os resultados obtidos, apesar de esses alunos já terem conhecimentos dessas idéias, em momentos escolares anteriores, eles priorizam a multiplicação como adição de parcelas iguais.

Palavras chave: Educação matemática, multiplicação, adição de parcelas iguais.

1. Introdução

A matemática, mesmo com suas incontestáveis contribuições, seja para evolução humana em si ou do próprio conhecimento formal em toda a sua extensão, diante dos resultados dos exames nacionais de avaliação, parece não validar tal importância. Nesta direção, há diversos comentários em muitos estudos, por exemplo, Pilati (1995) destaca que a média nacional do rendimento escolar da 5ª série em matemática, cai fortemente, quando comparada com resultados obtidos na 1ª e 3ª séries; segundo o relatório do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb,2001,p. 68):

> a média dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental situa-se no nível 3, onde estão posicionados 19,04% dos alunos que demonstram possuir apenas conhecimentos básicos da matemática. Sendo essencial sua aplicação no dia a dia, e até em várias áreas curriculares, interferindo fortemente nas capacidades intelectuais do aluno.

As dificuldades de aprendizagem dos alunos apontadas pelos professores não são poucas e apesar da existência de diversas metodologias voltadas para melhorar o desempenho da aprendizagem, estas parecem ser pouco empregadas ou, quando aplicadas, não são usadas de forma adequada. No caso do ensino de matemática, mesmo fazendo uso de metodologias diversificadas, lamentavelmente, ainda se prioriza excessivamente a técnica em detrimento do conhecimento em si. Talvez, por desconhecer ou desconsiderar aspectos já bem demarcados por renomados educadores como D'Ambrosio (1993, p. 120) ao destacar que "aprender não é o mero domínio de técnicas, de habilidades, nem a memorização de algumas explicações teóricas",

portanto, em acréscimo, "a capacidade de explicar, de aprender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas".

A alusão anterior remete à importância que deve ser dada às contextualizações, onde as metodologias empregadas, dentre outros aspectos, carecem estabelecer a partir de uma maior aproximação entre as atividades formais de ensino e situações cotidianas. Tais condições podem viabilizar uma aprendizagem mais consistente. Porém, o ensino de matemática no Brasil como em outros paises tem avançado e isto pode ser trazido os segundo Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's, 1998), pois se por um lado,

> Tradicionalmente a prática mais frequente no ensino de matemática era aquela em que o professor apresentava o conteúdo oralmente, partindo das definições, exemplos, demonstrações de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação, e pressupunha que o aluno aprendia pela reprodução. Considerava-se que uma reprodução correta era evidência de que ocorrera a aprendizagem. Essa prática de ensino mostrou-se ineficaz, pois a reprodução correta poderia ser apenas uma simples indicação de que o aluno aprendeu a reproduzir, mas não aprendeu o conteúdo (op. cit., p. 37).

Por outro lado,

> Também existem professores que, individualmente ou em pequenos grupos, têm iniciativa para buscar novos conhecimentos e assumem uma atitude de constante reflexão, o que os leva a desenvolver práticas pedagógicas mais eficientes para ensinar Matemática. De modo semelhante, universidades, secretarias de educação e outras instituições têm produzido materiais de apoio para a prática do professor (ibdem, p. 21).

Nesta direção, um ensino de matemática que leve em consideração as informações que foram levantadas nesta breve apresentação, visando a um melhor desempenho dos alunos, cabe pontuar algo para justificar a importância sobre a aritmética, que representa o campo de interesse matemático deste estudo. Trata-se de lembrar que as operações fundamentais em si, necessitam ser apresentadas como conhecimentos necessários tanto para atividades cotidianas quanto para compreensão de outros conteúdos a serem tratados em momentos mais avançados, na vida social e/ou estudantil.

O interesse deste estudo está voltado para caracterizar como se encontra a aprendizagem matemática dos alunos da 5ª série do Ensino Fundamental de uma Escola Publica Estadual do município de Moreno, no estado de Pernambuco, sobre a operação de multiplicação. Neste intuito, o marco teórico adotado envolve duas dimensões, uma de ordem pedagógica, sendo uma mais geral, a teoria de Ausubel (1978), outra de caráter didático, a teoria de Vergnaud (1990). A segunda dimensão envolve um campo de estudo da matemática, no caso, a Aritmética.

2. Embasamento Teórico

No caso da teoria de Ausubel (*op. cit.*), inicialmente, pode-se afirmar que o conteúdo previamente retido pelo indivíduo representa um forte influenciador no processo de aprendizagem e considera que há três condições básicas para que ocorra a aprendizagem significativa: *a não-arbitrariedade do material apresentado ao sujeito*, *a substatividade*

e *a disponibilidade do sujeito para a aprendizagem significativa*. No âmbito destas condições, Moreira (2006) coloca que, para Ausubel, a assimilação de conceitos na aprendizagem significativa se caracteriza por um processo ativo de relação, diferenciação e integração com os conceitos pertinentes que já existiam (subsunçores).
Neste sentido, Moreira (*op. cit.*) destaca algo muito importante, conforme o próprio Ausubel (*op. cit.*, p. IV): "se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um só principio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigúe isso e ensine-o de acordo". E lembra que, ao reportar-se anteriormente a "aquilo que o aprendiz já sabe" Ausubel refere-se à estrutura cognitiva, no entanto, para que essa estrutura influencie e facilite a aprendizagem do educando, o conteúdo tem que ser aprendido de forma significativa (MOREIRA, 2006).
A teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud (*op. cit.*), dentre seus muitos aspectos relevantes, destaca que um conceito não se refere apenas a um tipo de situação, como também, que uma situação não pode ser analisada por meio de um único conceito. Além disso, um conceito não é desenvolvido de forma isolada, mas, em inter-relação com outros conceitos, por meio de uma variedade de problemas e com a ajuda de simbolismos.
Na intenção de contemplar mesmo que preliminarmente as informações anteriores, dentre as três definições de campos conceituais presentes em D'Amore (2007, p. 366) será apresentada a primeira delas, a qual afirma que "campo conceitual é um conjunto de situações, conceitos e representações simbólicas (significantes) em estreita relação uns com os outros, que seria ilusório analisar separadamente".
O intuito de utilizar a TCC e a TAS foi subsidiar aspectos que viabilizem demarcar se a conceitualização sobre a operação de multiplicação vai além de um mero uso de técnicas operatórias, por isso, faz-se necessário trazer algumas idealizações sobre este campo matemático. Para Raad *et al.* (2008), a palavra "aritmética" vem do grego *arithmós* e significa quantidade ou número, além disso, trata-se de um ramo da matemática que se ocupa de determinadas operações como a adição, multiplicação e suas inversas. Por sua vez, Abbagnano (1998, pp. 79-80) traz a aritmética como "Teoria matemática dos números naturais, isto é, dos números inteiros positivos". Por sua vez, para Lalande (1999, p. 87), a aritmética tem "sentido primitivo e etimológico: a ciência dos números inteiros, das suas propriedades e das suas relações (divisibilidade, etc.)".
As habilidades de compreensão aritmética envolvem a contagem de números, calcular e de resolver problemas, constituem o que se pode chamar de competência aritmética. Na intenção de esclarecer sobre tais habilidades, segundo Raad (2005), a competência aritmética inclui três principais habilidades: (1) compreensão e contagem dos números; (2) calcular e (3) resolver problemas apresentados verbalmente.
Por sua vez, Escalona e Noriega (1975) apresentam a multiplicação como operação aritmética binária, pois cada par de elementos designa um único número chamado produto, porém, ao considerar a contagem de elementos de um conjunto. Estes autores destacam as ideias de adição de parcelas iguais e disposição retangular (organização dos elementos em linhas e colunas) como situações que envolvem tal operação. Para Checa (1993), tal operação pode ser vista como adição de parcelas iguais, considerando a natureza unitária dos elementos, ou como um produto cartesiano, se a natureza dos elementos for binária, com isso o significado dessa operação envolve estas interpretações.

Os aspectos tratados anteriormente acerca da multiplicação merecem ser considerados em diversas situações e em diferentes contextos, a partir da constatação dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno. Portanto, acredita-se, respaldado na TAS e na TCC, que, ao proceder de tal maneira, seja possível dirimir as dificuldades de aprendizagem apresentadas por alunos referentes à operação de multiplicação. No que diz respeito às *dificuldades* neste estudo estas podem ser trazida no âmbito do processo de ensino-aprendizagem, lembrando que estes são bem complexos, pois é necessária a relação humana entre a pessoa que ensina e a pessoa que aprende.

As dificuldades de aprendizagem têm sido objeto de interesse de muitos estudos, dentre estes, Marx e Gomes (2008) informam que essas dificuldades matemáticas parecem estar ligadas às intervenções pedagógicas tradicionais, apelando para o treinamento e para a repetição de respostas, acreditando que assim, as crianças aprenderão sobre o conceito de número. Para Sacramento (2008), particularmente, essas dificuldades existem em vários níveis de ensino, fazendo com que a matemática acabe ocupando o posto de disciplina mais difícil e odiada, dificultando sua assimilação pelos estudantes.

3. Metodologia

Bauer e Gaskell (2002) lembram que a escolha qualitativa ou quantitativa, em primeira instância diz respeito à decisão sobre a geração de dados e dos métodos de análise, em segundo lugar, à escolha do delineamento da pesquisa ou do interesse do conhecimento. No caso do fenômeno em si, Bonoma (1985, p. 207) destaca que "[...] quando um fenômeno é amplo e complexo, onde o corpo de conhecimentos existentes é insuficiente para permitir a proposição de questões causais e quando um fenômeno não pode ser estudado fora do contexto no qual ele naturalmente ocorre".

O presente trabalho para ser desenvolvido contou com a colaboração espontânea de 15 dos 35 alunos da 5ª série do Ensino Fundamental de uma Escola da Rede Pública Estadual, localizada no município de Moreno no Estado de Pernambuco. O instrumento investigativo adotado foi um questionário com quatro questões, envolvendo idealizações a respeito da *configuração retangular*, *adição de parcelas iguais*, *ideia de proporcionalidade e problemas de contagem*, considerando aspectos da TCC e da TAS.

O referido questionário foi aplicado de forma individual, com duração de 60 minutos. Em seguida, as respostas foram analisadas conforme critério apresentado em seguida, elaborado para tal e as informações foram organizadas na Tabela 1, na intenção de se formular uma argumentação para caracterizar as ideias desses alunos sobre a operação de multiplicação.

Critérios de Análise

Questão 1: O objetivo aqui é identificar o que aluno conhece em relação à configuração retangular (organização dos elementos em linhas e colunas). Dentre os procedimentos viáveis para obter a resposta se tem: $6 \times 4 = 24$ *lajotas ; Multiplica-se o número de linhas pelo número de colunas*.

Questão 2: Nesta questão, a intenção é identificar a compreensão dos alunos sobre a adição de parcelas iguais (o raciocínio aditivo refere-se a situações que podem ser analisadas a partir de um axioma básico: o todo é igual à soma das partes). A resposta pode ser alcançada da forma seguinte: a) *Não. 4 vão ficar de fora do torneio*; b) Se *existem 36 alunos apenas 32 vão participar porque* $8 + 8 + 8 + 8 = 32$.

Questão 3: O propósito é identificar o que pensam os alunos a cerca de proporcionalidade (comparação em que se repete a quantidade estabelecida). A resposta poderia ser dada do modo seguinte: *a) Júlia 13anos, seu pai 39 anos e seu avô 65 anos*;

$$13 \times 3 = 39 \qquad 13 \times 5 = 65$$

b) A base fundamental é o 13. É a quantidade estabelecida a qual se repete.

Questão 4: Nesta questão, buscam-se identificar os conhecimentos do aluno em relação a problemas de contagem (dois tipos de grandezas são combinados para formar um terceiro tipo). Para resolver esta questão, o aluno poderia utilizar o seguinte procedimento:

Sabores de sorvete *tipos de caldas.*

$$5 \times 3 = 15 \text{ opções.}$$

4. Análise e Discussão dos Resultados

1º momento: Na tabela 1 da página seguinte, coluna 2, 33,3% dos alunos reconheceram a multiplicação quanto a CR que é objeto de interesse da 1ª questão, enquanto 66,7% não identificaram. Na coluna 3, mesmo API, sendo a ideia multiplicativa mais explorada por autores de livro didático e professores, apenas 40% dos alunos responderam adequadamente, enquanto 60% não conseguiram resolver. Na coluna 4, 20% dos alunos reconhecem IP, respondendo, adequadamente, à questão e 80% sequer responderam. Finalmente, na coluna 5, os percentuais anteriores foram mantidos 20% dos alunos responderam corretamente e 80% não responderam.

TABELA 1: Aspectos Matemáticos encontrados no Questionário Diagnóstico

Aspectos / Alunos	CR	API	IP	PC	TOTAL	%
A_1	X	-	-	-	**1**	**25**
A_2	X	-	-	X	**2**	**50**
A_3	-	-	-	X	**1**	**25**
A_4	-	-	X	-	**1**	**25**
A_5	X	-	X	-	**2**	**50**
A_6	-	-	-	-	**-**	**0**
A_7	X	X	X	X	**4**	**100**
A_8	-	X	-	-	**1**	**25**
A_9	-	X	-	-	**1**	**25**
A_{10}	-	-	-	-	**-**	**0**
A_{11}	-	-	-	-	**-**	**0**
A_{12}	-	X	-	-	**1**	**25**
A_{13}	X	X	-	-	**2**	**50**
A_{14}	-	X	-	-	**1**	**25**
A_{15}	-	-	-	-	**-**	**0**
TOTAL	**5**	**6**	**3**	**3**		
%	**33,3**	**40**	**20**	**20**		

Legenda: A_1, A_2,... , A_{15} Alunos que participaram deste estudo; **CR**: Configuração Retangular; **API**: Adição de Parcelas Iguais; **IP**: Ideia de Proporcionalidade; **PC**: Problemas de contagem.

2º momento: O aluno A_7 vislumbra os aspectos (CR, API, IP e PC) implícitos nas questões sobre a operação de multiplicação explorada neste estudo. Os alunos A_2, A_5 e A_{13} conceberam dois dos aspectos, respectivamente, (CR e PC), (CR e IP) e (CR e API), já os alunos A_1, A_3, A_4, A_8, A_9, A_{12} e A_{14} deram conta de um aspecto, sendo que A_8, A_9, A_{12} e A_{14} convergiram para (API) e os demais A_1 (CR), A_3 (PC) e A_4 (IP), enquanto A_6, A_{10}, A_{11} e A_{15} nada responderam.

5. Considerações Finais

Neste estudo, as respostas dos alunos envolvidos, apesar de indicarem o reconhecimento das formas *PC*, *CR* e *IP*, em sua maioria, convergem para o tipo *API*, conduzindo à ideia que a multiplicação como adição de parcelas iguais prevaleceu, porém, para tentar desvendar o que tem levado a isto, por exemplo, se isto decorre ou não dos ensinamentos.

Assim, a dificuldade desses alunos em reconhecer igualmente os outros aspectos da multiplicação aqui trabalhados, seguido do melhor desempenho sobre a *adição de parcelas iguais* remete para um raciocínio mais mecanizado, ou seja, uma aprendizagem mecânica ao invés de uma aprendizagem significativa. De certo modo, estes resultados parecem estar relacionados ao estudo de Marx e Gomes (2008) que associam tal fato às intervenções pedagógicas tradicionais, lembrando que estas se centram no treinamento e na repetição.

Referências

Abbagnano, N. (1998). *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes.

Ausubel, D. P.; Novak, J. & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology*: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Bauer, M. W.; Gaskell, G. (2002). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático*. Rio de Janeiro: Vozes.

Bonoma, T. V. (1985). Case Research in Marketing: Opportunities, Problems, and Process. *Journal of Marketing Research* (XXII), p. 199-208.

Brasil, Ministério da Educação e desporto.(1998). Secretaria do Ensino fundamental. *Parâmetros Curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.

Checa, A. N. (1993). *Matematicas y su didactica*. Madrid: Lerko Print, S. A.

D'ambrósio. (1993). *Etnomatemática*. Sao Paulo: Ática.

Escalona, F.; Noriega, M. (1975). *Didáctica de la matemática en la Escuela Primaria 2*. Buenos Aires: Kapelusz S. A.

D'amore, B. (2007). *Elementos de didática da Matemática.* São Paulo: Editora Livraria da Física.

Lalande, A. (1999). *Vocabulário técnico e critico da filosofia*. São Paulo: Martins Fontes.

Marx, D.; Gomes, T. (2008). As dificuldades de aprendizagem em matemática dos respiradores orais e a formação de professores. *Salão de extensão e cultura*. <http://www.unicentro.br/proec/publicacoes/salao2008/artigos> Acesso em 03 de junho de 2009.

Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Editora Universitária. Brasília.

Pilati, O. (Coord.). O sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica e a Avaliação do Ensino de matemática na 1ª, 3ª, 5ª e 7ª séries. *II seminário Novas Perspectivas da*

Educação Matemática no Brasil, 1995. <http://www.dominiopublico.gov.br> Acesso em 24 de Maio de 2009.

Raad, A. J. (2005). *Avaliação da leitura, escrita e Aritmética em crianças de Primeira a Quarta séries*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Universidade São Francisco. Itatiba.

Raad, J. A.; Pimentel, C. E.; Almeida, T. O. (2008). Avaliação neuropsicológica da aritmética em crianças. *Psicologia em foco 1* (1), 1-13.

Sacramento, I. (2008). Dificuldade de aprendizagem em matemática-discalculia. *I Simpósio Internacional do Ensino da Matemática*. Salvador-Ba.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactiques des Mathématiques 23* (10), 133-170.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROPUESTA PARA UN TALLER DE GEOMETRÍA

José Campos; Mercedes Astiz; Perla Medina
Universidad Nacional de Mar del Plata
josecampos86@yahoo.com.ar

Resumen
En el presente trabajo se describe una Secuencia de Actividades (SA) diseñada para un taller de geometría, la opinión de los expertos que la juzgaron, la de los alumnos que la desarrollaron y la del docente que la utilizó en el aula. La SA configuró el principal instrumento desarrollado para una experiencia, realizada con alumnos universitarios de la asignatura Cálculo II de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata y tuvo su origen en las dificultades detectadas a lo largo del tiempo en el aprendizaje de la asignatura Cálculo II perteneciente al segundo cuatrimestre del primer año del plan de estudios de ambas carreras.

Palabras clave: Geometría, Análisis Matemático, visualización, herramientas informáticas.

1. Introducción

Una de las grandes dificultades que presentan los temas de Análisis Matemático y su relación con los de Geometría reside en la gran capacidad de abstracción que se necesita para acercarse a ellos. En particular, mayores son los problemas cuando se trata de funciones de dos variables, su interpretación y representación gráfica en el espacio. Diversas investigaciones han puesto de manifiesto estas dificultades (Hershkowitz et al., 1987; Hershkowitz, 1989; Parzysz, 1991; Gutiérrez et al., 1996).
En este sentido, la Informática provee de herramientas para allanar este camino, con programas sencillos es posible graficar funciones de R^2, moverlas, rotarlas, observarlas desde distintos puntos de vista y así analizar sus comportamientos en la dirección de cualquier vector. Sin duda, un buen paso por las funciones en R^2 y sus representaciones en el espacio facilita el proceso de abstracción para el estudio de las funciones de R^n.
Desarrollar el pensamiento visual y favorecer las habilidades de visualización son dos objetivos claves en la educación geométrica. Zimmermann y Cunningham (1991) señalan que en matemáticas, la visualización no es un fin en sí mismo sino un medio hacia un fin, la cual determina la comprensión. Es el proceso de formar figuras (mentalmente, con la ayuda de lápiz o papel, o tecnología) y usarlas eficazmente para el descubrimiento y la comprensión de los conceptos. Gutiérrez y Jaime (1996) afirman que "en la formación de la imagen de un concepto que tiene una persona juega un papel básico la propia experiencia y los ejemplos que se han visto o utilizado…". El pensamiento visual, según afirma Alsina Catalá y otros (1997) incluye la habilidad de visualizar, pero va más allá, al poder incluir, entre otros, aspectos tales como el reconocimiento rápido de determinadas formas o categorías y la manipulación automática de determinados códigos. Explorar, seleccionar, simplificar, abstraer, analizar, comparar, completar, resolver, combinar y reflexionar sobre información visual son acciones necesarias en el pensamiento visual (Hershkowitz, 1989). "El pensamiento visual, si se explota convenientemente, puede revolucionar la forma de

hacer Geometría y de enseñarla", afirma Marjorie Senechal citada por Alsina y otros (1997) y agregan que la exploración espacial mediante el uso de computadoras es un claro ejemplo de cómo se ha revolucionado la aproximación docente a las estructuras tridimensionales y cómo se han abierto nuevas fronteras de investigación sobre el efecto en el aprendizaje.

Aunque existe consenso en la incorporación de la tecnología tanto como herramienta en el descubrimiento matemático, como un auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aún no se le ha dado el lugar que debería tener. Experiencias con evidencias favorables en este sentido permitirán dar pasos firmes hacia un cambio en las metodologías de enseñanza acordes con las necesidades del alumno de hoy.

En este marco se planteó un plan de trabajo, para una beca de Alumno Avanzado, denominado *Un plan de investigación para evaluar el aporte de las herramientas computacionales en la conceptualización del conocimiento geométrico en alumnos universitarios*. En esta presentación se describe una "Secuencia de Actividades" (SA) diseñada como principal instrumento de la experiencia, se detalla el contenido y un par de actividades a modo de ejemplo, como también, la opinión expresada por los expertos que la juzgaron, de los alumnos que la desarrollaron y del docente que la puso en práctica.

2. Descripción de la investigación en el marco donde se diseñó la SA

El plan consistió en el diseño e implementación de una experiencia para trabajar con alumnos del segundo cuatrimestre de primer año de las carreras de matemática de la FCEyN de la UNMdP, a fin de analizar en qué medida las herramientas computacionales utilizadas para el trazado de curvas y/o representación tridimensional, favorecen el proceso conceptualización y sistematización del conocimiento geométrico (Campos, 2010). Se contó con un año de tiempo por lo que se seleccionó el tema parametrización de superficies de revolución, que involucra no sólo trabajar con distintos tipos de coordenadas (rectangulares, polares, cilíndricas y esféricas), sino también el concepto de curva (funciones vectoriales), sus propiedades, parametrización y reparametrización. Abarca varias unidades temáticas y conceptuales de la asignatura Cálculo II que se profundizan en Geometría Diferencial.

Se implementó una intervención didáctica con dos modalidades (tradicional y con soporte informático), basada en la SA, a fin de comparar los resultados en la conceptualización y parametrización de curvas a partir del análisis de las representaciones obtenidas por los alumnos en ambas modalidades. La investigación fue de tipo descriptiva (Hernández Sampieri et al, 1993), se estudiaron los efectos que produjo la visualización a través del trabajo con computadoras, con un diseño cuasi-experimental (León y Montero, 1997) pues la asignación a los grupos, 8 alumnos en cada uno, no fue posible realizarla al azar. Se realizaron entrevistas a docentes de Cálculo II y Geometría Diferencial con el objeto de relevar las mayores dificultades observadas en los alumnos en la conceptualización del tema. Se elaboró SA y para evaluar los resultados se utilizaron registros de observación en aula, cuestionarios, entrevistas, resolución de problemas y el rendimiento en los exámenes parciales. El asistente matemático seleccionado fue wxMaxima, pues de los software libres es el que más se adecuaba a los requerimientos de las actividades que se diseñaron.

Los dos grupos desarrollaron la SA, al mismo tiempo, en 6 (seis) sesiones de una duración de 120 minutos cada una, con una frecuencia de 1 (una) sesión semanal. El grupo control continuó con los docentes de la asignatura con la práctica convencional,

mientras que el experimental desarrolló los encuentros, con dinámica de aula taller, en el laboratorio de computación. Finalmente se aplicó la medición post intervención a ambos grupos, que consistió en una actividad especial y el desempeño en los exámenes parciales. Además, los alumnos del grupo control expresaron su opinión sobre la experiencia en general, y en particular sobre la SA, a través de una encuesta que fue diseñada para tal fin y entrevistas personales. La SA y el cuestionario fueron validados a través de la consulta a expertos.

3. Descripción de la SA

Consta de doce (12) actividades, más una diagnóstica. Fueron resueltas individualmente por los alumnos de ambos grupos. Se contempló que las actividades involucraran cada uno de los conceptos a tratar y que propiciaran el análisis y discusión de sus aspectos más relevantes. Versaron sobre: Secciones Cónicas. Geometría en el Espacio R^3. Coordenadas esféricas, polares y cilíndricas. Superficies. Parametrización de superficies. Funciones vectoriales. Superficies de Revolución. Funciones de dos variables: estudio y gráfico. Curvas de nivel. Límites dobles. Derivadas direccionales, plano tangente y vector gradiente. Diferenciabilidad. Integrales múltiples. Descripción de regiones del plano y del espacio. Cálculo de integrales y volumen de un sólido. Cálculo vectorial. Integrales de funciones vectoriales y escalares sobre curvas y superficies.

En cuanto al diseño, se presentan recuadros con definiciones, gráficos, fórmulas, conceptos y propiedades importantes, breves introducciones teóricas como ayuda para la resolución, como también, referencias sobre las funciones a utilizar con el asistente matemático.

La extensión de esta presentación no permite mostrar la SA completa, por lo que a modo de ejemplo, se muestran a continuación la cuarta y la séptima.

A4: Volumen y área de una superficie de revolución, deducción de fórmulas a través de la visualización geométrica e intuitiva.

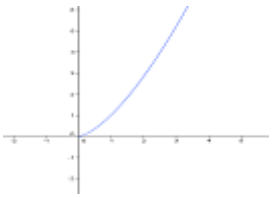
Volumen y Área de una superficie de revolución:

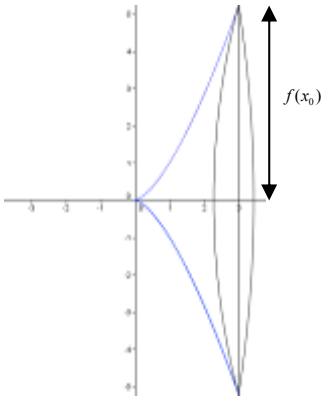
Existen fórmulas para calcular el volumen y el área de una superficie de revolución a partir de conceptos aprendidos en Cálculo I. Éstas son:

Volumen de una superficie de revolución $= \pi \cdot \int^{b} (f(x))^2 \, dx$

Veamos cómo surgen:

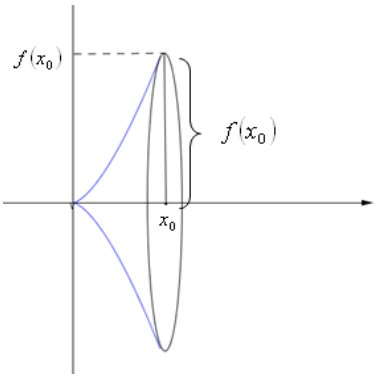
A partir de esta curva





Si rotamos la curva con respecto al eje x, obtenemos la superficie que nos muestra la figura.

De la misma manera

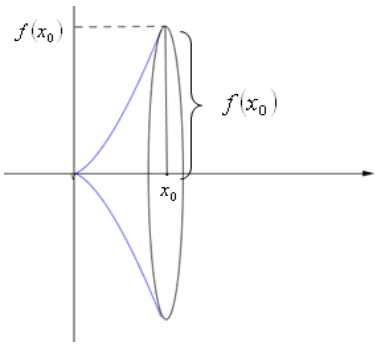


Cuando $x = x_0$, observamos en la figura que obtenemos como traza una circunferencia de radio $f(x_0)$. Por ello su área es $A_{x_0} = \pi \cdot (f(x_0))^2$. Por lo tanto, para calcular el volumen de la superficie generada al rotar la curva con respecto al eje x debemos sumar las áreas de las circunferencias que obtenemos para cada x_0 del intervalo $[a,b]$. Por lo cual obtenemos una suma infinita de dichos volúmenes A_{x_0}.espesor infinitesimal, lo que equivale a:

<u>Volumen de la superficie de Revolución</u>

$$= \int^b A_x \, dx = \int^b \pi \cdot (f(x))^2 \, dx = \pi \int^b (f(x))^2 dx$$

Observamos intuitivamente cómo surge la fórmula para calcular el área de una superficie de revolución.



Para cada x en $[a,b]$, la longitud de la circunferencia es $P_x = 2\pi . f(x)$ y esto se debe multiplicar por la longitud vector tangente a la curva que viene dada por $\sqrt{1+(f'(x))^2}$ (recordar que el área lateral de un cuerpo se calcula como el perímetro de la base multiplicado por la altura del cuerpo).
Por lo tanto debemos sumar esto para todos los $x \in [a,b]$, lo que equivale a:

<u>Área de una superficie de revolución</u>

$$= \int_a^b P_x \sqrt{1+(f'(x))^2} \, dx = 2\pi \int_a^b f(x) . \sqrt{1+(f'(x))^2} \, dx$$

<u>Nota</u>: Más adelante se harán las demostraciones formales de cada una de las fórmulas.

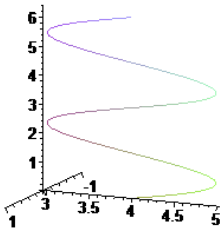
Actividad Nº 4:

1) *¿Cómo se llama la superficie que se genera al rotar una función lineal respecto de alguno de los ejes coordenados? Esboza una gráfica.*
2) *a) ¿Qué superficie se obtiene al rotar la curva de ecuación* $x^2 + y^2 = 4$, *con* $y \geq 0$ *respecto del eje x? Esboza una gráfica.*
   b) Calcula su volumen.
3) *Deduce las fórmulas antes mencionadas pero ahora cuando la curva se rota respecto del eje y.*

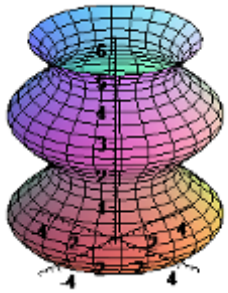
4) *a) Sea* $f(x) = 2x$, *deduce gráficamente si la superficie generada al rotar el gráfico de f(x) respecto al eje x tiene mayor volumen que la superficie que se obtiene al rotarlo al respecto al eje y o viceversa.*
   b) ¿Con qué parámetro de la función se relaciona?
   c) Sea ahora $f(x) = k.x, k \neq 0$. *Sea* S_1 *la superficie generada al rotar el gráfico de f(x) respecto al eje x y sea* S_2 *la superficie que se genera al rotar al gráfico respecto de y. Completa con <, > o = según corresponda:*
   Si $k < 1$ *entonces* $Vol(S_1)$.....$Vol(S_2)$.
   Si $k > 1$ *entonces* $Vol(S_1)$.....$Vol(S_2)$.
   Si $k = 1$ *entonces* $Vol(S_1)$.....$Vol(S_2)$.
   Relaciona lo obtenido anteriormente con el ángulo que forma la recta con el semieje

A7: Deducción de la expresión paramétrica de una superficie de revolución. Generación de superficies de revolución a través de curvas planas y realización de su gráfico.

Superficies de revolución
Construcción:



$\alpha(v) = (f(v), g(v))$ *curva regular, donde* $f(v) > 0$ *sin autointersecciones.*



Entonces la superficie de revolución generada por la rotación de $\alpha(v)$ *alrededor del eje z se obtiene mediante la parametrización:*

$$X(u,v) = (f(v)\cos(u), f(v)sen(u), g(v))$$

$$v \in (a,b) \ y \ u \in (0,2\pi)$$

Actividad Nº 7:

1) Grafica y muestra la parametrización de la curva que al girarla genera dicha superficie.

a) Una esfera de radio 4 y centro (0, 0, 0).

b) El elipsoide de revolución que se genera al rotar la semi-elipse $\frac{y^2}{16}+\frac{z^2}{4}=1$, *alrededor del eje z.*

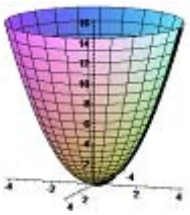
c) El cono circular recto cuya generatriz es $z=3y,\ y\in[-2,2]$.

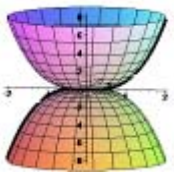
2) El toro T es una superficie generada al rotar el círculo de radio r alrededor de una recta contenida en el plano del círculo y alejada a una distancia a > r del centro de dicho círculo. Sea S^1 *el círculo en el plano yz con centro en el punto (0, 1, 0) y de radio* $\frac{1}{2}$. *Grafica el toro generado por la rotación de* S^1 *alrededor del eje z.*

3) Realiza los siguientes gráficos utilizando wxMaxima.

4. Opiniones sobre la SA

- **De los Expertos:** La validación de contenido de la SA fue realizada a través de la consulta a expertos. Actuaron como jueces tres docentes, dos de Cálculo II y uno de Geometría Diferencial. Se les presentó el problema que motivó el plan y los objetivos planteados. Opinaron a través de entrevistas y de un cuestionario conformado por 33 ítems relacionados con los siguientes aspectos: el diseño, los contenidos, las actividades, los tiempos asignados y el asistente matemático seleccionado. Se utilizó una escala Likert con 5 niveles: Siempre, La mayoría de las veces, Algunas veces, En pocas ocasiones y Nunca, habiéndose obtenido 72,5% en la primera, un 27% en la segunda y 0,5% en la tercera para el ítem. El cuestionario finaliza con un espacio donde pudieron realizar sugerencias y recomendaciones para mejorar la SA. Todas se tuvieron en cuenta para la redacción final.





- **De los Alumnos:** para conocer su opinión, al finalizar la experiencia, se realizó una encuesta de 27 ítems, con la misma escala Likert utilizada en la de expertos. De ellos, 10 se refieren a la SA, 5 sobre el diseño y 5 sobre el contenido. Para evaluar la comprensión de los textos, la importancia de las preguntas y la extensión del cuestionario, y obtener la versión definitiva se realizó una prueba piloto con 6 alumnos de la carrera.

Se obtuvo una respuesta favorable de los alumnos con respecto a la SA, ya que el 70% de ellas se concentraron en los dos primeros niveles, y fue reafirmada en las entrevistas personales. En ellas se obtuvieron comentarios alentadores como “las ideas intuitivas me ayudaron a interpretar los conceptos y me facilitó el trabajo abstracto”, “me dí cuenta de lo que significaba encontrar una curva que al girarla generara una superficie de revolución en particular”, “a través de la visualización del concepto de

parametrización de superficies, logré comprender los conceptos y realizar los ejercicios de las guías de trabajos prácticos"; "puedo tomar cualquier curva y girarla y así obtener una superficie, puedo ver todas las aplicaciones que tiene la matemática en otras áreas". El 100% coincidió, en las entrevistas y durante las clases, en la importancia de las computadoras para observar y comprobar.

- **Del docente que llevó adelante la experiencia:** fue el autor de la SA y cuenta con importante experiencia en la asignatura Cálculo II, pues se ha desempeñado como "ayudante alumno" durante tres años. En su entrevista expresó que "las actividades desarrolladas en el taller con una computadora por alumno:

-propició la discusión en muchas situaciones, y a través ellas, se pudieron detectar y corregir errores conceptuales, profundizar y establecer conexiones entre los distintos contenidos y áreas.
-permitió al docente supervisar el trabajo de cada alumno, ofrecerles ayudas puntuales y personalizadas, coordinar la puesta en común.

5. Consideraciones finales

Como ya se ha mencionado, los actores de la experiencia opinaron favorablemente sobre la SA, y de lo logrado a través de ella en cuanto a motivación, visualización, clarificación de conceptos. Con respecto a los alumnos se observaron resultados favorables en relación a la interpretación de los conceptos teóricos y la vinculación de estos con otras áreas de la disciplina. En lo que a los docentes se refiere, también han expresado la intensión de continuar con el taller, a tal punto que el profesor responsable de Cálculo II durante el ciclo 2011 ha solicitado por nota formal al departamento de matemática, su incorporación como parte de la asignatura. En ella expresa que la representación grafica de regiones y superficies en el espacio son fundamentales para resolver muchos problemas de la asignatura, es decir, no son meras ilustraciones sino que forman parte de la solución. El Taller de Geometría 3D, ha allanado el camino para superar las dificultades que las mismas representan para los alumnos y abierto notablemente el panorama de aquellos que tuvieron la suerte de realizarlo. Si bien no están concluidos los resultados finales de la investigación, los obtenidos hasta ahora son alentadores. Sin duda, experiencias con evidencias favorables como ésta permiten dar pasos firmes hacia un cambio en las metodologías enseñanza acordes con las necesidades del alumno de hoy.

6. Referencias

Alsina Catalá, C.; Fortuni Aymemí, J.; Pérez Gómez, R. (1997). *¿Por qué Geometría?*. Madrid, Editorial Síntesis.
Alsina Catalá, C.; Fortuni Aymemí, J.; Pérez Gómez, R. (1997). *Geometría Analítica*. Madrid, Editorial Síntesis.
Campos, J., Medina, P., Astiz, M. (2010). Un plan de investigación para evaluar el aporte de las herramientas computacionales en la conceptualización del conocimiento geométrico en alumnos universitarios". *III REPEM-Memorias*, (3), 396-402
Gutiérrez, A., Jaime, A. (1996*). Uso de definiciones e imágenes de conceptos geométricos por los estudiantes de Magisterio. El proceso de llegar a ser un profesor de primaria. Cuestiones desde la educación matemática*, 143-170.
Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (1993). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

Hershkowitz, R. (1989). "Visualizations in geometry. Two sides of the coin". *Focus on Learning Problems in Mathematics* 11 (1), 61-76.
Hershkowitz, R. (1989). Psychological aspects of learning geometry. *Mathematics and Cognition: a research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 70-95.
Hershkowitz, R., Bruckeirmer, M., Vinner, S. (1987). Activities with teachers base don cognitive research. *Learning ande Teaching Geometry*, 222-235.
León O. y Montero, I. (1997) *Diseño de investigaciones*. Madrid: McGraw-Hill
Parzysz, B. (1991). Representation of Space and Students. Conceptions at High School Level, *Educational Studies in Mathematics*, (22), 575-593.
Zimmermann W. y Cunningham. (1990). ¿What is Mathematical Visualization?. *Visualization in Teaching and Mathematics* (19), 1-9.

A VISÃO PLATÔNICA E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA: O QUE SIGNIFICA ENTENDER ALGUMA COISA?

Jacqueline Borges de Paula
Universidade Federal de Mato Grosso- UFMT
jbcpaula@yahoo.com.br

Resumo
Neste artigo pretendemos refletir sobre o que significa entender alguma coisa numa perspectiva platônica. Tomamos o Diálogo em Menôn de Platão, como base de tal propósito. Assim traçamos uma reflexão sobre a questão do paradoxo da aprendizagem/ensino presente neste diálogo, buscando analisar implicações com o processo ensino-aprendizagem em Matemática em sala de aula. Deste modo, iniciamos pontuando as raízes do pensamento filosófico sobre a possibilidade, ou não, de entender alguma coisa, em Heráclito e Parmênides. Seguidamente, aprofundamos nossa análise no pensamento de Platão e seu essencialismo. E, finalmente tecemos nossas considerações sobre os reflexos de uma visão platônica em sala de aula e relacionadas ao processo ensino-aprendizagem em matemática.

Palabras clave: Platão; Menôn; Paradoxo da Aprendizagem; Ensino–Aprendizagem em Matemática.

1. Introdução

O que significa entender alguma coisa? Para além desta questão, outras permeiam nossa mente quando olhamos para o mundo e como reagimos e interagimos com ele, sejam elas: se entender é conhecer, compreender sobre determinada coisa... como é possível conhecer sobre as coisas? Como é possível conhecer o mundo? E, que tipo de conhecimento é esse? É possível um conhecimento verdadeiro e absoluto sobre as coisas e o mundo, ou tudo que somos capazes de conhecer não passa de meras opiniões, refutáveis a qualquer momento?

Entendemos que a questão principal perpassa antes de qualquer coisa, pela reflexão sobre a possibilidade, ou não de conhecimento. E a resposta para este questionamento, tem originado um debate histórico e epistemológico entre céticos (a não possibilidade de conhecimento) e dogmáticos (a possibilidade de conhecimento). Debate este que tem suas raízes remotas nas idéias de dois grandes filósofos: **Heráclito e Parmênides**.

O pensamento de **Heráclito** nos transmite uma imagem de mundo em constante movimento (como o fogo), onde não há imobilidade, a realidade é constituída por opostos: as coisas são e não são ao mesmo tempo, por causa desse movimento. Assim, nada pode ter a pretensão de ser o *ser em si*. Ao contrário disso, a realidade consiste num constante vir a ser, o devir, o fluir. Tratando de uma modificação contínua das coisas.

Pensar deste modo nos coloca diante de um relativismo total em relação as coisas, ao mundo e ao conhecimento. Mas, como chegar a um entendimento de determinada coisa, do mundo, se estes estão em constante movimento? Se o que é agora, pode ser outra coisa depois? Nesta maneira de conceber o mundo e as coisas, os saberes, as verdades, qualquer entendimento que tenhamos, situam-se como que

provisórios, meras opiniões, suscetíveis a serem refutadas e/ou negadas a qualquer momento. Assim, não existem verdades que sejam absolutas.

Uma vez que no pensamento de Heráclito não há fundamento para um conhecimento que garanta a verdade absoluta, haja vista, a constante transformação do mundo. Entender e conhecer sobre alguma coisa, e sobre o mundo trata de um processo dinâmico, contínuo, infinito, mas nunca atingível. Não existindo, por consequência a possibilidade de conhecimento, uma vez que a coisa que se pretende conhecer "é" e "não é" ao mesmo tempo.

Pensar desta forma nos coloca diante de um paradoxo, em relação a aquisição de conhecimento, e ao que se refere sobre como entendemos alguma coisa. Pois, como entender e conhecer alguma coisa, se sempre não sabemos nada sobre ela, se o que temos na realidade são apenas opiniões sobre ela, sem certezas, sem garantias de absolutamente nada, neste contexto de um relativismo total.

O pensamento do grande filósofo **Parmênides**, que surge ao final do séc VI a.c., opondo-se a este modo de pensar, tenta apontar uma solução para esta questão e a partir de então vem servindo de base para a construção de todo um novo sistema teórico cujo pensamento tem nos guiado até os dias atuais. Contrapondo o pensamento de Heráclito, Parmênides analisa a idéia do vir a ser, do fluir, proclamando que o ser é, e o não ser, não é. No pensamento de Parmênides uma determinada coisa não pode ser e não ser ao mesmo tempo. Deduzindo daí que o ser é único, imutável, infinito e imóvel.

Para ele, as coisas que estão em transformação, não existem de fato, pois só existe o que pode ser pensado de acordo com seus princípios. Essas coisas, no mundo que percebemos e seus diversos seres em transformação, tratam de mera aparência, uma ilusão de nossos sentidos. Nesta forma de pensar há uma distinção entre dois mundos que coexistem. O mundo conhecido pelos nossos sentidos que Parmênides denomina de **mundo sensível** e que se opõe ao **mundo inteligível**, que é o mundo do pensamento, autêntico e sem contradições.

Tentando resolver a tensão criada entre a visão heraclidiana e parmenidiana ergue-se o pensamento de Platão e sua Teoria das Ideias. Esta nos fala que, o que há de permanente em um objeto é a ideia, ou, mais precisamente a participação desse objeto em sua ideia correspondente. A mudança só ocorre porque esse objeto não é uma ideia, mas uma incompleta representação da ideia desse objeto.

A perspectiva parmenidiana se revela nos diálogos de Platão, através de seu personagem Sócrates, em Menon, quando este se põe a investigar o significado de conceitos morais e epistemológicos. Apoiados nessa visão de mundo, é que ainda atualmente, nosso pensamento é levado a procurar significados precisos para nossos conceitos, como condição para conhecermos.

Deste modo, é sem receio, que podemos dizer o pensamento ocidental sofre (ainda) profundas influências de uma visão Platônica de mundo, que podem ser constatadas não menos em nossas práticas como Educadores Matemáticos.

Para tanto, achamos oportuno nos aventurarmos numa reflexão mais aprofundada sobre a visão platônica relacionada ao conhecimento e sobre "como entendemos alguma coisa". Tomaremos com alicerce dessa reflexão algumas passagens do diálogo em **Menôn**.

2 - A possibilidade de "entender sobre alguma coisa" em Menôn: o essencialismo e o método de Platão

Revisitaremos alguns pontos fundamentais das idéias de Platão, antes de uma efetiva reflexão sobre a visão platônica sobre a aprendizagem em Menôn.

Platão foi seguidor das idéias de Parmênides e apoiado no pensamento deste último apontava para uma separação entre o mundo dos sentidos e o mundo inteligível, este último denominado por Platão como **mundo da idéias.** E, foi com base nesta divisão que ele criou a sua **Teoria das Idéias**.

Sobretudo, no pensamento de Platão esses dois mundos não são intransponíveis, a idéia é de que através do pensamento (razão) podemos chegar e apreender o que de fato existe, ou seja, o verdadeiro conhecimento.

A transposição entre os dois mundos se operacionaliza através e pela investigação do que chamamos hoje de **conceitos**, ou seja, ao definirmos uma palavra de tal modo que possa ser aplicada em situações e contextos às vezes até bem diferentes. O conceito espelharia a essência das coisas, que representaria suas características elementares. O conceito trata da unidade na multiplicidade. Em Menôn essa tarefa está dirigida na definição da virtude.

Assim o conceito, constitui-se de uma forma racional que cobre completamente o objeto (nosso algo) em questão, em suma trata da razão pela qual se dá o objeto. Porém o conceito só tem existência no mundo inteligível ou mundo das idéias. As coisas sensíveis só têm na realidade aproximações com as idéias. O conhecimento dos conceitos figura como o verdadeiro conhecimento, e o que existe de fato é o objeto (nosso algo) que se ajustam imperfeittamente aos conceitos. As coisas sensíveis somente se aproximam, mais ou menos ddas ideias.

Na perspectiva platônica, a busca pela definição de tais conceitos, diz respeito à busca de entendimento, de compreensão sobre as coisas e sobre o mundo. Neste sentido entender algo, está diretamente ligado ao conceito deste algo, à possibilidade de poder definí-lo, de nos apropriarmos de sua essência, de conhecê-lo verdadeiramente.

A geometría, por exemplo, diante de uma infinidade e diversidade de forma que existem no mundo, "inventa" forma elementares: o triângulo, o quadrado, o retângulo, o círculo, etc. Que tratariam da essência das formas, o que nos permite organizar uma imensa variedade de formas realmente existentes, às quais essas podem ser reduzidas.

Assim para conduzir essa transposição entre esses dois mundos, e consequentemente o acesso ao conhecimento verdadeiro, Platão propõe o método que denomina de **dialética** (influenciado pela filosofia Socrática). Evidenciamos esse método no diálogo em Menôn, quando reconhecemos o esforço (e aplicação do método) de Sócrates para que Menôn chegue à uma definição ou conceito sobre o que vem a ser a virtude.

Observamos que tal método compreende duas fases, a primeira denominada de ironia, onde para chegar-se ao conceito, ou entendimento sobre algo, todas as certezas são colocadas em dúvida e refutadas. No diálogo em Menôn, Sócrates inicia questionando-o sistematicamente as sucessivas definições do que ele entende por virtude, fazendo-o reformular e por fim refutar qualquer definição.

Nesta fase, no entanto percebemos que, o inquérito que conduz a refutação do que já se sabia ou conhecia aparentemente, conduz Menôn, pela própria confusão intencionalmente gerada, a acreditar na impossibilidade de se conhecer sobre algo, de se chegar à definição ou ao conceito de algo (neste caso, a virtude). Num determinando momento do diáogo, Menôn se posiciona retomamdo uma perspectiva Heraclidiana, duvidando da possibilidade de se conhecer sobre algo, conduzindo Sócrates ao

enfrentamento do paradoxo no processo do conhecimento/entendimento sobre algo, como vemos na seguinte passagem:

> Menôn – E do que modo, Sócrates, te arranjarás para procurar o que não sabes absolutamente o que seja? Das coisa que desconheces, qual é a que te propõe procurar? E se porventura vieres a encontrá-la, como poderás saber que é ela, se nunca a conheceste?
> Sócrates – Compreendo, Menôn, o que queres dizer. Mas, será que avalias, de fato, quanto é provocativa tua proposição de que o homem não pode procurar nem o que sabe nem o que não sabe? Não pode procurar o que sabe pelo simples fato de já o conhecer; não precisará, portanto, esforçar-se para procurá-lo; nem o que ignora, pois não saberá mesmo o que terá de procurar. (PLATÃO, Diálogos, 1980, p.256)

Platão, expõe sua solução para esse paradoxo e reforça a seguir sua contraposição à perspectiva heraclidiana, sobre a impossibilidade de conhecimento, apoiando-se na crença pitagórica da imortalidade da alma. Deste modo, apropria-se da teoria da reminiscência como fundamento para se adquirir conhecimento e entendermos alguma coisa, explicando que:

> Ora, em razão de ser a alma imortal e ter renascido muitas vezes, já viu tudo o que há, tanto aqui como na Hades, não havendo o que ela não tivesse aprendido. Assim, não é nada de admirar que tanto sobre a virtude como sobre tudo o mais ela possa recordar-se do que conhecera antes. E, como toda a natureza é aparentada e a alma aprendeu tudo, nada impede que vindo a recordar-se de um único fato – o que os homens denominam aprender – ela chegue a encontrar por si mesma todos os outros, uma vez que seja corajosa e não desista de procurar. Pois procurar e aprender não passa de recordar. (PLATÃO, Menôn, 1980, p.258)

De acordo com este pensamento não existe "aprender" uma vez que tudo são recordações. Por causa de sua imortalidade, não há coisa que a alma não tenha conhecido. O aprender e procurar são em seu total uma rememorização. Assim no pensamento de Platão tanto ninguém aprende como também ninguém ensina. De certa forma, todo o conhecimento já existe em nós, mas não de forma consciente, de forma "aflorada". "Logo, quem não conhece determinada coisas tem noções verdadeiras daquilo que desconhece" (PLATÃO, Menôn, 1980, p. 264).

Assim, a verdade das coisas (sua essência) existe sempre em nossa alma, sendo desvelada pela razão, e sempre nos tornamos melhores, quanto mais procuramos o que não sabemos (pelo menos não conscientemente), isto é, quanto mais tentamos entender/compreender sobre as coisas e sobre o mundo.

Resolvida a questão sobre a possibilidade de conhecimento verdadeiro (em Platão), retomemos o método pelo qual podemos chegar ao conhecimento verdadeiro, à essência das coisas, enfim, ao entendimento de alguma coisa.

Instaurada a "confusão" em nossa mente sobre determinada coisa que desejamos entender, agora imersos num estado de "topor" de ignorância sobre o que pretendemos investigar, gerado pela fase inicial, passamos a segunda fase do método dialético, denominada de maiêutica. Esta diz respeito a arte de decepar as idéias, buscando revelar

o que está por detrás da aparência, e, deixar cada vez mais aparente sua essência. Esse esmiuçar trata de um modo, uma tentativa, de conhecer, de se chegar à essência das coisas, de trazer à tona o conhecimento.
A partir de um diálogo bem conduzido, interrogando, instigando, o interlocutor procurar fazer "renascer" ideias na alma de outrem. Essas por sua vez, cada vez mais próximas do que seja a verdade/ essência sobre as coisas, e que, por se aproximarem da verdade/essência, vão se tornando mais difíceis de serem contestadas, ou negadas.
Embora, fique evidenciado no diálogo em Menôn, que para Platão ninguém aprende logo ninguém ensina. Parece-nos que ao indicar o/um método que leva, conduz, ou induz, à rememorização do conhecimento que a priori está em nós, esse método passa a exercer um papel determinante nessa rememorização (para nós a aprendizagem).Deste modo ensinar parece que diz respeito à aplicação de um método através do qual as pessoas podem ser conduzidas à essência das coisas, de entender sobre alguma coisa.
Muita embora no diálogo em Menôn não seja observado que se chegue à uma definição ou conceito sobre o que vem a ser a virtude, não é posto em dúvida que seja uma tarefa impossível, uma vez que a existência da essência, de uma verdade, é condição primeira e o que valida a própria procura pela mesma.

3 - Os reflexos de uma visão Platônica em sala de aula e relacionados ao processo ensino-aprendizagem em Matemática

Baseados nas reflexões acima é que nos atrevemos a tecer nossas considerações sobre essa forma de pensar Platônica: racionalista, e seus reflexos em sala de aula e relacionado ao proceso ensino-aprendizagem em Matemática.
É nas bases do pensamento platônico que se ergue a visão de tomar o conhecimento matemático como espelho de nossa razão, e como representando as "verdades" sobre o mundo, irrefutáveis. Sendo que essas se revelam através dos conceitos matemáticos e pelas relações que se estabelecem entre seus signos e símbolos.
Para Platão os objetos matemático como conjuntos, números, pontos, linhas, etc, existem independetemente do sujeito cognoscente, sendo que estes são descoberto (rememorizados) e não construídos pela mente. Primam pela abstração, visto que, possuem uma existencia que os coloca fora do tempo e do espaço da experiencia sensível. Assim é que se apresenta a matemática, descrevendo os principios subjacentes à realidade do mundo, sendo considerada uma verdade absoluta.
Tal visão, em sala de aula, converge para práticas docentes onde ensinar matemática, se basta pela própria matemática, reforçando uma característica estritamente teórica atribuída ao conhecimento matemático. Deste modo, os professores não estão preocupado e interessados em encontrar justificativas para grande parte do conhecimentos matemático, sendo desprezados os seus contexto históricos e sobre a gênese desse conhecimento.
Sobre o processo de acesso ao conhecimento matemático, nesta perspectiva, a visão recai em um processo que se dá individualmente, guiado exclusivamente pela razão. Uma vez que pelo princípio da reminiscência, a essências/verdades matemática já existem em nós, "adormecidas". Desta maneira, entender sobre algo trata de rememorizar algo. Em sala de aula a condução do processo de rememorização se operaciona e efetiva pela ação do professor. Que nesta caso já detêm (ou pelo menos deveria deter) o conhecimento.
Sobre este ponto observamos que logo no início do diálogo em Menôn, Sócrates ao ser inquirido por Menôn sobre como se ensina a Virtude, ele devolve a questão para

Menôn, desta vez inquirindo sobre se Menôn sabe o que vem a ser "virtude". Deste modo, mesmo Platão apontando, apoiado no princípio da reminiscência, que ninguém aprende, logo ninguém ensina, parece deixar claro a pré-condição de que para se conduzir/ensinar alguém sobre algo, ser necessário já conhecer sobre esse algo.
Sobretudo, no diálogo fica claro que em relação ao professor, para se ensinar/conduzir o aluno a aprender/rememorizar matemática, exige do primeiro que saiba matemática. Sabendo o que é, e onde ele quer chegar, é que poderá conduzir os momentos/processo de aprendizagem dos seus alunos. E logo a seguir Platão comparece indicando o método através do qual se pode conduzir o indivíduo às aprendizagens matemática.
Entretanto observamos que a primeira fase desse método, denominada de "ironia", cujo objetivo é fazer com que o aluno duvide de tudo que já sabe, que vem para eliminar suas pré-noções e certezas iniciais sobre o que se prentende ensinar/rememorizar, muito embora a intenção seja de instigar ao aluno, ou promover uma abertura para um novo saber, em sala de aula essa maneira pode se refletir em práticas didático-pedagógicas que não levam em conta os conhecimentos prévios dos alunos, e, consequentemente uma desvalorização desses, tanto quanto, de estratégias próprias e particulares desses alunos em relação a aquisição desse conhecimento e às aprendizagens matemáticas.
Na segunda fase, denominada maiêutica, é que vemos mais explícitamente revelado um método didático, quando num determinado momento Sócrates ao interrogar um escravo, e este sem nunca antes ter tido lições de geometría, completamente atônico de sua ignorância, é conduzido através de um diálogo crítico à uma demonstração geométrica de um caso particular do teorema de Pitágoras.
Neste ponto, Sócrates como intelocutor tem clareza dos pontos a abordar, onde quer chegar, e assim traça o caminos das indagações que de certa forma conduzem o raciocínio do escravo. Um conhecimento que antes de ser aflorado pelo escravo, já pertencia à Sócrates.
Numa sala de aula tomar o professor como detentor do conhecimento, e o conhecimento matemático como pronto e acabado (irrefutável), negando ao aluno suas possibilidade criadora e critiva, como também seus insights espontâneos, pode traduzir-se diante da resolução de uma situação problematizadora em matemática, num adestramento, num proceso mecânico, onde chegar aos resultados esperados e modo pelo qual se chega, passa a ser muitas vezes de uma determinada maneira, e da maneira do professor, do jeito como é ensinada pelo profesor e na escola.
De todo, observamos que, este modo de pensar, relega ao aprendiz uma atitude de passividade em relação às aprendizagens matemáticas. Situação esta gerada pela dependência deste na figura do professor para aquisição de novos conhecimentos, de novas aprendizagens. Evidenciando novamente o paradoxo da aprendizagem: mesmo, nossa alma sendo conhecedora de tudo, sem saber do que lembrar, como relembrar?
Esse mesmo paradoxo ressurge no meio educacional, intrigando filósofos e educadores sobre como é possível o aluno aprender coisas por si só. Como é possível ao aluno, a partir de um número finito de conhecimentos (esses ainda que transmitidos pelo professor), passe a agir com autonomia e adquirir novos conhecimentos que ainda não foram ensinados (rememorizados)?
Outro ponto interessante, diz respeito a porque alguns aprendem (mais facilmente) matemática e outros não, mesmo quando assistidos por bons professores e métodos adequados. Parece que encontramos a resposta para esta questão em Menôn, quando observamos que Sócrates e Menôn não chegam a uma definição sobre o que vem a ser "virtude". Platão nos diz:

> Sócrates - De acordo com o nosso raciocínio, Menôn, é por disposição divina que a virtude se encontra entre os que a possuem. Porém não poderemos chegar a conclusão mais precisa a esse respeito, se antes de indagarmos de que maneira os homens alcançam a virtude, não procurarmos saber o que venha a ser a virtude e si mesma.Mas está na hora de eu ir a outra parte. De teu lado, já que ficaste convencido, procura convencer também teu hóspede Ânito, para que ele se acalme. Se conseguires doutriná-lo, prestarás também com isso um bom serviço aos atenienses. (PLATÃO, Menôn, p.285).

Numa visão Platônica, em sala de aula não são suficientes bons professores (que saibam seus conteúdos), mas também a aplicação de métodos e técnicas que conduzam às rememorizações/ aprendizagens dos alunos. Platão também não defendia que todas as pessoas tivessem iguais acessos à razão, e, neste sentido aos conhecimentos matemáticos. Apesar de todos terem a alma perfeita, nem todos podem chegar à contemplação absoluta do mundo das idéias, estando essas condicionadas a uma disposição divina.

Muitos professores compactuam com esta visão, principalmente quando afirmam que alguns nascem para a matemática, já outros não. E deste modo justificam as não-aprendizagens matemáticas e consequentemente o fracasso escolar de seus alunos.

4. Referências

Gottschalk, C. M. C. (2007). *O Papel do Mestre:* Menôn revisitado sob uma perspectiva wittegensteiniana. Revista Internacional d' Humanitats 11. Universidade Autónoma de Barcelona.

Korner, S.(1985). *Uma Introdução à Filosofia da Matemática.* Zahar Editores: Rio de Janeiro.

Platão. (1980), *Menôn ou Sobre a Virtude***.** Trad. Carlos Alberto Nunes. Universidade Federal do Paraná.

AFINAL, QUEM É O PROFESSOR DE MATEMÁTICA QUE OS CURSOS ESTÃO FORMANDO?

Rogério Sacramento Burkert[1]*; Sheyla Costa Rodrigues*[2]
[1]Mestrando no PPG Educação em Ciências - Universidade Federal do Rio Grande – FURG; [2]Docente na Universidade Federal do Rio Grande – FURG
rogerioburkert@gmail.com; sheylacrodrigues@gmail.com

Resumo
Este artigo apresenta uma pesquisa de abordagem qualitativa que procurou conhecer, entender e investigar o processo de formação docente, expondo a visão de Educador Matemático e a educação hoje, destacando a Educação Matemática. Tal estudo traz resultados parciais de uma pesquisa que envolveu formandos do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do estado do Rio Grande do Sul. Os dados foram obtidos através de gravações de audio e vídeo das aulas de estágio supervisionado e de cartas dos alunos relatando como foi seu curso de formação de professor. Neste trabalho apresento algumas concepções dos licenciandos sobre o professor e o educador matemático, norteadas pelo próprio processo de formação. Com a pesquisa, buscou-se contribuir para os debates sobre as Licenciaturas em Matemática.

Palavras-chave: Formação docente; Licenciatura; Educação Matemática; Educador Matemático.

1. Introdução

As reflexões em torno da formação inicial dos professores de Matemática têm assumido importância crescente no debate educacional. Cada vez mais, percebe-se a centralidade de sua problematização nos eventos promovidos pelas sociedades científicas da área, entre elas: Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e Sociedade Brasileira de Matematica (SBM).

Segundo as diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Bacharelado e Licenciatura em Matemática, contidas no Parecer CNE/CES 1302/2001, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação, os cursos de Bacharelado em Matemática existem para preparar profissionais para a carreira de ensino superior e pesquisa, enquanto que os cursos de Licenciatura em Matemática tem como objetivo principal a formação de professores para a educação básica.

Hoje, na condição de egresso de um curso de Licenciatura em Matemática, trago inquietações com relação a formação dos professores de Matemática, bem como com os reflexos da mesma na prática docente. Tais reflexões me desafiaram a realizar uma pesquisa, pois entendo que a concepção de Educador Matemático necessita estar pautada na formação do professor como um todo, considerando as mudanças tecnológicas, a visão de ciência e de sociedade, reconhecendo a dimensão social, ética e política no ensino da Matemática e assumindo que não há neutralidade neste ensino.

A pesquisa teve como perturbação "Afinal, quem é o professor de Matemática que os cursos estão formando?" e buscou analisar o processo de formação do professor de Matemática e quais os reflexos desta formação na prática docente. Para o estudo, optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, investigando alunos concluintes do ano de 2010 de um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública federal.

O presente artigo é um recorte da pesquisa desenvolvida na dissertação de mestrado, com o intuito de oferecer uma contribuição para as discussões, em especial no âmbito das Universidades, a respeito do profissional que está sendo formado.

2. A Formação de Professores de Matemática

Sobre os problemas enfrentados pela educação, D'Ambrosio (2010, p.83) "o que considero mais grave, e que afeta particularmente a Educação Matemática de hoje, é a maneira deficiente como se forma o professor". Para o autor, há inúmeros pontos críticos na atuação do professor, que se prendem a deficiências na sua formação. Esses pontos são, essencialmente, concentrados em dois setores: falta de capacitação para conhecer o aluno e obsolescência dos conteúdos adquiridos nas licenciaturas.

Para isso, os formadores de professores de Matemática – sejam eles matemáticos ou educadores matemáticos – precisam realizar estudos tanto em relação aos processos didático-pedagógicos do ensino e da aprendizagem da Matemática quanto em relação à ampliação de sua cultura matemática sob uma perspectiva compreensiva, envolvendo aspectos históricos e epistemológicos deste campo de conhecimento.

> Por isso para ser professor de matemática não basrta ter um domínio conceitual e procedimental da matemática produzida historicamente, precisa, sobretudo, conhecer seus fundamentos epistemiológicos, sua evolução histórica, a relação da matemática com a realidade, seus usos sociais e as diferentes linguagens com as quais se pode representar ou expressar um conceito matemático (ou seja, não apenas o modo formal ou simbólico) (Fiorentini, 2004, p. 4).

Entende-se, dessa forma, que tais elementos são fundamentais na qualificação do corpo docente das Licenciaturas em Matemática e, por consequência, dos profissionais que trabalharão com o ensino da Matemática nas escolas.

Segundo Fiorentini (1995, p.5), até o final da década de 50, "o ensino da Matemática no Brasil, salvo raras exceções, caracterizava-se pela ênfase às ideias e formas da Matemática clássica, sobretudo ao modelo euclidiano e à concepção platônica da Matemática[50]. Era um ensino livresco e centrado no professor como o detentor e o transmissor que iria expor o conteúdo.

Gonçalves e Gonçalves(1998) declaram que os cursos de licenciatura das universidades brasileiras seguem, de maneira geral, o modelo chamado "racionalidade técnica" numa concepção de estrutura curricular em que as disciplinas dos conteúdos específicos são ministrados antes das disciplinas pedagógicas. No entanto, nota-se alguma mudança nessa estrutura, sobretudo com a publicação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em 1996, e as Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores para a Educação Básica, do Conselho Nacional de Educação, de 2001.

Os cursos de Licenciatura em Matemática, vem problematizando seus currículos na tentativa de adequá-los à seu tempo, dadas as necessidades de ordem social, política e cultural que se colocam na formação do educador matemático.

[50] De acordo com Fiorentini (1995), tanto o formalismo clássico quanto o moderno têm em comum a concepção platônica de matemática e como fundamento metodológico o modelo euclidiano. O autor entende a concepção platônica de Matemática como entidades que têm existência objetiva, independente da mente do matemático e do mundo empírico.

4. O caminho da Pesquisa

A partir do que foi descrito, esta pesquisa se preocupou em conhecer, entender e investigar o processo de formação docente. Para isso, desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa, que emergiu dos relatos dos formandos de um curso de licenciatura em Matemática, que estavam cursando a disciplina de estágio supervisionado, no ano de 2010, onde o pesquisador realizou o estágio docente. Buscando resgardar a identidade dos alunos, optamos por identificá-los com os nomes do alfabeto grego.

Para entender os discursos dos formandos, se fez necessário um trabalho estreito entre observador e observado. Para Maturana (2001, p.126), "nós, seres humanos, já nos encontramos na situação de observadores observando quando começamos a observar nosso observar em nossa tentativa de descrever e explicar o que fazemos".

A pesquisa, de cunho interpretativo, iniciou-se com as inquietações citadas na introdução; baseou-se em dados descritivos; desenvolveu-se por interações entre pesquisador e os pesquisados; preocupou-se com o processo e não apenas com o produto. Como diz D' Ambrosio (2004), na pesquisa qualitativa, chega-se a ponto de observar as reações e o comportamento do individuo observado. Ela lida e dá atenção as pessoas e às ideias, procura fazer sentido de discursos e narrativas que estariam silenciosas.

A coleta dos dados realizou-se por meio de gravações de audio e video ocorridas durante as aulas de estágio supervisionado, e por intermédio das respostas dos alunos à uma carta enviada pelo pesquisador solicitando informações sobre como foi seu curso de formação de professores. Na carta enviada aos alunos foram feitos diversos questionamentos permitindo ao pesquisador fazer as adaptações necessárias e aprofundar o questionamento das respostas emitidas.

As aulas foram gravadas e transcritas para que, posteriormente, se pudesse ter uma visão geral do conjunto, facilitando a compreensão dos resultados. Após várias leituras das cartas e transcrições, confrontou-se as convergências e as divergências presentes nos depoimentos.

5. Analisando as concepções de Professor/Educador Matemático

As várias concepções dos formandos sobre o educador matemático e o professor de Matemática, foram analisadas e os depoimentos relevantes foram retirados das seguintes questões: Para você existe alguma diferença em ser um professor ou um educador matemático? Estas questões foram abordadas no curso nas disciplinas (Filosofia, Psicologia e Sociologia)? Você percebe essas ciências na prática do educador matemático?

O grupo pesquisado, de alguma forma, revelou ter consciência de que ser um educador matemático vai além de tansmitir conhecimentos, percebem a diferenciação entre professor e educador.

> [...] *professor qualquer um pode ser, pois para isso, basta ser licenciado numa graduação. Já para ser educador, precisa ter dom para conquistar os alunos e construir o aprendizado juntos* [...] (Aluno Alfa)
>
> [...] *professor é aquele que preocupa-se em trabalhar o conteúdo previsto, trazer listas de exercícios, enquanto que o educador é além de trasmitir conhecimento, é formar cidadãos que possam questionar, interagir* [...] (Aluno Beta)

> [...] *o professor é um profissional comprometido apenas com o conhecimento e conteúdo. O educador é um profissional comprometido com o conhecimento, mas de modo que este possa contribuir para a evolução da consciência do ser humano, a fim de melhorá-lo* [...]. (Aluno Gama).

Segundo o aluno sigma participante da pesquisa [...] *professor significa também ser educador, pois no momento que você ensina algo para alguém, já está sendo um professor e também um educador* [...], demonstrando na sua concepção, de que o educador matemático se confunde com professor.
A análise realizada revela a diferença de concepções entre os futuros professores. Tal indicativo evidencia que estão mais próximos de compreender o significado de educador matemático, embora se perceba a insegurança em adotar uma ou outra postura no exercício da profissão, pois revelam em seus depoimentos, deficiência na sua formação.

> [...] s*aímos da universidade sem ter muita consciência do que realmente encontraremos dentro das escolas e que postura adotar, mas sei que vou ensinar o que aprendi* [...] (Aluno Pi)
> [...] *estamos para entrar para uma sala de aula e em algumas coisas tenho dúvidas, será que só tenho que saber ensinar matemática?*[...] (Aluno Delta)
> [...] *como vou enxergar a parte social e afetividade dos meus alunos, se não vivenciamos isso no próprio curso, vou apenas transmitir meus conhecimentos* [...] (Aluno Teta)

Os que acreditam que para ser um educador basta transmitir conhecimentos, consideram que a aprendizagem somente acontece na repetição do aluno sobre o que o professor lhe informou. Nesta concepção, o aluno é visto como receptor das informações transmitidas pelos detentores de conhecimentos, limitando-se a assistir passivamente, memorizando os conceitos.
A ideia acima se observa nos depoimentos de alguns sujeitos da pesquisa.

> [...] *Estar na universidade, está longe de ser algo que fortaleça a ideia de que estou aprendendo a ser educador matemático, professor sim, pois aprendemos por repetição, decorando fórmulas, seguindo regras, fazendo listas de exercícios intermináveis* [...] (Aluno Lambda)
> [...] *no curso de matemática temos muitas disciplinas, ao qual professores expõem os conteúdos no quadro com alguns exemplos simples e após deixam listas imensas de exercícios, que muitas vezes não somos capazes de resolver.Pois suas aulas não nos dão suporte para isto. Então recorremos a livros para tentar aprender sozinho* [...] (Aluno Psi)
> [...] *durante o curso, eu e vários colegas, perguntávamos pra que serve estas imensas listas, onde aplicarei isto como futuro professor de ensino fundamental e médio, e nunca tivemos respostas. O que acontece é que resolvemos as listas para*

> *passar na prova, pois ao concluir certas disciplinas com notas até boas,se algum colega que não cursou essa disciplina perguntar daqui a um ano como faz tal exercício, tenho certeza que como eu, muitos não sabem resolver* [...] (Aluno Beta)

É preciso que os formadores se percebam agentes transformadores. Assim, além de tratar dos conteúdos propriamente ditos, devem preocupar-se com a aprendizagem dos futuros professores, oferecendo-lhes oportunidades de pensar, refletir, julgar, discernir sobre questões ligadas aos problemas do cotidiano escolar. Os relatos falam por si e confirmam uma prática deseducativa por parte de alguns formadores.

> [...] a *maioria dos profesores não conseguem compreender que seremos professores, não seremos bacharéis em matemática, precisamos de estruturas que nos remetam a pesquisar, descobrir, conhecer como e porque ensinar* [...] (Aluno Fi)
> [...] *alguns professores do curso, preocupam-se muito com a bagagem de conteúdos "pesados", os quais farão parte de nossa vida profissional, mas com certeza seria muito mais importante uma ligação destes conteúdos com aplicações voltadas a realidade escolar* [...] (Aluno Ômega).
> [...] *estamos sendo formados por profissionais tais quais muitos profesores do ensino básico, conteudistas, que nos proporcionam os conteúdos de forma mecânica, sem ligação com a realidade, com nossas necessidades do cotidiano, como sairmos de uma formação assim e não nos tornarmos profissionais parecidos ou até mesmo iguais?* [...] (Aluno Gama)
> [...] *ao sair da universidade, a maioria de nós vai ir para a escola repetir os modelos que tivemos ao longo de nossa formação, de professores meramente conteudistas e que não se preocupam com o aprendizado de seus alunos* [...] (Aluno Rô)

Segundo D' Ambrosio (1999), a prática educativa é realizada pela transmissão de conhecimentos disciplinares, pela profecia de doutrinas e pela vivência de comportamentos e de posturas críticas. O autor acredita ainda na existência de duas missões distintas: a de educador e a de professor. O educador promove a educação, que é um ato. O professor, professa ou ensina uma ciência, uma arte, uma técnica, uma disciplina, um conceito. A missão do educador é colocar os conteúdos que desenvolve a serviço da educação, trabalhando com estratégias definidas a partir da realidade dos alunos.

Quanto as vivências nas disciplinas de Sociologia, Psicologia e Filosofia, os relatos da maioria dos futuros professores mostram-se negativos, frente a importância dessas ciências na prática pedagógica do educador matemático. Percebe-se nos depoimentos, um descontentamento com os conteúdos ministrados nestas disciplinas, expressos nos seguintes relatos.

> [...] *mesmo tendo essas disciplinas de Psicologia, Filosofia, Sociologia, confesso que a que mais aproveitei foi Psicologia, o*

> *resto posso dizer que aprendi pouco ou quase nada* [...] (Aluno Gama)
> [...] *o pessoal que vem da educação, para dar aula pra gente, os professores da Filosofia, Sociologia e Psicologia da educação, tem dificuldade de trazer textos e associar com o ensino da matemática* [...] (Aluno Teta)
> [...] *tu vai para uma aula de Sociologia onde se discute a pedagogia do optimido quando o professor te oprimi o tempo inteiro. Como eu vou aproveitar uma aula dessas, como eu vou gostar* [...] (Aluno Épsilon)
> [...] *as dsciplinas como de Filosofia, Sociologia e Psicologia não nos remetem ao que devemos nos conscientizar, como que os estudantes precisam ser notados e para que o aprendizado ocorra da maneira como desejamos, devemos levar em consideração o relacionamento professor-aluno. Se estes temas fossem discutidos talvez nos levasse a refletir e olhar mais para os estudantes*.[...] (Aluno Alfa)
> [...] e*m Filosofia as aulas eram muito divertidas, na maioria das aulas assistimos filmes ou então ficávamos conversando, era legal, mas se me perguntar qual é o conteúdo de Filosofia não saberei te responder* [...] (Aluno Rô)

Poucos depoimentos relatam que essas disciplinas foram bem trabalhadas. O que aparece nos relatos como crítica, é a pouca carga horária destinada a elas, a realização de atividades em lugar de provas e o desprestígio das mesmas por parte dos alunos.

> [...] *Filosofia, Psicologia, Sociologia, foram bem trabalhadas, mas não se tirou tanto proveito como se deveria, pois essas disciplinas são vistas como "bobas" e também, porque devemos dividir as atenções com as disciplinas as quais somos cobrados, ou seja, as que devemos fazer provas* [...] (Aluno Alfa)
> [...] *Psicologia e Sociologia, essas foram bem trabalhadas no curto tempo destinada a elas na grade curricular, ah! Com relação a Filosofia, essa só passou por nós, pois o professor era um maluco que passou um semestre falando num tal de solo sagrado* [...] (Aluno Pi)

Analisando os depoimentos dos futuros professores, percebeu-se que as disciplinas de Filosofia, Psicologia e Sociologia, que formam a base pedagógica e são a referência do educador matemático, não perturbaram os licenciandos de modo que fossem levados a refletir sobre o por que ensinar Matemática? A quem e onde ensinar? Como e quando ensinar? E o que ensinar? Todo educador matemático precisa encontrar respostas para essas perguntas.

6. Considerações Finais

Com o resultado dessa pesquisa, envolvendo a opinião de futuros professores, é urgente a necessidade de discussões no âmbito das universidades, de re(olhar) o processo de

formação inicial dos professores de matemática, a respeito do profissional que está sendo formado.

A partir das reflexões sobre as respostas obtidas, os resultados apontam uma deficiência na formação do futuro professor de matemática, no que tange as exigências atuais das diretrizes curriculares nacionais para a formação do professor para a educação básica, sob o enfoque de formar profissionais de matemática, que não se limitem a atos formais isolados de um contexto.

Esse estudo trouxe à tona uma questão extremamente complexa e difícil que se coloca no cenário das licenciaturas, em especial os de Matemática, que é o forte academicismo adotado por alguns formadores, principalmente os que ministram disciplinas de formação especifica em Matemática, onde prevalece uma prática baseada unicamente na transmissão de conhecimentos matemáticos, descontextualizadas, sem a participação do aluno.

Os resultados apontam também uma frágil formação no campo dos conhecimentos psicológicos, sociológicos e filosóficos, fundamentais para o professor em formação, que deve atuar como formador de cidadãos. Essas disciplinas deveriam ter pelo menos desacomodado o futuro professor de matemática, no sentido de levá-lo a perceber que o seu papel no processo educativo, vai além de ensinar Matemática, pois a educação está sendo cada vez mais colocada como tendo papel essencial no desenvolvimento das pessoas e da sociedade,

Com este trabalho esperamos ter contribuido para alimentar as discussões já existentes no âmbito das sociedades científicas das áreas de Matemática e Educação Matemática.

7. Referências

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES 1.302/2001*. Brasilia, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/cne/arquivos/pdf/ces1302.pdf. Acesso em 18 de abril de 2011.

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CP01/2002*. Brasilia, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf. Acesso em 21 de abril de 2011.

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CP02/2002*. Brasilia, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP022002.pdf. Acesso em 21 de abril de 2011.

D'ambrosio, U. (1999) *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas : Papirus.

D'ambrosio, U. (2004) *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática;* Coleção Tendências em Educação Matemática; Autêntica.

D'ambrosio, U. (2010) *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus, 1996.(Coleção Perspectivas em Educação da Matemática), 19 ed.

Fiorentini, D. (2004) *A formação Matemática e didático-pedagógica nas disciplinas de Licenciatura em Matemática* .In VII EPEM, SBEM-SP, Junho de 2004, São Paulo. Mesa Redonda. Disponível em: www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr11-Dario.doc Acesso em 16 de abril de 2010.

Fiorentini, D. (1995) *Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil*. Zetetiké, Campinas, n.4, 3.p. 1-37.
Gonçalves , T. O.; Gonçalves, T.V.O. (1998) *Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores*. In: Geraldi ; C. M. G; Fiorentini, D; Pereira, E. M. de A. (orgs) Cartografia do trabalho docente: professor(a) –pesquisador(a) . Campinas: Mercado de Letras, . p. 105-136.
Maturana, H. (2001) *Cognição, Ciência e Vida Cotidiana*. Belo Horizonte: Editora UFMG.

EVALUACIÓN: UNA EXPERIENCIA INNOVADORA EN EL AULA DE MATEMÁTICA

Silvia del Puerto; Silvia Seminara
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires
spuerto@fibertel.com.ar; sseminara@sinectis.com.ar

Resumen
En el presente artículo se describe una experiencia basada en la utilización de la *devolución de la evaluación* como parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Trabajamos bajo el supuesto de que el alumno, al rehacer su examen a partir de los comentarios que realiza el docente sobre sus aciertos, errores y dificultades, tiene aún oportunidad de continuar reorganizando los contenidos en su esquema cognitivo, haciendo uso de esa valiosa información que pone en evidencia los eventuales conflictos que pueden producirse entre sus saberes anteriores y los nuevos conocimientos. Los resultados obtenidos parecen avalar esta suposición inicial. Por otra parte, para el docente, la información que provee la evaluación constituye, sin duda, un *feedback* imprescindible a la hora de reorientar y mejorar sus estrategias de enseñanza.

Palabras clave: evaluación; feedback; conflictos cognitivos; cambio conceptual.

1. Introducción

A partir de nuestra experiencia cotidiana como docentes universitarios debemos reconocer que, en ese ámbito educativo, la evaluación se lleva a cabo casi exclusivamente en instancias formales, mediante exámenes parciales y finales independientes del proceso de enseñanza y aprendizaje, y está relacionada sólo con la medición de esos aprendizajes, la acreditación o la certificación, y muy pocas veces con la toma de conciencia, por parte de alumnos y docentes, de los aprendizajes adquiridos o de las dificultades en la comprensión de algunos temas. Casi se podría decir que *el alumno estudia para aprobar una asignatura* y que *se enseña lo que se evaluará*. Díaz Barriga ha descripto aún más drásticamente este tipo de situaciones al decir que

> *"…la acción áulica se convierte en una acción perversa en su conjunto: los maestros sólo preparan a los alumnos para resolver eficientemente los exámenes y los alumnos sólo se interesan por aquello que les representa puntos para pasar el examen. El examen se ha convertido en el instrumento idóneo para la perversión de las relaciones pedagógicas. Éstas no se basan más en el deseo de saber".* (Díaz Barriga, 1994).

A propósito Litwin (1998) sostiene:

> "*En las prácticas de enseñanza, la actitud evaluadora invierte el interés de conocer por el interés por aprobar en tanto se estudia para aprobar y no para aprender. Es el mismo profesor que, cuando enseña un tema central o importante de su campo, destaca su importancia diciendo que será evaluado y lentamente va estructurando toda la situación de enseñanza por la próxima situación de evaluación."*
>
> Pero aporta también una sugerencia:
>
> *"…estos debates acerca de la centralidad como patología podrían modificarse si los docentes recuperan el lugar de la evaluación como el lugar que genera información respecto de la calidad de su propuesta de enseñanza. Desde esta perspectiva, la evaluación sería tema periférico para informar respecto de los aprendizajes de los*

estudiantes, pero central para que el docente pueda recapacitar respecto de su propuesta de enseñanza."

La principal información de utilidad que alumnos y docentes pueden obtener a través de las evaluaciones es a partir del análisis de los errores presentes en las producciones de los alumnos. Éstos suelen ser simplemente penalizados sin considerar, por ejemplo, que permiten al docente conocer cómo ha interpretado el estudiante la nueva información a partir de sus saberes previos: *"el error es un valioso indicador de las dificultades del estudiante en la apropiación de los contenidos propuestos."* (Pano et al., 2010)

En la experiencia que describimos a continuación, intentamos ayudar a promover el cambio conceptual en nuestros alumnos de Álgebra y Geometría Analítica a través del trabajo sobre sus evaluaciones, atendiendo a esta idea de que la evaluación no sólo transmite información acerca de lo que es importante en una asignatura sino que, además, a través del estudio de los errores que cometen los alumnos, permite poner en evidencia los conflictos cognitivos aún no resueltos que revelan un aprendizaje incompleto. Además, este análisis provee al docente de los datos necesarios para poder replantear sus clases y brindar a los alumnos la ayuda necesaria para concluir efectivamente el proceso de asimilación de la nueva información a su estructura cognitiva preexistente.

2. Fundamentación

La evaluación no debería ser el eslabón final de la enseñanza, sino que, por el contrario, debería encontrarse en el centro del proceso educativo. Considerar que la evaluación sirve sólo para la acreditación de la asignatura es olvidar que ella ayuda a retroalimentar la enseñanza y el aprendizaje, y que informa a los alumnos tanto sobre los tópicos de mayor importancia como del estado de su propio conocimiento. Como dice Carlino (2005), *"la evaluación enseña"* y sugiere por ello que el profesor debería planificar la evaluación tanto como planifica sus clases (Carlino, 2003).

En lo referente a la evaluación sumativa, la devolución del examen es un momento de gran importancia en el aprendizaje del alumno, y una instancia que *valida* esa evaluación. Si los alumnos reciben los comentarios de la evaluación como cierre de su trabajo, quedará tal vez justificada su calificación, pero se habrá perdido la oportunidad de utilizar una información valiosísima para realimentar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En la instancia de la devolución de la evaluación el alumno puede aún reorganizar la información, lograr una mayor integración de conceptos y procedimientos, y acercarse al cambio conceptual deseable, si éste aún no se ha producido. En la corrección de la evaluación el alumno debe poder reconocer sus errores, sentirse guiado hacia la búsqueda de un conocimiento más integrado, generarse nuevos interrogantes (Tedesco, 2007) e, inclusive, descubrir conflictos cognitivos no resueltos.

Varios autores consultados (Gil Pérez y Guzmán, 1993; Carlino, 2005) coinciden en que el examen no sólo debe ser corregido y devuelto lo antes posible, sino que también debe ser discutido en clase, de manera individual o colectivamente en el pizarrón, ya que el alumno, con su examen delante, se manifiesta más abierto y participativo. También señalan que es conveniente que, antes de la calificación final, el alumno rehaga su examen en casa, o reescriba el examen en clase, teniendo en cuenta las observaciones hechas por el profesor y vuelva a entregarlo para, de esta manera, afianzar lo aprendido e, incluso, realizar reajustes en la organización de sus conocimientos. Trabajando de este modo la evaluación pasa a *formar parte* del proceso de aprendizaje del alumno.

Todas las actividades realizadas en clase por los alumnos pueden constituir una ocasión para el seguimiento de su trabajo, la detección de sus dificultades, sus conflictos cognitivos y sus progresos: el docente necesita esta información para valorar y orientar el aprendizaje del alumno hacia los cambios necesarios, pero sacar provecho de la instancia de la evaluación sumativa puede ser de singular importancia en este aspecto.

3. Descripción del trabajo

Desde el año 2004 trabajamos en la detección de los errores que con más frecuencia cometen los estudiantes de primer año de las carreras de ingeniería en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica. Luego de elaborar un listado de errores típicos en los distintos contenidos de la materia, seleccionamos algunos de ellos para tratar de analizar sus posibles causas. Decidimos encuadrar el estudio de los errores cometidos en el tema de rectas en el espacio en el marco de la teoría del cambio conceptual pues advertimos que muchos de esos errores se debían a que los alumnos pretendían utilizar en el espacio resultados que sólo eran válidos para rectas del plano (*ideas previas*) o bien esquemas inacabados en los que se evidencia que no se ha completado el cambio conceptual (*modelos sintéticos*).

En una primera etapa del trabajo en este sentido, en el año 2009, administramos a nuestros grupos de alumnos un cuestionario individual que puso en evidencia las ideas previas y los modelos sintéticos que se manifestaban como errores en sus producciones sobre este tema, en razón de no haberse completado el cambio conceptual requerido para pasar al espacio.

Atendiendo a todas las consideraciones que puntualizamos acerca del uso positivo de la evaluación, este año nos propusimos continuar nuestro trabajo aprovechando el momento de la devolución del examen, y la opción de rehacer el mismo en casa o en clase, con el objeto de intentar determinar si esto posibilita que el proceso de reorganización de saberes en la mente del alumno continúe, y propicia, de algún modo, el cambio conceptual cuando éste no se ha producido o se encuentra inacabado.

Para ello, el primer parcial de la asignatura Algebra y Geometría Analítica que se les administró a los 38 alumnos de un curso de la FRBA-UTN que cursan esta asignatura durante el primer cuatrimestre de 2011 fue dividido en dos partes, siendo el análisis de la primera de ellas lo que describe este trabajo.

Cuando finalizamos el desarrollo del tema de rectas y planos, les pedimos a los alumnos que resolvieran individualmente en clase dos ejercicios sobre rectas en el espacio, solicitándoles que fundamentaran todas sus respuestas y presentaran el desarrollo completo de los ejercicios, explicando correctamente la resolución de cada uno de manera que pudiera entenderla, por ejemplo, un compañero que no hubiera alcanzado a resolverlo. Se les explicitaron claramente los criterios que se utilizarían en la corrección, incluyendo la importancia que se le otorgaría a la redacción de sus justificaciones y a la notación que utilizaran, ya que coincidimos con Litwin en cuanto a que

> *"Entendemos el valor de explicitar los criterios a los estudiantes y, en especial, aquellos que consideramos implícitos y sobre los que se generan múltiples malentendidos. Por ejemplo, la presentación, la pulcritud o la ortografía suelen estar implícitos por el docente pero no así por nuestros estudiantes. Por otra parte, reconocer estos criterios y su valor en el momento de la evaluación nos permite aceptar el lugar que ocupan y no utilizarlos solamente para reafirmar nuestras ideas frente a las valoraciones de los aprendizajes de algunos estudiantes."* (Litwin, 1998)

Los ejercicios propuestos a los alumnos son los que se presentan a continuación:

1) a) Halle las coordenadas de todos los puntos A cuya proyección sobre el plano $\pi: x+y-2z+13=0$ sea el punto $B(-3,0,5)$ y cuya distancia a ese mismo plano sea $\sqrt{54}$.

b) Responda justificando: ¿cuántos puntos A se obtienen ahora, sabiendo que $B(-3,0,5)$ es la proyección de A *sobre la recta* $r: \frac{x+9}{3}=y+2=\frac{-z+1}{-2}$ y que la distancia de A a la recta r es $\sqrt{6}$?

2) Dada la recta $r: \begin{cases} x-2y=1 \\ y+z=1 \end{cases}$ y el punto $A(-3,1,2)$ halle, si existe, la ecuación de:

a) un plano α que contenga a r, sea paralelo a la recta $s: \frac{x-3}{2}=\frac{1-y}{4}=\frac{z}{-3}$ y pase por el punto A;

b) una recta t que corte perpendicularmente a r y que pase por A.

Los docentes corregimos este trabajo para la clase siguiente, marcando los errores sin aclarar la forma correcta de resolución, e incluyendo llamadas al pie de página donde se indicaron posibles errores de redacción, de notación o fallas en las justificaciones.

Esta primera entrega tuvo una calificación entre 1 y 10 y se pidió a los alumnos que para la clase siguiente volvieran a pensar los ejercicios y *rehicieran* en sus hogares el examen, modificando su escrito teniendo en cuenta las observaciones hechas por el docente.

Considerando la importancia que tiene en el aprendizaje el trabajo cooperativo, así como sus ventajas motivacionales, se aclaró a los alumnos que podrían consultarse entre ellos, aunque deberían demostrar su aporte personal en el trabajo realizando una entrega individual del mismo. Esta segunda versión de la evaluación tuvo una nueva nota entre 1 y 10 que se promedió con la primera.

En esta segunda entrega de los ejercicios no se encontró que los alumnos se hubieran "copiado" unos de otros; incluso cometieron errores de cálculo y no todos obtuvieron calificación máxima. Se notó una mejora en los que realizaron consultas con compañeros.

Como pretendimos también tener en cuenta el desarrollo de la autonomía de los alumnos, se les sugirió que consultaran libremente la bibliografía que recomienda la cátedra, tanto para completar el desarrollo de los tópicos teóricos expuestos en clase como para la devolución corregida de la evaluación parcial. Para incentivarlos en el uso de la bibliografía, les entregamos en dos momentos distintos del desarrollo de los temas tratados sendos artículos que trataban sobre "Familias o haz de planos" e "Intersección entre recta y plano, paralelismo y perpendicularidad" solicitándoles que los leyeran para la clase siguiente, en que se trató el tema correspondiente y se efectuó una puesta en común en el pizarrón con los aportes de los alumnos. Cabe aclarar que, en general, todos los alumnos demostraron haber leído los textos que les entregamos, e hicieron consultas en el momento en que planteamos el tema en clase. Algunos alumnos manifestaron haber encontrado muchas dificultades para la comprensión de la lectura, "muchas más" que una clase expositiva del docente.

La devolución se completó resolviendo todos juntos los ejercicios en el pizarrón.
Luego de esta segunda entrega del examen, administramos a los alumnos el mismo cuestionario individual que habíamos utilizado con nuestros estudiantes de 2009, que habían realizado una evaluación tradicional, sin segunda entrega, y que habían demostrado que el cambio conceptual en el tema de rectas en el espacio no se había producido más que en muy pocos casos.
El cuestionario utilizado es el siguiente:

Indique si son correctas o no las siguientes afirmaciones para rectas en el espacio. Justifica tus respuestas.

a) *"Dos rectas con igual pendiente y un punto en común son coincidentes".*

b) *"Las rectas* $r:\begin{cases} P_0 = (-3,-5,-1) \in r \\ \vec{u} = (1,-1,2) \parallel r \end{cases}$ *y* $s:\begin{cases} x = 2+\lambda \\ y = -10-\lambda \\ z = -\lambda \end{cases}$ *se cortan perpendicularmente".*

c) *"Dada la recta* $r:\begin{cases} P_0 = (0,-1,8) \in r \\ \vec{u} = (1,3,0) \parallel r \end{cases}$ *, la recta perpendicular a r que pasa por* (-1, 6, 1) *es* $s: -3x + y - 9 = 0$".

1. *Dados la recta* $r: \dfrac{x-2}{3} = \dfrac{y+1}{-2} = \dfrac{z}{-1}$ *y el punto* $A = (7,-6,4)$ *halle*
   a) *la recta s paralela a r que pasa por A*
   b) *la recta t que pasa por A y corta perpendicularmente a r*

4. Resultados

La siguiente es una síntesis de los resultados obtenidos en la *primera entrega* de la evaluación, correspondiente a los dos ejercicios sobre rectas y planos:

- En el ejercicio 1) a) 15 alumnos contestaron correctamente, mientras que 6 no respondieron. Entre los desarrollos erróneos más frecuentes efectuados por el resto de los alumnos podemos citar que algunos hallaron la distancia del punto *A* al plano y no continuaron el desarrollo; otros hallaron la recta perpendicular a π que pasa por *B* pero no llegaron a ningún otro resultado, y otros concluyeron que había un único punto posible sin fundamentar adecuadamente.
- 11 alumnos respondieron correctamente el ejercicio 1) b) mientras que 13 no lo respondieron. 8 estudiantes afirmaron que se obtienen 2 puntos, mientras que otros respondieron bien sin justificar su respuesta y otros dijeron que existe un único punto en las condiciones pedidas.
- El ejercicio 2) a) fue contestado correctamente sólo por 6 alumnos y 2 no respondieron. La mayoría de los alumnos hallaron un plano α pero tuvieron dificultad para controlar que se cumplieran las tres condiciones solicitadas a la vez.
- El ejercicio 2) b) fue respondido correctamente por 8 alumnos, 5 no respondieron. Algunos alumnos tomaron el vector normal de α como director de *t* y la mayoría tomó como director de *t* un vector cualquiera que fuera ortogonal a *r*.

En la *segunda entrega* de la evaluación que efectuaron estos mismos alumnos la mayoría de ellos ahora contestó correctamente, aunque algunos cometieron errores algebraicos o demostraron no saber cómo justificar adecuadamente sus afirmaciones.

Los siguientes son los resultados obtenidos por 36 de estos mismos alumnos en el *cuestionario individual*:

- El Ejercicio 1) a) fue respondido correctamente por 11 alumnos; un alumno no respondió. 8 alumnos respondieron recurriendo a una idea previa sólo válida en el plano y 11 alumnos respondieron con modelos sintéticos; 1 alumno respondió correctamente pero no justificó y los 4 restantes dieron respuestas incoherentes.
- En el Ejercicio 1) b) 8 alumnos respondieron correctamente. 24 alumnos respondieron con alguna idea previa (6 alumnos sólo demostraron que las rectas se cortaban en algún punto y 18 alumnos sólo demostraron la ortogonalidad de los vectores directores) y 4 alumnos respondieron cometiendo errores varios no representativos.
- En el Ejercicio 1) c) respondieron correctamente 10 alumnos mientras 5 no respondieron. Utilizaron diversos modelos sintéticos 17 alumnos (2 alumnos dicen que "*el vector director de la recta s es (-3,1,0)*"; 6 alumnos, que *"(-3,1,0).(1,3,0)=0, y entonces la afirmación es verdadera"*, 4 alumnos afirmaron que "*el vector director de s es (a+1,b-6,c-1)"*; 1 alumno dijo que "*el vector director de s es (-3,-9,0)*", otro, que "*el vector director de s es (1,3,0)"*, otro, que ese director es (1,3,-1) y otro que el vector director de *s* es (1,3,1). 1 alumno afirmó que *"como la recta está incluida en el plano xy, y* (-1, 6, 1) *no pertenece a ese plano, entonces no existe tal recta s*". Un alumno intentó demostrar que (-1, 6, 1) pertenece a la recta *s*; otro que ese punto no pertenece a la recta, y un alumno dio una respuesta incoherente.
- En el Ejercicio 2) a) respondieron correctamente 34 alumnos. 1 alumno no respondió y otro dio una respuesta incoherente.
- En el Ejercicio 2) b): 23 alumnos respondieron correctamente y no respondieron 4 alumnos. 1 alumno explicó cómo lo haría pero no resolvió. 2 alumnos tomaron como vector director de *s* un vector cualquiera ortogonal al vector director de *r*. 1 alumno halló el plano perpendicular a *r* que pasa por *A* pero no continuó y 5 alumnos dieron respuestas incoherentes.

El siguiente es un cuadro comparativo de los resultados obtenidos en el cuestionario individual por los alumnos del 2009 y los que realizaron este año la devolución corregida de la evaluación:

		2009	2011
1a	No responde	6 %	3 %
	Responde correctamente	2 %	33 %
	Responde con idea previa	63 %	34 %
	Responde con modelos sintéticos	29 %	30 %
1b	No responde	10 %	0 %
	Responde correctamente	6 %	22 %
	Responde con idea previa	57 %	67 %
	Errores varios no representativos	27 %	11 %
1c	No responde	37 %	4 %
	Responde correctamente	21 %	28 %

	Responde con modelos sintéticos	42 %	68 %
2a	No responde	31 %	3 %
	Responde correctamente	54 %	94 %
	Errores varios no representativos	15 %	3 %
2b	No responde	42 %	11 %
	Correcto Correcta incompleta	2 % 2 %	64 % 3 %
	Modelos sintéticos	27 %	8 %
	Errores varios no representativos	27 %	14 %

5. Conclusiones

Como nos muestra el cuadro comparativo, en esta segunda etapa de nuestro trabajo se obtuvieron mejores resultados que en la anterior: son muchos más los alumnos que dan respuestas correctas, y menos los que no responden.

Concretamente, por ejemplo:

- en el ejercicio 2b) vemos cómo de un 2% que lo contestaron correctamente en el 2009 ahora es un 64% de los alumnos el que da la respuesta correcta;
- en el 1c), aumenta de un 42% a un 68% el número de alumnos que contesta usando un modelo sintético lo cual, si bien no constituye una respuesta correcta, significa un progreso con respecto a responder utilizando una idea previa sólo válida en el plano.
- en el 2b) disminuyó la cantidad de alumnos que responde con modelos sintéticos en beneficio de los que responden correctamente.

Si bien es necesario tener en cuenta el alcance limitado de estas conclusiones, puede decirse que el trabajo sobre la devolución de la evaluación tuvo una influencia positiva en este grupo de alumnos en el proceso hacia el cambio conceptual.

En la devolución del examen se orienta a los alumnos en función de sus propios errores. Ese *feedback* es, por lo tanto, coherente con los aprendizajes alcanzados y los que aún resta por lograr, y es útil a la vez para reorganizar y completar el proceso de aprendizaje.

Creemos en el *carácter formativo* de la evaluación, ya que el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje debe ser el aprendizaje del alumno, incluyendo el cambio conceptual a alcanzar; por esta razón los errores cometidos por ellos deberían ser considerados como *constructivos* y *formativos* en dicho proceso de aprendizaje. También consideramos importante el intercambio de opiniones entre docentes y alumnos en el momento de la *devolución* final del examen: *"la evaluación no se termina cuando en el parcial consignamos la nota obtenida por el alumno, al contrario, en muchos casos es allí donde recién comienza."* (Tedesco, 2007)

Acordamos con Álvarez Valdivia (2008) en que *"la evaluación orientada al aprendizaje enfatiza la necesidad de la promoción del aprendizaje a través de la evaluación, ponderando la función formativa y el feedback sobre la función sumativa y la calificación"*.

6. Referencias

Álvarez Valdivia, I. (2008). Evaluación del aprendizaje en la universidad: una mirada retrospectiva y prospectiva desde la divulgación científica. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa, 14*, 6(1): 235-272.

Camilloni, A., Celman, S., Litwin, E. y Palou, M. del C. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo.* Paidós.

Carlino, P. (2003). Reescribir el examen: transformando el "epitafio" en una llamada a pie de página. *Cultura y Educación* 15 (1): 81-96

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica.* Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina.

del Puerto, S., Minnnard, C. y Seminara, S. (2007). Identificación y clasificación de los errores cometidos por los alumnos en el aprendizaje del Álgebra y la Geometría Analítica. *Elementos de Matemática*, *Publicación Didáctico Científica de la Universidad CAECE* 21 (81): 5-14.

del Puerto, S. y Seminara, S. (2010). Las concepciones erróneas y el cambio conceptual en el aprendizaje de la Geometría Analítica. *Premisa, Revista de la Sociedad Argentina de Educación Matemática (SOAREM)* 12 (44): 25-35.

Díaz Barriga, A. (1994). Una polémica en relación al examen. *Revista Iberoamericana de Educación.* Número 5. Calidad de la Educación. Disponible en: http://www.rieoei.org/oeivirt/rie05a05.htm

Gil Pérez, D. y de Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones*. Parte II.4: La necesidad de innovaciones en la evaluación. *Biblioteca Virtual Organización de Estados Iberoamericanos.* Disponible en: http://www.oei.org.co/oeivirt/ciencias.pdf

Pano, C., Fridman, C., Rodil Martínez, A., Torre, V. y Zion, M. (2010). *Apuntes sobre innovación en educación universitaria.*

Tedesco, F. (2007). Devolución: instancia de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación. (OEA).* Versión digital. Disponible en: http://www.rieoei.org/deloslectores/1904Tedesco.pdf

IDENTIDADE DO LICENCIANDO: O QUE PENSAM OS ALUNOS DE LICENCIATURA DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO SOBRE A PROFISSÃO DOCENTE

Yara A. F. Guimarães; Carla Alves de Souza
Universidade de São Paulo
yguimaraes@usp.br; carla.souza@usp.br

Resumo
O presente trabalho tem por objetivo apresentar algumas ideias e concepções do ser professor de alunos que cursam licenciatura em Ciências e Matemática na USP, procurando compreender quais aspectos da construção da identidade profissional docente estão presentes no curso de formação inicial. Para tal, foi utilizada uma metodologia qualitativa de análise dos dados obtidos a partir de aplicação de questionário a uma amostra de 190 licenciandos, pertencentes tanto a cursos no formato Bacharelado-Licenciatura como exclusivos de Licenciatura. Evidentemente o já conhecido desprestígio e más condições de trabalho docente acabam por um alto índice de alunos que não têm a intenção de seguir a carreira, muito embora tenham escolhido cursar a licenciatura. As diferentes representações que trazem e que acompanham estes alunos no período da graduação revelam aspectos importantes de seu perfil identitário, bem como se suas perspectivas profissionais.

Palavras chave: Identidade dos Licenciandos, Formação de Professores, Identidade Profissional, Representações docentes, Licenciatura em Ciências e Matemática.

1. Introdução

A questão da identidade profissional docente, há décadas tem sido objeto de investigação, apresentada sob diferentes abordagens e considerando diversos pontos de vista. Há, por exemplo, trabalhos que relacionam o perfil identitário à temática da formação inicial e a estudos de representações sociais do ser professor, como Silva (2009, p. 51) e Shimizu (2008, p.02), quem veem "a participação do sujeito em ambientes coletivos como fundamental na construção das identidades profissionais", acreditando ser relevantes não só as expectativas individuais, mas sobretudo, aquelas que "os demais membros de seu grupo de pertença têm sobre os papéis a serem desempenhados", respectivamente. Segundo Dotta (2006), as representações sociais orientam e organizam as condutas e comunicações sociais além de interferirem em processos variados como difusão e assimilação dos conhecimentos, o desenvolvimento individual e coletivo, a definição das identidades pessoais e sociais, a expressão dos grupos e as transformações sociais. Esta autora reitera a ideia de Nóvoa de que o estudo das representações pode se configurar em um caminho para a interação entre o pessoal e o profissional, bem como elemento colaborador na elaboração de programas de formação docente.

d'Ávila (2007) afirma – apoiada em estudos anteriores como Dubar; Cattonar; Gervais entre outros – que o curso de licenciatura tem tido um peso limitado sobre a construção da identidade profissional docente, caracterizando um quadro problemático da formação inicial. Entendendo que a identidade é um processo construtivo e em permanente transformação, podemos discutir o ciclo de vida da profissão docente a partir de duas etapas: a Socialização pré-profissional e a Socialização profissional. A primeira está

relacionada à trajetória de cada um e que, portanto, se desenvolve de forma particular em cada sujeito. A identidade profissional docente se encontra ancorada em experiências ancestrais nas quais se iniciam as primeiras identificações e o sujeito pode vir a elaborar seus modelos ideais de ensino e de como vir a ser professor. Neste sentido, as histórias individuais se constituem em material nuclear na reflexão do processo identitário da profissão. Já a Socialização profissional docente inaugura-se com o curso de formação inicial, fase que se estrutura a partir de saberes teóricos e práticos da profissão; de modelos didáticos de ensino e de uma primeira visão sobre o meio profissional docente (d'Ávila, 2007). A entrada na profissão domina um modelo prático concernente às tarefas cotidianas, ao trabalho duro que tem pouco a ver com o modelo idealizado caracterizado pela dignidade da profissão e sua valorização simbólica provinda da formação inicial (Dubar, 2009). Desse processo decorrem as projeções pessoais pela profissão a partir de uma identificação com os membros que pertencem a um grupo de referência, incluindo – entre outros – a imagem de si, apreciação de suas próprias capacidades, realizações de desejos, choques, frustrações, projetos para o futuro profissional.

Este trabalho pretende compreender de que forma um curso de formação inicial de professores de Ciências e Matemática pode contribuir para essa construção da identidade profissional docente, a partir da análise de suas ideias, concepções e representações do ser professor.

2. Investigando e discutindo a identidade dos Licenciandos de Ciências e Matemática

Neste trabalho utilizamos da metodologia qualitativa de análise dos dados (Ludke & André, 1986) com a finalidade de melhor compreender as representações dos sujeitos quanto à sua identificação profissional e perspectivas de atuação na área docente. Para tal, levantamos indícios da identidade profissional em construção de discentes de cursos de formação inicial de professores de Ciências e Matemática da Universidade de São Paulo (USP). As informações foram levantadas através de um questionário composto por uma breve caracterização dos sujeitos e 13 questões, das quais 7 tinham caráter dissertativo e as demais eram objetivas. Os questionários foram aplicados nos cursos de Licenciatura em Física, Química, Ciências Biológicas e Matemática, perfazendo um total de 190 respondentes. Aplicamos o instrumento de coleta de dados em turmas[51] do período diurno e do noturno para cada uma das seguintes disciplinas: Metodologia do Ensino de Física I, Elementos e Estratégias para o Ensino de Física, Metodologia do Ensino de Química I, Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas I e Metodologia do Ensino de Matemática I.

Na Universidade de São Paulo os cursos de Licenciatura em Física e Matemática constituem uma carreira única e são independentes de seus Bacharelados, os alunos ao se inscreverem nesta carreira optam por uma Licenciatura ou por outra. Em Ciências Biológicas as inscrições são para o curso Licenciatura/Bacharelado onde os licenciandos fazem a opção por uma ou por outra habilitação no decorrer do curso. Para o curso de Química no período integral ocorre como em Ciências Biológicas, já no período noturno só há a licenciatura como opção de ingresso sendo esta desvinculada do Bacharelado.

Neste trabalho vamos discutir resultados parciais desta investigação analisando 5 questões do questionário aplicado as quais evidenciam as perspectivas do licenciando

[51] Agradecemos aos professores USP das disciplinas investigadas, pelo seu apoio em disponibilizar parte de suas aulas para aplicação do questionário.

em seguir a carreira docente e sua afinidade com essa profissão. Dos 190 sujeitos da pesquisa 62 cursam Licenciatura em Física, 26 Química, 54 Ciências Biológicas e 48 Licenciatura em Matemática. Deste total, 59% são do sexo masculino e 5% não responderam. A maioria dos alunos respondentes é do noturno (66%) e neste turno as turmas são, em geral, mais numerosas do que as respectivas turmas do diurno. No caso da USP é possível aos alunos inscritos nos cursos do noturno frequentarem disciplinas oferecidas no diurno e vice-versa.

Uma das questões, do instrumento de investigação, apresenta a seguinte frase: "*Um bom professor do ENSINO MÉDIO é aquele que"* e como respostas possíveis foi apresentada uma tabela com dez características, que deveriam ser assinaladas em uma escala de 0 à 5. Tal escala assumiria valores maiores quanto maior fosse a concordância com a importância da referida característica. Em seguida foi apresentada questão semelhante agora sobre características importantes a professores do Ensino Superior: "*Um bom professor do ENSINO SUPERIOR é aquele que"*. Apresentamos somente a média dos resultados para cada um dos cursos investigados, visto que não há diferença significante entre estes e aqueles encontrados quando considerada a mediana.

Os licenciandos atribuem em média grande importância (grau 5) ao conhecimento do conteúdo específico (item 2, Tabela 1). Em contra partida parecem considerar pouco relevante a capacidade de manter a ordem e a disciplina em sala de aula para ambos os níveis de ensino.

Tabela 1: Média dos valores referentes ao grau de importância para características de um bom professor, atribuídos pelos alunos de cada um dos cursos de Licenciatura investigados. Onde EM refere-se ao professor do Ensino Médio e ES ao Ensino Superior.

Características de um bom professor

Características	FÍSICA		QUÍMICA		BIOLOGIA		MATEMÁTICA		**MÉDIA**	
	EM	ES	EM	ES	EM	ES	EM	ES	**EM**	**ES**
1. Conhece e utiliza variadas metodologias de ensino	4	4	4	4	4	4	4	4	**4**	**4**
2.Domina o conteúdo que ensina	5	5	5	5	5	5	5	5	**5**	**5**
3.Mantém uma boa relação interpessoal com os alunos	4	4	4	4	4	3	4	4	**4**	**4**
4.Realiza avaliações condizentes com suas aulas	4	4	5	4	4	4	4	4	**4**	**4**
5.Demonstra segurança e atitude profissional	4	5	4	4	4	4	4	4	**4**	**4**
6.Consegue ensinar determinado conteúdo	4	4	4	4	4	4	4	4	**4**	**4**
7.Promove atividades paradidáticas e culturais	4	4	4	3	4	3	4	3	**4**	**3**
8.É capaz de manter a ordem e a disciplina na sala de aula	3	3	3	3	4	3	4	3	**3**	**3**
9.Procura relacionar o	4	4	4	4	4	4	4	4	**4**	**4**

conteúdo com temas do cotidiano e/ou da atualidade										
10.Consegue sistematizar o conteúdo de acordo com a faixa etária do alunado	4	3	4	3	4	3	4	3	**4**	**3**

Para cada uma das duas questões citadas anteriormente sobre as características de bons professores do EM e do ES, também foi pedido que citassem outra característica considerada importante não constante da lista. Somente 29% responderam estas duas questões com características distintas.

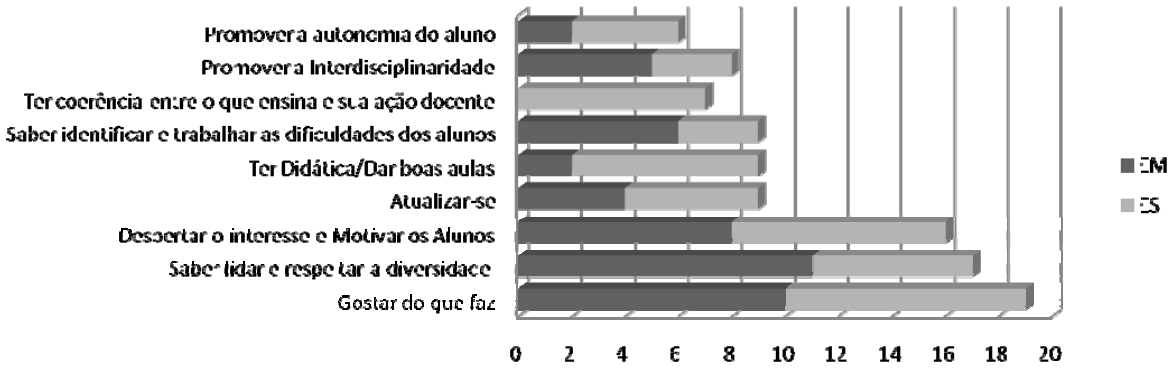


Gráfico 2: Características importantes aos professores de Ensino Médio (EM) e Ensino Superior (ES) mais citadas pelos licenciandos dos cursos investigados.

No Gráfico 2 são apresentadas as características mais citadas pelos licenciandos. É possível notar tanto na Tabela 1 quanto no Gráfico 2 que os licenciandos consideram de modo igual a relevância das características para um bom professor independentemente do nível de ensino, com exceção do item: "*Ter coerência entre o que ensina e sua ação docente*" que foi citado apenas como importante ao nível Superior.

A pretensão de continuidade na carreira docente ou não após o término da formação inicial está fortemente relacionada com as representações pessoais sobre a profissão docente (d'Avila, 2007). Buscando investigar este aspecto, uma das perguntas do questionário era *Você pretende seguir a carreira docente depois que terminar a Licenciatura? Por quê?* Observamos que, apesar das adversidades da carreira docente na atualidade, a maioria, 56%, respondeu afirmativamente a esta questão. Além disso, alguns dentre os que afirmaram que não serão professores veem a profissão como uma possível alternativa. Para esta questão, estabelecemos as seguintes categorias de análise:

Categoria: SIM: Nesta categoria foram agrupadas as 106 respostas afirmativas sobre a intenção de atuar na área docente como carreira profissional. Destes, 68% afirmam que sua intenção é norteada por questões de afinidade com a profissão e/ou de ideologia.

- <u>Porque gosta ou se identifica com a profissão docente</u>: Dentre o total de respondentes, 25% afirmam que pretendem seguir a carreira docente exatamente porque nela encontraram certa identificação pessoal, como podemos perceber nas seguintes falas: *"Eu acredito que sim, sempre eu tive esse sonho e pela admiração a profissão"* e *"Sim. Gosto da área e vejo nela uma carreira interessante e promissora"*.

- <u>Por convicção ou ideologia:</u> Questões ideológicas foi o argumento de 13% dos licenciando para responder afirmativo sobre a pretensão de atuar na carreira docente. Contribuir culturalmente com a sociedade ou na formação pessoal dos jovens é visto por

estes licenciandos com um chamado à profissão professor como vemos nas duas falas a seguir: *"Sim. Acredito que a escola é um bom [lugar] para se adquirir conhecimentos, além de contribuir para a formação do alunado que transforma culturalmente a sociedade*" e *"Sim. Acredito que professores do ensino Fundamental e médio tem grande importância na decisão profissional e formação pessoal dos alunos, e eu quero saber como é fazer parte disso.*

- Já trabalha na área: Dez dos licenciandos dos cursos investigados, 5%, já atuam no campo docente e pretendem continuar nesta profissão após a conclusão de sua formação inicial, como afirma um deles *"Sim. Já dou aula e o curso além da base de conhecimento científico, aprendo as várias abordagens que o professor deve utilizar"*.

- Somente no Ensino Superior: A docência no Ensino Superior atrai apenas 2% dos respondentes, como observamos na seguinte fala *"Pretendo seguir a carreira docente, mas como professor no ensino superior, pois também gostaria de continuar trabalhando com pesquisa"*.

- Outros: somente 8% justificaram por meio de alternativa que não as três citadas acima, a maioria deles apoiados na grande oferta de vagas. *"Sim, para obtenção de um emprego assim que eu me forme"* ou *"Sim quando me aposentar"*.

- Sem justificativa: Três licenciandos não justificaram suas respostas.

Categoria: NÃO: 27% dos licenciandos afirmam que não seguirão na carreira docente.

- Possui outros planos profissionais: Do total, 9% afirma já ter definido outros planos profissionais. Mas, mesmo estes que respondem inicialmente de forma negativa, parecem não pretender fechar definitivamente as portas para a profissão docente: *"Não como primeira opção. Porque também pretendo me formar em Bacharelado, área com a qual tenho mais afinidade e pretendo trabalhar"* e *"Inicialmente não. Prefiro tentar uma carreira na indústria e, como segunda opção (ou segunda fonte de renda), ser professor"*.

- Devido à baixa remuneração e pelo desprestígio da profissão: o desprestígio e a má remuneração continuam sendo um entrave para a profissão professor (Silva 2009), 4% dos licenciandos afirmou ser este o principal motivo que os afastam da carreira docente. Podemos citar: *"Não pretendo continuar na carreira docente por causa da baixa remuneração e também por causa que precisamos desprender muita energia para obter um relativo sucesso"*.

- Não gosta da atividade docente: Alguns (4%) afirmam não ter afinidade com a profissão, como exemplo segue a fala de um licenciando: *"Não, pois não tenho prazer nem interesse por esse ramo de atividade"*.

- Outros: Seis respondentes, representando 3% do total, responderam negativamente a pergunta apresentada, possuíam argumentações variadas: *"Não, sou muito tímida e acho que não conseguiria manter a disciplina da sala. Além do mais, tenho medo da violência contra o professor"*. Outro afirma ainda que*: "Não. Mas a atividade de pesquisa nas Instituições públicas brasileiras exigem atividades de docências, portanto, é melhor estar preparado, cursando (também) a licenciatura em Física"*.

- Sem justificativa: Dentre os respondentes 7% respondeu somente *"Não"*.

Categoria: INDECISO: Dentre os licenciandos que responderam nosso questionário 17% ainda não sabem ou não decidiram seu futuro em relação à carreira docente. Muitos deles não veem esta profissão como primeira opção em sua atividade profissional futura. Dividimos esta categoria em outras duas:

- Não decidiu ou ainda não sabe: Um percentual considerável dos licenciandos, 17%, apesar de estar cursando uma graduação na área de formação de professores ainda não

têm certezas sobre a atuação na área docente, pelos mais variados motivos. *"Olha eu sinceramente não sei, pretendo dar aulas por mais ou menos cinco anos e talvez mudar de profissão, pois não sei se irei me acostumar com as condições ou se irei gostar da profissão", "Depende das opções existentes posteriormente a este período. Se houver oportunidades mais atrativas do ponto de vista financeiro e infraestrutura optaria em trabalhar em laboratório".*

- Não respondeu a questão: Apenas dois licenciandos dos 190 que responderam o questionário deixaram esta questão em branco.

4. Conclusão

Neste trabalho procuramos compreender aspectos da identidade profissional docente presentes nas declarações de licenciandos dos cursos de Ciências e Matemática da USP, que possam contribuir com o entendimento do perfil identitário de alunos matriculados em cursos desta natureza. A análise qualitativa dos dados revelou que um pouco mais de 50% destes licenciandos pretendem seguir a carreira docente, e apenas cerca de 40% do total mostra-se convicto com tal escolha. A este baixo percentual podemos associar inúmeras justificativas – algumas declaradas outras não – relacionadas, por exemplo, ao desprestígio por que passa a carreira, e às características da própria amostra à qual pertencem alunos oriundos tanto de cursos específicos de Licenciatura, como daqueles cujo formato envolve Bacharelado e Licenciatura. Este aspecto estrutural, por si só, já revela importantes ideias, concepções e representações do ser professor que estão por traz da escolha pelo curso.

5. Referencias

André, M. E. D. A. (2006). O que dizem as pesquisas sobre formação de professores? Um estudo comparativo da produção acadêmica de 1993 e 2003. In I. Schlindwein & A. P. Sirgardo. *Estética e Pesquisa – Formação de professores*. Itajaí: Editora Univali, 17-29.

Brando, F. R.; Caldeira, A. M. A. (2009). Investigação sobre a identidade profissional em alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas. *Ciência e Educação*, 15, (1), 155-173.

D'Ávila, C. M. (2007). Universidade e formação de professores: qual o peso da formação inicial sobre a construção da identidade profissional docente? In: *Memória e formação de professores*. Antônio D. Nascimento & Tânia M. Hetkowski (Orgs.). Salvador: EDUFBA.

Dubar, C. (2009). *A Crise das Identidades: a interpretação de uma mutação*, São Paulo: EDUSP.

Dotta, L. T. (2006). *Representações sociais do ser professor*. Campinas: Editora Alínea.

Ludke, M. & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em Educação*: abordagens qualitativas. Temas Básicos de educação e ensino. São Paulo: EPU.

Marques, C. A.; Perira, J. E. D. (2002). Fóruns das licenciaturas em universidades brasileiras: construindo alternativas para a formação inicial de professores. *Educação e Sociedade*. 23 (78), 171-183.

Shimizu, A. M.; Gomes, A. A.; Zechi, J. A. M.; Menin, M. S. S.; Leite, Y. U. F. (2008) Representações Sociais sobre Identidade e Trabalho Docente: A Formação Inicial em Foco. In: *31ª Reunião Anual da Anped.* Caxambú.

Silva, Maria de Lourdes R. da, (2009) A complexidade inerente aos processos identitários docentes. *Notandum Libro 12*. FEUSP/Universidade do Porto: Portugal, 45-58.

REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA PRÁCTICA DOCENTE. UNA INTERPRETACIÓN DE LA VISIÓN DE ALGUNOS DOCENTES SOBRE EL USO DE LOS SISTEMAS ALEGEBRAICOS COMPUTACIONALES (CAS) EN LAS AULAS

Beatriz Introcaso; Patricia Co; Dirce Braccialarghe; Daniela Emmanuele
Departamento de Matemática (Escuela de Formación Básica), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario
beatriz@fceia.unr.edu.ar, co@fceia.unr.edu.ar, dirce@fceia.unr.edu.ar, emman@fceia.unr.edu.ar

Resumen
En este trabajo se parte de una investigación sobre la valoración que hacen los profesores del impacto del uso de las CAS en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática. Como resultado de la misma surge que los docentes expresan una valoración positiva de este impacto pero en general esto no se refleja en el diseño e implementación de propuestas didácticas que impliquen la utilización de estos recursos. En la presente contribución se cuestionan las posibles causas de esta aparente contradicción. Para ello se toman los conceptos de representación y práctica social desde la perspectiva socioepistemológica, y se discute acerca de las representaciones de los docentes en torno a su propia práctica, las posibilidades del ejercicio de la libertad y el rol de los docentes como intelectuales en el sentido foucaultiano de aquellas personas que buscan estrategias para desentrañar la estructura profunda de las relaciones de saber y poder y se plantean sus posibilidades de modificar la propia práctica.

Palabras clave: representación, práctica social, práctica docente

1. Introducción

Este trabajo se realiza en el marco del proyecto "Análisis socioepistemológico de los contenidos del cálculo en carreras de Ingeniería. Un puente entre la investigación y la realidad del aula", radicado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario, y toma en cuenta una investigación realizada en el marco de un proyecto anterior, cuyos resultados se encuentran en prensa (Co et al., 2011). En el artículo citado se analizan las respuestas a un cuestionario que puede ser tipificado como mixto de acuerdo a las respuestas que solicita, ya que plantea preguntas de ítem cerrado (que deben contestarse por sí o por no) y abierto (se brinda un espacio libre para comentarios), y en el que se pretende indagar acerca de la valoración que hacen los profesores del impacto del uso de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática, con el fin de analizar la relación entre esta valoración y la implicancia en su práctica docente. El cuestionario fue dirigido a los docentes de las asignaturas de Matemática de las carreras de Ingeniería que se dictan en la FCEIA, y fue contestado por el 59% de los profesores que integran el Departamento de Matemática de la Escuela de Formación Básica. Los resultados se analizaron categorizando la valoración del impacto que los docentes hacen del uso de las CAS en relación a su formación, al aprendizaje de los estudiantes y a la práctica docente (Co et al., 2011). Las autoras destacan que en sus opiniones los docentes expresan una valoración positiva de este impacto y sin embargo, según verifican a través del mismo instrumento, en general no se observa que esa valoración

se refleje en el diseño e implementación de propuestas didácticas que impliquen la utilización de estos recursos en las clases.
El propósito del presente trabajo es indagar acerca de las posibles causas de la aparente contradicción que queda implícita entre los dichos de los profesores y sus prácticas. Utilizamos para ello la metodología de una investigación de tipo cualitativa, apoyándonos en la idea de que los miembros de una institución comparten una estructura lógica o de razonamiento que, por lo general, no es explícita, pero que se manifiesta en diferentes aspectos de su accionar cotidiano. A través de prácticas interpretativas intentamos encontrar sentido a los fenómenos en términos de los significados que los diferentes actores les otorgan.

2. Representaciones y prácticas sociales

Para llevar a cabo el objetivo es necesario analizar si las respuestas volcadas en el cuestionario son factibles de ser interpretadas con independencia del conocimiento explícito de las representaciones que tienen los docentes de su propia práctica.
Por un lado: ¿de qué hablamos cuando hablamos de representaciones? Según Abric (2001) toda realidad está representada, y a su vez esta representación produce una acción sobre la realidad. La representación no es un simple reflejo de la realidad; es una organización significante que depende a la vez de factores contingentes y de factores más generales como el contexto social e ideológico, el lugar del sujeto en la organización social, su historia personal y la historia, en este caso, de la profesión docente.
Teniendo en cuenta la dimensión sociológica como una de las componentes fundamentales en la construcción del conocimiento, no parece posible pensar en una representación individual, constituida cognitivamente por un sujeto aislado. Tomamos la idea de Moscovici (citado, por ejemplo, por Abric, 2001) según la cual el sujeto y el objeto "no son fundamentalmente distintos", y en este sentido consideramos que la representación es un modo de interpretar una realidad en la cual los sujetos interactúan con el contexto, y por lo tanto determina sus prácticas. Hablamos entonces de representaciones sociales.
Por otro lado, pensar en la práctica docente suele asimilarse a pensar en la tarea del profesor en el aula, es decir en la "práctica de la enseñanza" o "práctica pedagógica". Sin embargo, al hacer referencia a este concepto estamos hablando de una práctica que excede ampliamente los límites del espacio áulico.
En el marco del enfoque socioepistemológico en el que desarrollamos nuestro proyecto, la componente social es el detonante de la práctica, y en este sentido hablaremos siempre de prácticas sociales. Entendemos a su vez a la práctica social como normativa de la actividad: "la práctica social no es lo que hacen los individuos sino aquello que les hace hacer lo que hacen" (Covian, 2005).
Es natural entonces, desde la perspectiva socioepistemológica, vincular los conceptos de representación y práctica social, confiriendo a la actividad humana la función principal tanto de la producción del objeto de estudio como de su representación. La práctica social determina la representación (en este caso la representación de la propia práctica docente), y a su vez esta representación modifica la práctica.

3. La práctica docente

Como decíamos, para analizar las respuestas volcadas en el cuestionario del artículo que trata las opiniones de los docentes sobre el uso de las CAS en el aula (Co et al., 2011), nos preguntamos: ¿cuál es la representación de los docentes sobre su propia práctica?

En principio consideramos que estas representaciones están condicionadas por diversos factores. Por un lado, como es conocido y referido por numerosos autores (por ejemplo Zaccagnini, 2007) los docentes universitarios no siempre tienen formación pedagógica específica, y por lo tanto el rastreo de sus representaciones se remonta a sus propias experiencias como alumnos. En este sentido van conformando una representación de su labor como una idea, una noción a través de la cual traen al presente situaciones vividas y pretenden anticipar eventos que pongan de manifiesto su experiencia.

Por otro lado, el discurso que circula socialmente respecto de su práctica contribuye a deslegitimar su labor. Desde la perspectiva de las teorías pedagógicas que esgrimen que enseñar no es transmitir un conocimiento acabado, sino que éste debe ser construido por el alumno, se relega en muchas ocasiones a los docentes a un supuesto rol pasivo en este proceso de construcción. Así mismo, desde la perspectiva de trabajadores de la educación (por lo general no muy bien remunerados y con escaso financiamiento para realizar sus tareas), como refiere Zaccagnini (2007), hay una realidad que devuelve al docente una imagen de una profesión que no es tal, devaluada cultural y socialmente y pauperizada económicamente.

Otro condicionamiento que existe es el que proviene de la institución. Ya hemos analizado en trabajos anteriores (González et al., 2011) cómo se internalizan roles, valores y normas del medio social en que se vive, generando regularidades que permiten explicar la conducta individual y colectiva. De manera implícita, las racionalidades particulares de una institución se manifiestan en los haceres y decires de los miembros de la misma (Emmanuele et al., 2011). En estos trabajos referimos un conjunto de experiencias que pusieron de manifiesto cómo la normalización parece haberse internalizado en todos los actores involucrados, incluyendo a los docentes, quienes somos objeto también de una mirada normalizadora, por ejemplo en el marco del Sistema de Acreditación de las Universidades Nacionales que se lleva a cabo a través de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, creada por la Ley de Educación Superior (aún en vigencia), que estipula el cumplimiento de determinados "estándares de calidad". Este mecanismo de "acreditación" puede considerarse, como refiere Tiscornia (2009), un instrumento de coacción y disciplinamiento.

4. Marco institucional para el uso de los software matemáticos como recurso didáctico en la FCEIA

Existe un discurso hegemónico que enfatiza la importancia del uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en las aulas, tanto desde los documentos oficiales como a través de una abundante cantidad de trabajos de investigación al respecto en los últimos años (se pueden ver referencias, por ejemplo, en el mismo artículo de Co et al., 2011). Deberíamos tener en cuenta, así mismo, que – además de la necesidad de lograr que los recursos educativos se adecuen a "los nuevos tiempos" – existen intereses económicos en juego en la incorporación de estos recursos al aula. En la representación social de la tarea docente está claro que se considera legitimado un determinado recorte del conocimiento válido para transmitir, el cual está inmerso en la arbitrariedad cultural propia de cualquier proceso de socialización, pero se impone a través de una violencia simbólica de modo tal que se conciba como legítima.

Desde el punto de vista de Bordieu (1983) las arbitrariedades culturales de la educación son las de las clases dominantes, y la acción pedagógica implica la exclusión de ciertas ideas como impensables.
En las consideraciones hechas por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2005) para la FCEIA, se indica que "en el área de Matemática no se trabaja sistemáticamente con software específico" y se puntualiza como recomendación "disponer de un sistema de mantenimiento y desarrollo de nuevas prácticas".
Institucionalmente se atendió a este requerimiento y "se impulsó, desde la Dirección del Departamento de Matemática de Ciencias Básicas, la realización de talleres de capacitación, cursos de perfeccionamiento y jornadas de divulgación de experiencias" luego de lo cual "se exhortó a aplicar en forma sistemática todas aquellas propuestas generadas en los talleres" (Co et al., 2011).

5. Las opiniones de los docentes

En el contexto descripto deberíamos preguntarnos si los docentes, al responder el cuestionario en el que se indaga su valoración acerca del impacto del uso de la tecnología en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática, son realmente libres de manifestarse contrarios a la utilización de las CAS en el aula.
En el trabajo de Co et al. (2011) se citan algunas respuestas a partir de las cuales se infiere que los docentes "manifiestan estar de acuerdo" con la necesidad de esta utilización. Notemos que algunas de estas respuestas:

- "*porque la computadora forma parte de la vida cotidiana de los alumnos*"
- *"porque en los libros actuales se incluyen aplicaciones de distintos software"*

no parecen argumentos producto de una reflexión sino de la "aceptación de una realidad". Como destaca Zaccagnini (2007), por lo general los docentes no conciben la posibilidad de un cambio real si no se los considera como instancia decisora en la construcción de las nuevas políticas educativas, lo cual tiene un sustento concreto en el hecho de que en general los profesores "son objeto de reformas educativas que los reducen a la categoría de técnicos encargados de llevar a cabo dictámenes y objetivos decididos por expertos ajenos a las realidades cotidianas de la vida en el aula" (Giroux, 1990). A esto se suma (siguiendo otra vez a Zaccagnini, 2007) una "percepción idealizada de la educación en tiempos pretéritos" que está ligada a la propia experiencia (idealizada también) del docente como alumno.
Así, de la misma manera que en el trabajo de Emmanuele et al. (2011) se describe la naturalización por parte de los estudiantes de ciertas formas de subjetivación, pensamos que las concepciones acerca de la importancia del uso de las TIC en la educación presentes, como decíamos, en el discurso hegemónico, se han naturalizado entre los docentes, al punto que no se plantean que puedan manifestar argumentos para cuestionarlas. Es probable entonces que los docentes – aún teniendo en cuenta que ellos fueron formados sin necesidad de utilizar estas herramientas – consideren que deben aceptar esta "racionalidad".
A su vez algunos comentarios que los docentes plantean y las autoras destacan:

- "*primero deben aprenderse todos los conceptos teóricos para no mecanizarse*"
- *"no como sustitutivo de la función docente"*
- *"no se debe sustituir el lápiz y el papel"*
- *"con mucho cuidado: no debe perderse de vista la metodología de cálculo"*
- *"con el control del docente"*

- *"debe ser supervisado muy bien por el profesor*"

parecen poner de manifiesto un "temor a que su labor sea relegada", lo cual se condice con la concepción antes mencionada según la cual – en la representación que el docente tiene de su práctica, la misma se encuentra descalificada.
Aunque podemos argumentar con Artigue (2003) que "el conocimiento basado en la investigación no se transforma fácilmente en estrategias educativas efectivas", al argumentar sobre la no utilización de los software matemáticos en las aulas, los docentes prefieren suponer condicionamientos externos que impiden llevar a cabo la tarea:

- "*falta de tiempo"*
- *"falta de infraestructura"*
- *"el nivel de los alumnos ingresantes"*

lo cual se relaciona con su autopercepción ligada a una lógica tradicional del empleado del estado, caracterizado "por la falta de autonomía en la toma de decisiones e inscripto en un sistema institucional altamente burocratizado, que condiciona permanentemente su accionar cotidiano y con lineamientos que contradicen en la práctica la autonomía pedagógica que se difunde en el discurso" (Zaccagnini, 2007).

6. La práctica de la libertad

Ante la pregunta de si el docente es realmente libre de decidir llevar a cabo una determinada práctica, es necesario discutir acerca del significado de la palabra libertad. En el sentido que estamos dando a las representaciones sociales como emanadas de una relación (o condicionamiento) indisoluble del sujeto con su contexto, es decir pensando al hombre como socialmente determinado, es imposible pensar en una libertad absoluta en la concepción subjetivista ("es libre quien actúa sobre la base de manifestaciones de voluntad exentas de toda determinación") presuponiendo que pueden existir fenómenos sin causa, lo cual sería inclusive una concepción anticientífica (Degl´Innocenti, 2000). Tampoco pensamos que pueda existir una sociedad que no esté regida por leyes o reglas basadas esencialmente en la estructuración económica (en cuyo caso "sería libre quien no estuviera sujeto a la influencia de ninguna necesidad objetiva del desarrollo histórico"). Más bien, justamente, consideramos que los procesos sociales son el resultado de acciones humanas y las necesidades históricas no se deben entender por fuera de los hombres o independientemente de ellos. Existe una relación dialéctica según la cual los hombres son artífices de la historia y a la vez sus acciones están influidas por las condiciones sociales y las necesidades que se derivan de éstas. En este sentido, "es libre quien tiene la posibilidad de elegir entre algunas de las variantes de acción" (Degl´Innocenti, 2000). Naturalmente las desigualdades sociales, los diferentes tipos de discriminación, la precariedad laboral que incluye la actividad docente, entre muchos otros factores, atentan contra las posibilidades de libertad.
En trabajos anteriores hemos hecho referencia a la práctica de la libertad por parte de los alumnos de primer año de las carreras de Ingeniería (Emmanuele et al., 2011). En ellos describimos las actitudes y las decisiones que toman los estudiantes respecto de sus estudios y tareas áulicas, a través del análisis de las relaciones de poder que atraviesan a la Facultad. Pensamos a ésta como una institución educativa particular, con sus costumbres, sus reglas y modos de interacción social que le son propios y que le confieren un lugar específico en un tejido social regido por la microfísica del poder y en el cual se entraman sutilmente las nociones de saber, poder, sujeto y verdad.

Desde este punto de vista (planteado por Michel Foucault) según el cual las instituciones disciplinarias organizan el tiempo y el espacio de forma tal de condicionar la conducta de los individuos, y cuestionándonos acerca de las representaciones que los docentes tienen de su propia práctica, creemos que la práctica de la libertad sólo puede ejercitarse de manera muy cercenada.
Pero a la vez esta compleja red discursiva no sólo ordena, habilita y distribuye objetos sino que también produce sujetos. Y estos sujetos actúan sobre otros y sobre el contexto, con lo cual sus posibilidades reflexivas redundan en la posibilidad de modificación del contexto, y en particular de sus propias prácticas.

7. Reflexiones finales

Convencidas de que los docentes debemos educar en el pensamiento crítico, es necesario empezar a considerarnos a nosotros mismos sujetos reflexivos y potenciales transformado-res. El concepto de reflexión es también un concepto que puede tener diversas lecturas. En nuestro caso incluye un análisis activo y sistemático de la propia práctica. Es decir, consideramos importante que se pueda contextualizar y problematizar la estructuración de la práctica, discutir acerca del por qué y el cómo y tener la capacidad de transformar la propia práctica. Nos planteamos en este sentido cuestionar nuestras formas de actuar que evidencian la naturalización de ciertas racionalidades y propiciar la reflexión sobre los fines y potencialidades de la educación.
Hay una idea que subyace el análisis de las posibilidades de transformación que tenemos los docentes, que se ve como una práctica condicionada por el contexto y que se expresa en frases como "es la Institución quien tiene la responsabilidad de avalar e impulsar el replanteo curricular" (Co et al., 2011). Sin embargo, sabemos que pretender cambiar una realidad tan compleja como la práctica docente mediante un cambio de normas, aunque se haga desde la instrumentación de cursos de actualización técnico-pedagógica, es un planteo ingenuo destinado al fracaso si no se apoya en la búsqueda de una actitud de reflexión sistemática que ponga a los docentes en el lugar de intelectuales, en contraposición a una posición puramente instrumental o técnica. Considerados como sujetos capaces de develar las estructuras de poder ocultas en el discurso dominante, los docentes pueden aclarar el papel que desempeñan en la producción y legitimación de intereses políticos y sociales.

8. Referencias

Abric, J. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. Ediciones Coyoacán (México).
Artigue, M. (2003) *¿Qué se puede aprender de la Investigación Educativa en el Nivel Universitario?* Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, (2) 117-134.
Bordieu, P. (1983). *Campo de poder y campo intelectual*. Folios Ediciones, Buenos Aires.
Co, P., Del Sastre, M., Panella, E. & Sadagorsky, A. (2011). *Valoración del impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática básica en carreras de Ingeniería.* Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (ALME, CLAME Guatemala) 24 (en prensa).
Covian, O. (2005). *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional. El caso de la cultura maya*. Tesis no publicada (CINVESTAV, México).
Degl'Innocenti, M. (2000). *La educación y la construcción de la subjetividad*. Seminario: "Epistemología de las fenómenos educacionales" (Prof. H. Goncalvez

Arana, Maestría en Educación, FCH Universidad Nacional del Centro) http://www.unlz.edu.ar/catedras/s-pedagogia/

Emmanuele, D., Introcaso, B. & Braccialarghe, D. (2011). *La práctica de la libertad en la actividad matemática universitaria.* VII Jornadas de Investigación en Educación. "*Encrucijadas de la educación: saberes, diversidad y desigualdad"* (Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Huerta Grande, Argentina).

Giroux, H. 1990. *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Editorial Paidós (Barcelona)

González, M. I., Introcaso, B., Braccialarghe, D. & Emmanuele, D. (2011) *Disciplinamiento en la educación matemática universitaria*. XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática (Recife, Brasil).

Gutiérrez, A. (2005). *Aspectos metodológicos de la investigación sobre aprendizaje de la demostración mediante exploraciones con software de geometría dinámica* http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/marcotex.html.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria. (2005). *Resolución Nº: 386/05*. Buenos Aires, Argentina. http://www.coneau.edu.ar/archivos/resoluciones/Res386-05E804-458.pdf (recuperado el 20 de septiembre de 2010)

Tiscornia, L. M. 2009. *El Sistema de Acreditación de las Universidades Nacionales a través de la CONEAU frente a la Autonomía Universitaria*. Fundamentos en Humanidades (Universidad Nacional de San Luis, Argentina). Año X (2) 45-54.

Zaccagnini, M. (2007). *Síntesis de un estudio sobre las representaciones sociales en la formación del rol docente*. http://debate-educacion. educ.ar/ley/aporte-de-expertos/mario_ cesar_zaccagnini_univers.php

ESTUDIO DE LA ACTITUD DE LOS ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE MATEMÁTICA HACIA LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS

Yolanda H. Montero; María Eugenia Pedrosa; Silvia Vilanova
Universidad Nacional de Mar del Plata
ymontero@mdp.edu.ar

Resumen
En el presente artículo se dan a conocer los resultados de un estudio que tiene como objetivo identificar la actitud de los estudiantes universitarios de las carreras de Matemática, hacia el aprendizaje de la asignatura Métodos Numéricos, que se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. El estudio comprendió una etapa exploratoria de diseño, prueba piloto y validación del instrumento, y una etapa descriptiva correlacional para establecer las posibles relaciones entre las variables estudiadas. El análisis realizado nos ha permitido establecer que los alumnos, independientemente del género y la carrera, tienen una actitud moderadamente positiva hacia la asignatura, donde la motivación y el agrado juegan un papel fundamental sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la misma. Este trabajo se inscribe dentro de un proyecto más amplio, que tiene entre sus objetivos generales fundamentar la acción didáctica que permita incidir en las actitudes de los alumnos e indirectamente en la mejora de la enseñanza de la asignatura.

Palabras clave: actitudes, dimensiones, correlación, confiabilidad.

1. Introducción

En el ámbito de los Métodos Numéricos hemos reconocido la necesidad de prestar atención a las actitudes de los estudiantes, principalmente por considerar que éstas pueden tener una importante influencia sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje y en consecuencia en el rendimiento académico inmediato.

La importancia de las cuestiones afectivas y los efectos de las predisposiciones actitudinales en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática han sido tratados por numerosos autores como Mc. Leod (1994), Gómez Chacón (2000), Schoenfeld (1992), Guerrero (2002), entre otros.

Según Gómez-Chacón la enseñanza de los contenidos matemáticos ha de hacerse poniendo la atención en las personas concretas a quienes van dirigidos, con características afectivas, cognitivas, contextuales, etc. muy diferentes (Gómez-Chacón, 2003). Por eso nos propusimos en primer lugar, tratar de estudiar las actitudes de los alumnos con los que trabajamos y detectar aquellas que están actuando en forma positiva o negativa para potenciar o impedir el aprendizaje, y desde allí, establecer la significatividad de los contenidos y promover los cambios curriculares necesarios para luego escoger y ajustar las estrategias pedagógicas.

Dependiendo del investigador, encontramos diversos matices en la definición del término "actitud" (Estrada, 2002), debido a que las actitudes no constituyen una entidad observable, sino que son construcciones teóricas que se infieren de ciertos comportamientos externos. Gómez Chacón entiende la actitud como uno de los componente básicos del dominio afectivo y las define: "Como una predisposición evaluativa (es decir positiva o negativa) que determina las intenciones personales e

influye en el comportamiento" (Gómez Chacón ,2000 p.23). Para Auzmendi, las actitudes son "aspectos no directamente observables sino inferidos, compuestos tanto por las creencias como por los sentimientos y las predisposiciones comportamentales hacia el objeto al que se dirigen". (Auzmendi ,1992 p.17).
En nuestro trabajo coincidimos con Estrada y nos situamos en la línea de Gal y Garfield que consideran a las actitudes como "Una suma de emociones y sentimientos que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio" (Estrada 2002, p.56) (Gal y Garfield ,1997 p.40). Las actitudes pueden considerarse bastante estables, de intensidad moderada, se expresan positiva o negativamente (agrado/desagrado, gusto/disgusto) y, en ocasiones, pueden representar sentimientos vinculados externamente a la materia (profesor, actividad, libro, etc.).

2. Objetivos

-Comprobar la fiabilidad y funcionamiento del cuestionario utilizado para el estudio de la variable actitud.
-Identificar la actitud de los estudiantes de las carreras de Licenciatura y Profesorado de Matemática que se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, hacia la asignatura Métodos Numéricos, para contribuir a caracterizar mejor o con más amplitud el fenómeno educativo, y su estudio sea un instrumento que contribuya a mejorar la eficacia del proceso educativo.
-Estudiar las posibles correlaciones entre las dimensiones de la variable actitud y los factores género y carrera.

3. Instrumento de recolección de datos

Para este estudio se tomo como base la Escala de Actitudes hacia la Matemática y la Estadística (EAE) de Auzmendi (1992). Dicho cuestionario es una escala tipo Likert que consta de 25 ítems, la cual mide, indistintamente, actitudes hacia la Estadística y hacia las Matemáticas. Según Carlos Mª Tejero González (2010) de los instrumentos utilizados para medir las actitudes hacia la estadística que se han diseñado en idioma español dicha escala es una de las más investigadas y replicadas con publicación de resultados psicométricos en revistas científicas, cuya calidad técnica ha sido analizada en diferentes ocasiones, entre las que podemos mencionar: Sánchez-López (1996), Darías (2000) y Méndez y Maciá (2007). Dado que es una escala que profundiza en los factores que constituyen la actitud y no en los contenidos, decidimos trabajar sobre una adaptación de la misma ajustando la redacción de algunas consignas.
Según Auzmendi (1992) las dimensiones o factores de los que consta la EAE son cinco: (a) **Utilidad** subjetiva que tiene para el estudiante el conocimiento de estadística (ítems 1, 6, 11,16, y 21); (b) **Ansiedad** o temor que se manifiesta ante la materia (2, 7, 12, 17 y 22); (c) **Confianza** o seguridad que se tiene al enfrentarse a la estadística (3, 8, 13, 18 y 23); (d) **Agrado** o disfrute que provoca el trabajo estadístico(4, 9, 14, 19 y 24); y (e) **Motivación** que siente el estudiante hacia el estudio y uso de la estadística (5, 10, 15, 20 y 25).

4. Participantes

Participaron de este estudio 30 estudiantes, 21 mujeres y 9 varones entre 19 y 27 años, de las carreras de la Licenciatura y Profesorado en Matemática de la Facultad de

Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. De los 30 estudiantes, 22 corresponden al profesorado y 8 a la licenciatura.

5. Procedimiento

La etapa exploratoria comprendió tres fases:

1) adaptar la escala de actitudes EAE al contexto específico de Métodos Numéricos;
2) realizar una prueba con la cohorte que se encontraba cursando la asignatura objeto de estudio;
3) aportar evidencias en materia de fiabilidad de constructo.

La etapa descriptiva-correlacional tuvo como finalidad:

1) realizar un análisis descriptivo y correlacional entre la variable actitud y sus dimensiones y la influencia de los factores género y carrera.

5.1. Etapa exploratoria

1) Para convertir dicho cuestionario en un instrumento apto para medir las actitudes de los alumnos hacia los Métodos Numéricos sólo realizamos unas pocas modificaciones debido a las características del cuestionario: cambiamos la palabra Estadística por Métodos Numéricos en todas las sentencias y modificamos los ítems 2, 7, 8 ,18 y 25 por contener un lenguaje con modismos distintos a nuestro lenguaje cotidiano.
2) El cuestionario fue realizado por los 30 participantes. Los alumnos completaron el test en forma individual, en el aula donde se dicta la asignatura Métodos Numéricos, estimándose la duración del procedimiento en no más de 20 minutos, pues según Bazán, se espera una repuesta rápida sin posibilidad de elaborar juicios, enfatizando el aspecto valorativo antes que el cognoscitivo (Bazán, J., 1997).
3) Para evaluar la confiabilidad del constructo analizamos los coeficientes de consistencia interna, con el fin de determinar la homogeneidad entre los ítems. Con éste propósito utilizamos el coeficiente Alpha de Cronbach que es el indicador más ampliamente utilizado para este tipo de análisis y determina la consistencia interna de una escala analizando la correlación media de una variable con todas las demás que integran dicha escala.
De acuerdo a George y Mallery (1995), la fiabilidad se relaciona con el hecho de que el instrumento de medición produzca los mismos resultados cada vez que sea administrado a la misma persona y en las mismas circunstancias.
En el cálculo del coeficiente de fiabilidad de la escala (Tabla 1) se ha obtenido una Alpha de Cronbach de 0,8861, y en las subescalas que representan cada una de las dimensiones también se registró un índice de fiabilidad que se puede considerar alto y que varía entre 0,7398 (Utilidad) y 0,8752 (Motivación).

Dimensiones	**Utilidad**	**Ansiedad**	**Confianza**	**Agrado**	**Motivación**	**Escala**
Alpha de Cronbach	0,8752	0,7812	0,7997	0,8280	0,7398	0,8861

Tabla 1: Confiabilidad por Alpha de Cronbach para la escala y sus dimensiones

5.2. Etapa descriptivo-correlacional

Para identificar la actitud de los alumnos llevamos a cabo estudios descriptivos de los datos obtenidos por ítem y por escala (frecuencias, media, desviación), analizamos su distribución y las correlaciones entre las dimensiones entre sí y con la escala, y su

correlación con el género y la carrera. Con éste objetivo utilizamos el estadístico Spearman para analizar las correlaciones, la prueba Kolmogorov–Smirnov para testear la normalidad, y la prueba Kruskal-Wallis para testear la igualdad de promedios. El software de base utilizado fue el programa SPSS.

5.2.1. Ítems mejor y peor valorados

De acuerdo a los resultados obtenidos observamos que entre los ítems mejor valorados se ubican el ítem 7:*"Métodos numéricos es una de las asignaturas que más temo"*; siguen en puntuación el ítem 1:*"Considero Métodos Numéricos como una materia muy necesaria en la carrera"*, y el ítem 23: *"Los métodos numéricos hace que me sienta incómodo/a y nervioso/a"*. Tanto el ítem 7 como el 23 están enunciados en forma negativa por lo tanto una puntuación alta está indicando una actitud positiva, es decir que la mayoría de los alumnos se manifiestan confiados y seguros en su desempeño en la asignatura, pues además de una media relativamente alta (4,07 - 3,70) con respecto a los otros ítems son los que registran dispersión más bajas (0,87- 0,84), lo que estaría indicando un consenso general.

En el ítem 1, con una media 3,80 y un poco más de dispersión 1,06 , que corresponde a la dimensión Utilidad, se observa en general una valoración de la asignatura como un requerimiento necesario de formación que le permite avanzar en la carrera.

El ítem con peor puntuación global 2,90 es el 16 que también corresponde a aspectos relacionados con la Utilidad*:" Para el desarrollo profesional de nuestra carrera considero que existen otras asignaturas más importantes que métodos numéricos"*. Aunque hay bastante dispersión, (la máxima observada en los datos) que indica diferentes posiciones en ésta sentencia, parecería que muchos de los alumnos no pueden percibir la utilidad de la asignatura en su futuro como profesional.

Los ítems en los que menos dispersión se observan son el 7, 8,18 y 23, es decir que hay un gran acuerdo entre las respuestas en cuanto a los sentimientos relacionados con la Confianza y Ansiedad que les genera la asignatura.

5.2.2. Resultados Globales de la escala

Calculada la puntuación total de la escala que teóricamente puede variar entre 25 y 125 y considerando que si todas las respuestas fueran indiferentes la puntuación es 75, concluimos que en general los alumnos tienen una actitud positiva, ya que sólo el 20% (6 alumnos) de los encuestados muestra una puntuación menor o igual a lo que se considera indiferente. Además se observa una importante concentración alrededor de la media (85.27) y la mediana (85), pero no se observan puntuaciones muy altas, lo que está indicando una actitud positiva moderada.

Podemos observar en el histograma (Gráfico 1) una forma aproximadamente normal, consideración que confirma el test Kolmogorov-Smirnov con un p-valor (0.901) mayor que 0.05, así que aceptamos la hipótesis que la puntuación total tiene una distribución aproximadamente normal con una asimetría negativa (-0,738) es decir con una tendencia de los valores a reunirse a la derecha de la media y una kurtosis (1,365) que indica una distribución leptocúrtica.

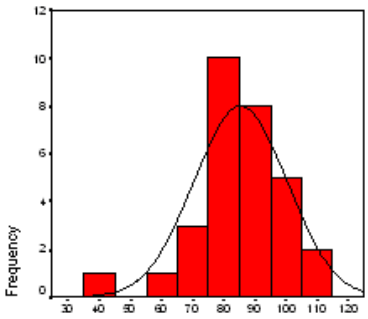


Gráfico 1: Histograma de la puntuación total de la escala

Análisis de resultados por escala y por dimensiones

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la media y la desviación típica por dimensiones y por escala.

Dimensiones	Media	Desviación Típica
Utilidad	17,73	4,425
Confianza	17,20	3,791
Ansiedad	17,37	4,303
Agrado	16,37	4,453
Motivación	16,60	4,598
Escala	85,27	14,93

Tabla 2: Estadísticos descriptivos por dimensión y por escala

Analizando los resultados podemos observar que en todas las dimensiones la media es levemente superior a la media teórica (15). La más valorada es la dimensión que mide la utilidad o beneficio que puede ofrecer la asignatura Métodos Numéricos, siendo las menos valoradas el agrado y la motivación que tiene el alumno hacia el uso y estudio de la asignatura.

En la dimensión Confianza o Seguridad encontramos el mayor acuerdo en la valoración pues es donde se observa menos desviación.

5.2.4. Relación entre las dimensiones

Para establecer la relación entre las dimensiones y la puntuación total hemos utilizado el coeficiente de correlación Rho de Spearman (Tabla 3) que sirve para analizar la asociación entre dos características de la población medidas con escalas ordinales.

Spearman's rho	Utilidad	Confianza	Ansiedad	Agrado	Motivación	Escala
Utilidad	1,000	-0,294	-0,148	0,795	0,582	0,564
Confianza		1,000	0,707	-0,078	0,048	0,367
Ansiedad			1,000	0,216	0,363	0,634
Agrado				1,000	0,683	0,799
Motivación					1,000	0,810
Escala						1,000

Tabla 3: Coeficiente de Rho de Spearman

Analizando los datos obtenidos observamos que son las dimensiones Motivación y Agrado las que tienen una correlación muy fuerte y directa con la puntuación global de la Escala, es decir con la actitud general, siendo de moderada a fuerte con la dimensión Ansiedad, moderada con la Utilidad y apenas débil con la de Confianza.
Entre las dimensiones, la correlaciones más fuertes y positivas se observan entre Confianza y Ansiedad ,entre Utilidad y Agrado, y entre Motivación y Agrado; lo que estaría indicando que al crecer la confianza disminuye la ansiedad, y que cuando aumenta o disminuye la valoración de la utilidad de la asignatura aumenta o disminuye el agrado por la misma y que a más o menos agrado más o menos motivación. Entre Utilidad y Motivación la relación resulta apenas moderada y las restantes relaciones resultan débiles o casi nulas siendo en algunos casos negativas.

5.2.5. Relación entre las variables género y carrera con la actitud

Efecto del género sobre las puntuaciones medias

Al calcular las puntuaciones medias de las actitudes en general por género se obtuvo la siguiente tabla:

Género		Utilidad	Confianza	Ansiedad	Agrado	Motivación	Escala
Femenino	**Media**	18,38	17,33	18,14	17,14	17,71	88,71
	Desviación St	3,943	3,352	3,812	4,139	4,349	13,058
Masculino	**Media**	15,50	17,25	15,50	13,75	13,25	75,25
	Desviación St	5,210	5,092	5,398	4,528	3,919	16,671
Total	**Media**	17,73	17,20	17,37	16,37	16,60	85,27
	Desviación St	4,425	3,791	4,303	4,453	4,598	14,934

Tabla 4: Test Estadístico

A la vista de los resultados podríamos deducir que la actitud de las mujeres parece moderadamente positiva mientras que en los varones resulta indiferente. Ante la sospecha que según el género tienen distinta actitud ante la asignatura utilizamos la prueba de Kruskal Wallis para confirmar nuestra hipótesis. Sin embargo, los cálculos revelaron una significación de 0,079, lo cual nos lleva a concluir que ambos grupos tienen el mismo comportamiento en cuanto a su actitud, al menos al nivel del 0,05.
Es interesante notar que a pesar de que ambos géneros tiene el mismo comportamiento en cuanto a su actitud global, en las medias de las dimensiones Agrado y Motivación se observaron diferencias importantes.

Efecto de la carrera sobre las puntuaciones medias

Al calcular las puntuaciones medias de las actitudes en general por carrera se obtuvo la siguiente tabla:

CARRERA		Utilidad	Confianza	Ansiedad	Agrado	Motivación	Escala
Lic. Mat.	**Media**	15,63	17,63	16,63	14,25	15,13	79,25
	Desviación St.	4,104	4,868	5,878	4,367	5,357	20,927
Prof. Mat.	**Media**	18,50	17,05	17,64	17,14	17,14	87,45
	Desviación St.	4,373	3,443	3,710	4,324	4,302	11,967
Total	**Media**	17,73	17,20	17,37	16,37	16,60	85,27
	Desviación St.	4,425	3,791	4,303	4,453	4,598	14,934

Tabla 5: Test Estadístico

Los resultados de las medias por carrera muestran una actitud moderadamente positiva, próxima a la media general de la escala en los alumnos de la carrera del profesorado, mientras que en los alumnos de la licenciatura la actitud estaría cercana a la indiferencia. Para analizar si existe una influencia real de la carrera en la actitud global realizamos la prueba de Kruskal Wallis y obtuvimos un nivel de sig. (0.372) mayor de 0.05, por lo tanto la carrera tampoco determina comportamientos muy distintos con respecto a la actitud.
En cuanto a las dimensiones la mayor diferencia en la media de la puntuación se observa en la valoración de la utilidad.

6. Consideraciones finales

El nivel de fiabilidad obtenido en la escala es muy bueno y el de las subescalas es entre aceptable y bueno en todos los casos.
Las actitudes de los estudiantes hacia la asignatura Métodos Numéricos, pueden ser calificadas de moderadamente positivas cuando se consideran globalmente. Un primer análisis de los estadísticos descriptivos indicaría que la asignatura Métodos Numéricos en general no produce demasiada ansiedad ni temor, y es en la confianza donde hay mayor acuerdo en las respuestas. Se advierte una valoración de la importancia de ésta asignatura, pero como un fin inmediato, como podría ser la importancia de aprobarla para poder avanzar en su carrera, sin visualizar la importancia y utilidad (o beneficio) que implica el aprendizaje de la disciplina para su desarrollo profesional futuro.
Las dimensiones que parecen más robustas son la Utilidad y la Ansiedad en relación con el propio campo de estudio y por el contrario, las componentes que presentan niveles medios de valoración más bajos son los correspondientes al Agrado y la Motivación, dimensiones que muestran las correlaciones más fuertes con la escala.
No se han encontrado evidencias de que la actitud general dependa del género, o de la carrera.
Dentro de las limitaciones de los resultados obtenidos, se podría inferir que el tipo de ajuste didácticos debería realizarse sobre los procesos de motivación de los estudiantes, que surgen de la importancia que ellos les atribuyen a los contenidos planteados, importancia que depende de que éstos sean valorados como de interés para su formación y desarrollo profesional futuro.
Analizar la fiabilidad es una condición necesaria, pero no suficiente para validar una medida pero sabemos que si queremos respuestas para cuestiones como: por qué unas

variables se relacionan más entre sí y menos con otras, por qué unos ítems se relacionan más con unos que con otros, es decir si se quiere en definitiva un análisis de la estructura subyacente es necesario llevar a cabo un análisis factorial que confirme su validez.

7. Referencias

Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática estadística en las enseñanzas medias y universitarias* . Mensajero. Bilbao.

Bazán, J. (1997): *Metodología estadística de construcción de pruebas. Una aplicación al estudio de las actitudes hacia la matemática en la Unalm*. Tesis para optar el título de Ingeniero Estadístico. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Darías, E. J. (2000). *Escala de Actitudes hacia la Estadística*. Psicothema,2(2),175-178.

Estrada, M.A. (2002). *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado*. Tesis Doctoral: Universidad Autónoma de Barcelona.

Sanchez-López, C. R. (1996). *Validación y análisis ipsativo de la escala de actitudes hacia la estadística (EAE).* Análisis y modificación de conducta, 22(86), 799-819.

Gal, I. y Garfield J. B. (1997): *Monitoring attitudes and beliefs in statistics education*. En: I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), The assessment challenge in statistics education (pp. 37-51). IOS, Press, Voorburg.

George, D. & Mallery, P. (1995) *SPSS/PC+ step by step: A simple guide and reference*. Wadsworth Publishing Company. Belmont, CA. Estados Unidos.

Gómez-Chacón, I. M.: (2000), *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático.* Narcea, Madrid.

Gómez-Chacón I ,M (2003) : *La tarea intelectual en Matemáticas . Afecto, meta-afecto y los sistemas de creencias*. En Boletín de la Asociación Matemática Venezolana. Vol. X- Nº 2.

Guerrero, E.; Blanco, L. J. y Vicente, F. (2002).*Trastornos emocionales ante la educación matemática.* En J. N.García (Coord.), Aplicaciones a la Intervención Psicopedagógica, pp. 229-237.

Mc. Leod, D. B. (1994). *Reseach on affect and mathematics learning* in JRME: 1970 to the present. Journal for Research in Mathematics Education, 25(6), 637-647.

Méndez, D. y Macía, F. (2007). *Análisis factorial confirmatorio de la Escala de Actitudes hacia la Estadística*. Cuadernos de Neuropsicología, 1(3), 174-371.

Schoenfeld, A(1992): *Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sensemaking in mathematics* . En D. A. Grouws (Ed.) : Handbook of Researchon Mathematics Teaching and Learning. Mc. Millan P.C. New York.

Tejero-Gonzalez, C. M. y Castro-Morera, M. (2010). *Validación de la Escala de Actitudes hacia la Estadística en estudiantes de ciencias de la actividad física y del deporte*. *Revista* http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/ctejero/eae.pdf

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIANTE PREUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA COMO USUARIO DE HEURÍSTICAS

Inés Casetta; Víctor González
Universidad Nacional de General Sarmiento. Instituto del Desarrollo Humano.
inescasetta@yahoo.com.ar; vgonzale@ungs.edu.ar

Resumen
En este trabajo presentamos un procedimiento metodológico que hemos implementado en cursos de Matemática pre-universitaria correspondientes a dos Universidades, la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y la Universidad Tecnológica Nacional de Concepción del Uruguay (UTN). Ambos cursos no contaron con un modelo de enseñanza explícita e intencional de estrategias heurísticas para abordar la resolución de problemas matemáticos. El procedimiento metodológico persiguió obtener una descripción del perfil de un estudiante preuniversitario de matemática bajo un modelo de enseñanza que no tenía por fin la enseñanza de heurísticas. Esto responde al propósito de estudiar el vínculo (preliminar) entre este perfil y el diseño de un dispositivo didáctico para la enseñanza de algunas heurísticas para un curso preuniversitario.

Palabras clave: Matemática – Estrategias Heurísticas – Educación – Enseñanza

1. Introducción

El presente trabajo se enmarca dentro de las nociones que provienen de la escuela Anglosajona de Didáctica de la Matemática. Dos grandes contribuciones al estudio de la resolución de problemas emanan de las obras de Polya (1965) y de Schoenfeld (1980, 1992). Ambos establecen en sus lineamientos, concepciones que permiten describir los procesos cognitivos que pone de manifiesto el estudiante al momento de resolver una situación que resulte ser un problema para él, tales como el uso de heurísticas y aspectos metacognitivos implícitos y/o explícitos.

Reportamos aquí un estudio que continua el que hemos iniciado en Casetta et al. (2009). En este último hemos presentado un procedimiento que nos permite seleccionar a priori, para cada sujeto, el tipo de técnica/s con las que diseñar una entrevista que resulta apropiada para recabar información sobre las *heurísticas* espontáneas que el sujeto utiliza al momento de resolver *problemas.*

Hemos implementado dicho procedimiento en cursos de Matemática pre-universitaria correspondientes a dos Universidades, la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y la Universidad Tecnológica Nacional de Concepción del Uruguay (UTN). Ambos cursos no contaron con un modelo de enseñanza explícita e intencional de estrategias heurísticas para abordar la resolución de problemas matemáticos. Analizamos los datos obtenidos de dicho procedimiento en términos de una lista de estrategias heurísticas que utilizó Schoenfeld (1980) como un instrumento en la enseñanza de su modelo de resolución de problemas. Entendemos que este proceso puede habilitarnos a lecturas individuales y comparadas que aporten a una aproximación de los estudiantes preuniversitarios como usuarios de estrategias heurísticas.

El objetivo de este trabajo es presentar una descripción del perfil, en cuanto a usuarios de estrategias heurísticas, de algunos estudiantes de nivel preuniversitario. Una de las razones de nuestro interés es estudiar el vínculo (preliminar) entre este perfil y el diseño

de un dispositivo didáctico para la enseñanza de algunas heurísticas para un curso preuniversitario.
Para acercar al lector a qué estamos entendiendo por perfil en cuanto a usuarios de estrategias heurísticas, presentamos a continuación un ejemplo en esa dirección. Tomando por caso la estrategia heurística "argumentar por el contra-recíproco" uno esperaría que los estudiantes de grado de una carrera de Matemática puedan reconocer a ésta como una estrategia heurística de utilidad y que logren usarla apropiadamente, mientras que para un estudiante preuniversitario tal vez uno espere que la misma sea reconocida como una estrategia heurística de utilidad pero que su uso no se espere como una estrategia frecuente (sin una enseñanza explícita de la misma).

2. Breve descripción del marco teórico

Con respecto a los factores que intervienen en el *proceso* de resolución de *problemas* matemáticos Schoenfeld (1992) menciona como uno de los factores a las *estrategias de resolución de problemas o estrategias heurísticas*. Se hace necesario aquí especificar qué concepción de problema y de heurísticas adoptamos.
Un problema matemático para un individuo es una situación que requiere solución y, éste, estando motivado (u obligado por las circunstancias académicas, personales o vitales) no posee ni vislumbra el medio o camino que conduzca a la misma, al menos en lo inmediato. (Chacón, Farías, González y Poco, 2009, p. 572).
Entendemos por *estrategias heurísticas* (Schoenfeld, 1980) a una técnica o sugerencia general que le ayuda al que resuelve a entender o a resolver el problema. Y por *heurísticas espontáneas* a aquellas estrategias heurísticas que el estudiante utiliza sin una enseñanza explícita de las mismas por parte del docente.
Schoenfeld (1980) reporta un modelo del *proceso* de resolución de problemas matemáticos basado en las siguientes fases: análisis –diseño y exploración – implementación– verificación. Lo útil de dicho modelo es que provee una lista de estrategias heurísticas que usualmente entran en juego más apropiadamente en ciertas fases del proceso de resolución de un problema matemático. A continuación presentamos una traducción de dicha lista extraída de la referencia citada.

ANALISIS

- *Dibuje un diagrama siempre que sea posible*
- *Examine casos especiales*
    - *seleccione algunos valores especiales para ejemplificar el problema e irse familiarizando con él.*
    - *examine casos límite para explorar el rango de posibilidades.*
    - *si hay un parámetro entero, dele sucesivamente los valores 1, 2, ...,m y vea si emerge algún patrón inductivo*
- *Trate de simplificar el problema*
    - *Explotando la existencia de simetría.*
    - *Usando argumentos del tipo \sin pérdida de generalidad".*

EXPLORACIÓN

- *Considere problemas esencialmente equivalentes.*
    - *Reemplazando condiciones por otras equivalentes.*
    - *Recombinando los elementos del problema de maneras diferentes.*
    - *Introduciendo elementos auxiliares.*
    - *Reformulando el problema:*

  - *Mediante un cambio de perspectiva o notación.*
  - *Mediante argumentos por contradicción o contraposición.*
  - *Asumiendo que tenemos una solución y determinando sus propiedades.*
- *Considere un problema ligeramente modificado.*
  - *Escoja submetas (tratando de satisfacer parcialmente las condiciones).*
  - *Relaje una condición y luego trate de reimponerla.*
  - *Descomponga el dominio del problema y trabaje caso por caso.*
- *Considere problemas sustancialmente modificados.*
  - *Construya un problema análogo con menos variables.*
  - *Deje todas las variables fijas excepto una, para determinar su impacto.*
  - *Trate de aprovechar cualquier problema relacionado que tenga forma, datos o conclusiones similares.*

VERFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

- *¿Pasa su solución estas pruebas específicas?*
  - *¿Usa todos los datos pertinentes?*
  - *¿Está de acuerdo con estimaciones o predicciones razonables?*
  - *¿Soporta pruebas de simetría, análisis dimensional y escala?*
- *¿Pasa estas pruebas generales?*
  - *¿Puede ser obtenida de manera diferente?*
  - *¿Puede ser sustanciada por casos especiales?*
  - *¿Puede ser reducida a resultados conocidos?*
  - *¿Puede utilizarse para generar algún resultado conocido?*

Con respecto a la actividad intelectual que realiza un estudiante, en nuestro caso al resolver un problema matemático, consideramos el proceso que realiza el alumno cuando analiza la marcha del proceso de resolución como parte de la *metacognición*. Entendemos que es amplia la bibliografía existente sobre metacognición y compartimos con Sigmund Tobias y Howard T. Everson (2009) que existen desacuerdos acerca de las posibles definiciones de dicho concepto. Pero pareciera haber acuerdos en que el docente-investigador podrá inferir aspectos referentes a la metacognición sobre la base de las observaciones del comportamiento de los estudiantes a través de distintos métodos de observación: protocolos, entrevistas, grabaciones en video de parejas de estudiantes resolviendo una actividad, etc. En particular para conocer las heurísticas espontáneas que utiliza el estudiante, entendemos que necesitamos que éste eleve al plano consciente los procesos de pensamiento que moviliza durante la resolución de un problema matemático y que sea capaz de comunicarlos, o nosotros pudiéramos advertirlos. De este modo dentro de una variedad de técnicas para recabar información de los procesos de pensamiento puestos en juego a la hora de resolver problemas describimos a continuación las características esenciales de dos de las técnicas utilizadas para el diseño de las entrevistas (cuyos resultados de implementación analizaremos en la sección siguiente).

Técnica denominada *Auto observación retrospectiva*: El estudiante analiza su accionar cognitivo objetivamente después de realizar una actividad intelectualmente exigente.

Técnica denominada *Pensar en voz alta*: El estudiante resuelve en voz alta una actividad intelectualmente exigente, mencionando todo lo que realiza y en particular lo que está pensando alrededor de la resolución de dicha actividad.
Para ampliar información sobre las técnicas el lector puede consultar González (1996) y (2009). Y para refinamientos sobre el diseño de entrevistas para otros tipos de técnicas puede consultar en Casetta (2009).

3. Desarrollo

El ámbito en que se desarrolla la investigación está determinado por los cursos de Matemática pre-universitaria correspondientes a dos Universidades, Universidad Nacional de General Sarmiento y la Universidad Tecnológica Nacional Regional Concepción del Uruguay. En ellos se incluyen contenidos de la escuela media (álgebra básica, conjuntos numéricos, geometría básica, un recorrido por funciones elementales) con un tratamiento que pone énfasis en la resolución de problemas y modelización así como en la argumentación sobre procesos y resultados.
Presentamos brevemente el recorrido que realizamos en diferentes trabajos dentro del equipo de investigación y que abonan para el desprendimiento del estudio que reportamos aquí.
En Chacón et al (2009) se obtuvieron criterios para elaborar actividades que sean problemas para los estudiantes de UTN y UNGS. Éstos, derivados de resultados de la investigación, son:

- Presentar enunciados en lengua natural
- Presentar gráficos conteniendo información que debe extraerse de ellos para poder resolver la actividad
- Incluir contenidos matemáticos que utilicen elementos numéricos o algebraicos complejos, inclusive parámetros

Posteriormente el estudio realizado en Colombano et al (2009) reporta la propuesta y justificación de un procedimiento para diseñar problemas para su uso en el contexto de la clase de Matemática, atendiendo a la perspectiva de la escuela Anglosajona. Considera como destinatario de los problemas a un grupo de estudiantes con características similares. Establece que al momento del diseño de las actividades las mismas deberían denominarse potenciales problemas, pues sólo cuando el estudiante se enfrente a ellos los docentes sabrán con certeza si resultaron problema para sus alumnos.
Finalmente se llevó a cabo el trabajo de campo implementando actividades que sean potenciales problemas en ambas poblaciones para estudiar heurísticas presentes en los estudiantes. Se decidió suministrar a la totalidad de los estudiantes de los cursos preuniversitarios (de ambas universidades) un cuestionario conteniendo potenciales problemas. Esto representó la primera parte del trabajo de campo. La resolución fue de carácter individual y domiciliaria. Dentro de las pautas se les solicitó la entrega de borradores previos (a la producción final) y de la producción final. Se les hizo explícita la siguiente declaración "Anotá todo lo que pienses cuando desarrollas la resolución de cada uno de los problemas, SIN BORRAR NI TACHAR nada".
El análisis de las resoluciones nos condujo a conformar una primera muestra intencional de estudiantes para entrevistar. El criterio de selección fue que sus producciones incluyan los "intentos" previos a la entrega formal y que pongan en evidencia capacidad para explicitar lo que hace, para probar y descartar posibles estrategias en su resolución, y que hayan usado distintos registros semióticos para comunicar parte de su resolución

(esté o no matemáticamente correcta, tanto sea en el borrador y/o en la presentación en limpio).
Abordamos para esta muestra la segunda etapa del trabajo de campo, que consistió en complementar la información cognitiva referida a heurísticas espontáneas que usan los alumnos cuando están frente a problemas, realizando entrevistas individuales a los integrantes de la muestra.
Las entrevistas fueron diseñadas a partir de la elaboración de criterios descriptos en Casetta et al (2009). Pudimos elegir la técnica más apropiada, en el sentido de posibilitar el acercamiento a conocer las heurísticas espontáneas al momento de enfrentar un problema. Se llevaron a cabo 10 entrevistas en total entre las dos universidades (6 estudiantes de UNGS y 4 de UTN).
Para dar respuestas que aporten al objetivo planteado en este trabajo presentamos algunos análisis sobre la base de 3 de las entrevistas realizadas (2 en UNGS y 1 en UTN) articulando las dos partes del trabajo de campo con la lectura de sus producciones en términos de diversas variables tales como: recursos cognitivos, heurísticas, reflexión metacognitiva, etc. Luego desprendemos el estudio al uso de estrategias heurísticas para determinar el perfil del estudiante como usuario de heurísticas.
El enlace entre el cuestionario inicial de los estudiantes de la primera muestra con su entrevista permitió la configuración de la segunda muestra intencional. Ésta entendemos y explicitamos no es representativa de los alumnos de ingreso de ambas universidades, en el sentido de las heurísticas espontáneas que utilizan la mayoría de los estudiantes; sino que lo es por la posibilidad de aproximar a un perfil de usuario de estrategias heurísticas.
El estudio de la segunda muestra nos permitió elaborar las siguientes conceptualizaciones que son parte del perfil del usuario de heurísticas:
Estos estudiantes manifiestan en el cuestionario inicial asumir la responsabilidad de resolver la actividad asignada. Este primer momento del hacerse cargo no es un tema menor, dado que muchos de los estudiantes preuniversitarios no pueden afrontarlo. Los motivos exceden este estudio, pero podemos observar entre otras causas, que no confían en su formación previa y se sienten en el ámbito universitario sin pasado cognitivo, o bien lo reconocen pero no saben cómo ponerlo en juego.
La lectura de los cuestionarios que obtuvimos de tres estudiantes fueron analizados utilizando la tabla de heurísticas de Schoenfeld, en forma conjunta con las heurísticas que estimábamos que aparecieran. Este análisis deja ver algunas heurísticas comunes en el uso al resolver problemas. A continuación transcribimos algunos sucesos en las entrevistas. La notación que utilizamos para referir a los estudiantes es Al1, Al2 y Al3.
- En la fase de Análisis. Dibuje un diagrama siempre que sea posible.
Al1: “Estoy haciendo un gráfico para más o menos mostrar lo que estoy pensando”
Al2: “Primero una visualización gráfica” “Primero los gráficos, siempre”
Al3: “Hice el esquema más que nada para nombrar ángulos. No sabía si lo iba a usar pero bueno, ya que lo tenía empecé a nombrar ángulos, le medí los grados; y es más que nada para escribir, y puse todo”’
- En la fase de Análisis. Trate de simplificar el problema explotando la existencia de simetría.
Al1: “Yo lo que hice es mirar, eh, este lado que ustedes ven acá…el lado opuesto, sé que los dos tienen…”

Al2: Lo muestra a través de un registro gráfico, dibuja para uno de los problemas un lado de un polígono y señala que no completa el dibujo y realiza un conteo aceptando que va a pasar lo mismo en los otros lados del polígono.
Al3: "para poner algo de lo que pensé… multipliqué 5 x 4 que son los lados y le resté digamos… eh... los que estaban demás porque se repiten en los otros lados"
- En la fase de Exploración. Considere problemas esencialmente equivalentes, mediante un cambio de perspectiva o notación.
Al1: Establece una conexión entre una fórmula que encuentra f(x)= 4.x+ 2, que se adecua a la modelización del problema, con la siguiente f(x)= c.x + 2 realizando aclaraciones sobre el parámetro 'c' en el contexto del problema.
Al2: "Puse *p* por algo, en tantos lados, como que hay tantas posibilidades" "*b* es *p*, *p* es *x*"…bueno eso es una aclaración para esto"
Al3: "…uno cuando lo hace graficando no es analíticamente porque uno está tomando un rango arbitrario de números, no está determinando que para todos sea así"
- En la fase de Verificación. Pasa su solución esta pregunta: ¿Usa todos los datos pertinentes?
Los tres alumnos manifestaron chequear la respuesta de esta pregunta al resolver un problema matemático. Al3 es claro en el siguiente fragmento: "Y… vuelvo, me fijo la pregunta, lo releo y me fijo si mi resultado cumple con todas las exigencias que me está dando…"
Luego en el caso de todos los estudiantes considerados para aplicar las entrevistas, tanto en la de "Pensar en voz alta" como en la "Retrospectiva", se manifestaron con mucha fuerza los recursos para comunicar, como de aportar a la reflexión metacognitiva. En este sentido, sostenemos que en el caso de la metacognición aportaron experiencias previas de reflexión que no advertían como tal, pero que la implementación de las entrevistas personalizadas puso ampliamente de manifiesto.
El recorrido analizado especialmente, la conformación de la primera muestra intencional de estudiantes sobre el total de la población de alumnos pre-universitarios, el enlace del cuestionario con las respectivas entrevistas, la segunda muestra intencional y las lecturas en perspectiva de heurísticas según Schoenfeld nos ha permitido realizar un proceso de argumentación que sostiene el concepto de *un perfil de usuario de estrategias heurísticas*.

- Realiza primeras aproximaciones a la resolución de una determinada actividad utilizando distintos registros semióticos (en general registro gráfico, algebraico y numérico) muchas veces no conectados en forma clara en su hoja borrador. Pero que ante las preguntas de ordenamiento en su resolución en limpio es capaz de vincularlos coherentemente.
- Logra explicitar lo que hace, para probar y descartar posibles estrategias en su resolución.
- Utiliza estrategias pertenecientes a las tres fases descritas en el modelo de resolución de Schoenfeld.
- Utiliza en la fase de análisis: Dibuja un diagrama siempre que sea posible - Trate de simplificar el problema explotando la existencia de simetría
- Utiliza en la fase de exploración: Considere problemas esencialmente equivalentes, mediante un cambio de perspectiva o notación
- En la fase de Verificación, pone en ejecución la pregunta: ¿Usa todos los datos pertinentes?

4. Consideraciones finales

Consideramos que la descripción del perfil, en cuanto a usuarios de estrategias heurísticas, que hemos obtenido a partir de información sobre tres estudiantes de nivel preuniversitario, nos permite establecer preliminares vinculaciones con el diseño de un dispositivo didáctico para la enseñanza de heurísticas.

Consideramos así que las características del perfil encontrado es un buen punto de partida como objetivo a alcanzar en un dispositivo didáctico pensado con el fin de enseñar estrategias heurísticas para todo un curso de estudiantes.

El perfil de usuario descripto al igual que lo plasmado en el párrafo anterior nos permite también direccionar nuestros esfuerzos para abordar una serie de interrogantes que planteó Schoenfeld en 1980 en el contexto de su modelo de enseñanza: ¿cuánta sofisticación y 'background' necesitarían tener los estudiantes antes de que esta enseñanza sea efectiva?, ¿qué se necesita para entender una estrategia como "establecer sub-metas" y cómo usarla? ¿Qué es lo que se necesita además del dominio de las estrategias individuales? Consideramos que falta ampliar aún más la información sobre el perfil de usuario, pero valoramos la contribución realizada en este proceso.

5. Bibliografía

- Casetta, I., González, V., Rodríguez, M. (2009). Selección de técnicas para el diseño de entrevistas a través de las cuales profundizar en el conocimiento sobre heurísticas de estudiantes pre-universitario, *XXXII Reunión de Educación Matemática*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Chacón, M., Farías, S., González, V., Poco, A. (2009). Un procedimiento para establecer criterios para elaborar problemas, *Memorias del 10º Simposio de Educación Matemática*. Universidad Nacional de Luján, Regional Chivilcoy. Formato CD.
- Colombano, V., Isla Zuvialde, D., Marino, T., Rea, M. (2009). El problema de diseñar problemas. *XXXII Reunión de Educación Matemática*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- González, F. (1996). Acerca de la metacognición. Paradigma, 17, 109-135.
- González, F. (2009). Métodos, técnicas y procedimientos para el estudio de procesos de pensamiento (Manuscrito no publicado). UPEL, Maracay, Venezuela.
- Polya, G. (1965). Cómo plantear y resolver problemas. Trillas, México. [Versión en español de la obra *How to solve it* publicada por Princeton University Press en 1945]
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in Mathematics. En D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning*. New York, MacMillan.
- Schoenfeld A. (1980). Teaching Problem Solving skills, Amer. Math. Monthly, 87, 794-805.
- Sigmund Tobias y Howard T. Everson (2009). The Importance of Knowing What You Know. En *Handbook of metacognition in education*. Editado por Douglas J. Hacker, John Dunlosky, Arthur C. Graesser. New York and London, Routledge. 107-127.

Apéndice

La notación que utilizamos para referir a los estudiantes es Al1, Al2 y Al3.

Algunas cuestiones marco sobre el tipo de entrevistas para cada uno de los estudiantes:

- Al1: Luego de realizarse una entrevista "Pensar en voz alta". El estudiante desarrolla la resolución de un problema.

- Al2: Luego de realizarle una entrevista retrospectiva. El estudiante contestará sobre la resolución de 2 problemas.
- Al3: Luego de realizarle una entrevista retrospectiva. El estudiante contestará sobre la resolución de 3 problemas.

Lista de estrategias heurísticas esperadas	Al1	Al2	Al3
ANALISIS			
Dibuje un diagrama siempre que sea posible	*"Estoy haciendo un gráfico para más o menos mostrar lo que estoy pensando".*	*"Primero una visualización gráfica", "primero los gráficos, siempre"*	*"Hice el esquema más que nada para nombrar ángulos. No sabía si lo iba a usar pero bueno, ya que lo tenía empecé a nombrar ángulos, le medí los grados y es más que nada para escribir, y puse todos"*
Examine casos especiales			
-seleccione algunos valores especiales para ejemplificar el problema e irse familiarizando con él.		*"Si valía 1, la altura era 9, si la altura valía 2…ah esto era lo que hice. Y así infinitas".*	
-examine casos límite para explorar el rango de posibilidades.		*"todos los valores entre 1 y 20 podrían ser"…"son los que más claramente se ven, por poner unos ejemplos. Tomar números enteros, bah, para ver si también me daba".*	
-si hay un parámetro entero, dele sucesivamente los valores 1, 2, …,m y vea si emerge algún patrón inductivo	*"lo hago acá siguiendo esta lógica, acá hay por lado 2, acá hay por lado 4…"*	Se observa en su borrador la prueba con números enteros: 1, 2, 3….., elabora tablas con los valores. Busca generalizar (en el borrador) no lo pasa en limpio porque no encuentra el patrón inductivo. Tiene	

		varias búsquedas.	
Trate de simplificar el problema			
-Explotando la existencia de simetría.	*" Yo lo que hice es mirar, eh, este lado que ustedes ven acá…el lado opuesto, sé que los dos tienen 5 porotos y que no comparten ninguno, y sé que entremedio de ellos hay 3 porotos…"*	Le resulta claro que lo que pasa en un lado del polígono va a pasar en el otro.	*para poner algo de lo que pensé… multipliqué 5 x 4 que son los lados y le resté digamos… eh... los que estaban demás porque se repiten en los otros lados*
-Usando argumentos del tipo \sin pérdida de generalidad".			
EXPLORACIÓN			
Considere problemas esencialmente equivalentes.			
-Reemplazando condiciones por otras equivalentes.		En lugar de trabajar con el perímetro de una figura decide trabajar con el semiperímetro	
-Recombinando los elementos del problema de maneras diferentes.		Intenta diversas recombinaciones en el borrador para poder contar. Especialmente intenta poner condiciones y clasificarlas.	En el momento que se le pregunta sobre una cantidad n de arboles, y hace referencia a las esquinas de la configuración y a su procedimiento para realizar los cálculos.
-Introduciendo elementos auxiliares.			Cuando clasifica en una cantidad par y una cantidad impar
Reformulando el problema:			
-Mediante un cambio de perspectiva o notación.	Establece una conexión entre una fórmula que encuentra f(x)= 4.x+ 2, que se	Puse *p* por algo, en tantos lados, como que hay tantas posibilidades" "*b* es *p*, *p* es *x*"…bueno	"…uno cuando lo hace graficando no es analíticamente porque uno está tomando un rango

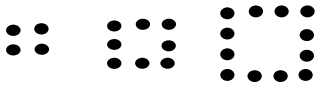
	adecua a la modelización del problema, con la siguiente f(x)= c.x + 2 realizando aclaraciones sobre el parámetro 'c' en el contexto del problema	eso es una aclaración para esto"	arbitrario de números, no está determinando que para todos sea así"
-Trate de aprovechar cualquier problema relacionado que tenga forma, datos o conclusiones similares.	"ah, esto me suena conocido del CAU y además de las olimpiadas matemáticas"		"no encontré ninguna herramienta para hacerlo, o sea, más que nada ninguna que se me ocurriera de haber utilizado para algún problema parecido"
VERFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN			
Pasa su solución estas pruebas especificas?			
-Usa todos los datos pertinentes?	Lo manifiesta.	Lo manifiesta	"Y… vuelvo, me fijo la pregunta, lo relevo y me fijo si mi resultado cumple con todas las exigencias que me está dando…"
-Está de acuerdo con estimaciones o predicciones razonables?		"…sí, que las cuentas den y que estén dentro de los parámetros que dicen acá.." "que acá no haya un x al cuadrado por ejemplo, no sería coherente"	
-Soporta pruebas de simetría, análisis dimensional y escala?			
Pasa estas pruebas generales?			
-Puede ser obtenida de manera			"me pongo a pensar si hay otra manera,

diferente?			una manera más eficiente, y si no hay digo listo y sigo con otro problema”
-Puede ser sustanciada por casos especiales?			
-Puede ser reducida a resultados conocidos?			
-Puede utilizarse para generar algún resultado conocido?			

A continuación dejamos escrito los problemas que han resuelto cada uno de los estudiantes mencionados en la tabla anterior. La intención es proporcionarle al lector un mejor entendimiento de lo reportado aquí.

Problema para Al1 en su entrevista

Consigna oral: La situación es así, aquí voy a armar una secuencia de figuras, con porotos, de la siguiente manera:

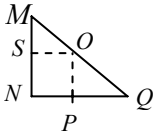


Voy a llevar un registro en este papel de la cantidad de fichas que son usadas por cada figura, contando las fichas una por una. Así es que registro que en la primera figura hay 4 fichas, en la segunda 8, y en la tercera 12. ¿Podrías armar la siguiente figura con los porotos que hay en la mesa (hay 40 porotos en la mesa)? Con las restantes ¿podés armar la siguiente figura de la secuencia?
Consignas escritas:
A) ¿Cuántos porotos necesitás para armar la figura que ocupa el octavo lugar? No vale desarmar nada de lo ya hecho.
B) Con 306 porotos ¿podés armar una configuración de la secuencia, sin que te sobre ninguno? ¿Podrías armar una configuración de la secuencia usando la mayor cantidad de porotos posible?
C) Con las restantes ¿es posible armar otra configuración más pequeña?
D) Pensando en general, esto es, supongamos una cantidad arbitraria (una cantidad cualquiera) de porotos, se nos presentan dos posibilidades:
- usamos todos los porotos para armar la configuración
- o nos sobran porotos. Detengamos nuestra atención en este caso ¿con los porotos restantes es posible armar un cuadrado menor? ¿Siempre?

Problema sobre los que contesta Al2 en su entrevista

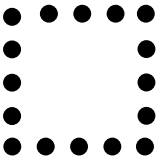
Problema 1: La primera figura tiene 3 lados y 3 picos, la segunda tiene 12 lados y 6 picos, la tercera tiene 48 lados y 18 picos, y así sucesivamente. ¿Cuántos picos tendrá la quinta figura?

Problema 2: Dibujar un triángulo rectángulo isósceles *MNQ* en el que el cateto *NQ* mida 10 cm. Determinar, si es posible, un punto *P* sobre dicho cateto tal que el rectángulo *NPOS*, que se muestra en la figura, tenga perímetro 20 cm. ¿Es posible encontrar otros puntos que cumplan las condiciones de *P*? Si es así indicar todos los posibles



Problemas sobre los que contesta Al3 en su entrevista

Consigna: Un campo situado sobre un terreno cuadrado está bordeado con árboles plantados en forma regular (la distancia entre árboles consecutivos es siempre la misma) como lo indica la figura.



a) ¿Cuántos árboles bordean el campo si hay en cada lado 5 árboles como en la figura? ¿Cuántos árboles se necesitan para bordear el campo si sobre cada lado hay 8 árboles? ¿Y si hay 24 árboles sobre cada lado?
b) Si en total hay 120 árboles que bordean al campo ¿Cuántos árboles hay en cada lado?
c) Con una totalidad de 1258 árboles ¿Es posible usar todos para bordear un campo colocándolos en una configuración similar a la de la figura? Si es así, mencioná cuántos árboles hay que poner en cada lado. Si no es posible indicá cuál es la mayor cantidad de árboles por lado y cuántos sobran.

RECURSOS DIDÁCTICOS EN ANÁLISIS MATEMÁTICO I: SU VINCULACIÓN CON LA VISUALIZACIÓN DINÁMICA Y EL INTERÉS EN EL APRENDIZAJE DE LOS FUTUROS INGENIEROS. EL CASO DE LA FRSN-UTN

María Elena Schivo[(1)]*; Natalia Sgreccia*[(2)]*; Marta Caligaris*[(1)]
[(1)] Grupo Ingeniería & Educación – Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional
[(2)] Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Universidad Nacional de Rosario – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
meschivo@arnet.com.ar, sgreccia@fceia.unr.edu.ar, mcaligaris@frsn.utn.edu.ar

Resumen
Este trabajo forma parte de una tesis de Maestría en proceso en la que se ha elegido analizar la incidencia de ciertos recursos didácticos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás (FRSN) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).
En el proyecto de tesis se propone realizar una experiencia piloto en la unidad didáctica referida a "Derivada y aplicaciones" utilizando material didáctico interactivo confeccionado con GEOGEBRA. Se aplicará en el curso de Ingeniería Electrónica, mientras que en la especialidad Mecánica se desarrollarán los mismos contenidos en forma tradicional (sin uso de software). Finalmente se compararán los resultados en el aprendizaje de los estudiantes de ambas especialidades.
En este trabajo se describe el proyecto de tesis y se muestra parte del material didáctico interactivo diseñado para favorecer la visualización dinámica de los contenidos de la unidad mencionada.

Palabras clave: recursos didácticos – visualización – Análisis Matemático I

1. Introducción

Dentro de la formación básica de un futuro ingeniero, juegan un papel muy importante los conocimientos matemáticos. Por otro lado, en este mundo de hoy, tan diferente al de hace diez o veinte años, es imprescindible manejar tanto la información como las habilidades adecuadas, y la Matemática no escapa de este diagnóstico. La forma en que se enseñaba antes pareciera no funcionar ahora. No es igual el modo en que los alumnos acceden al conocimiento. Por ello, se requiere que los docentes de Matemática para Ingeniería reflexionen en torno a la implementación de innovaciones metodológicas en el aula, acordes a estos cambios.
Este trabajo forma parte de una tesis de Maestría en Docencia Universitaria en la que se ha propuesto realizar una experiencia piloto para analizar la incidencia de ciertos recursos didácticos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás (FRSN) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).
La finalidad de la investigación es contribuir a optimizar la formación de los futuros ingenieros, analizando si, con la incorporación de la tecnología como recurso didáctico que favorezca una visualización dinámica de ciertos contenidos:

- se favorece el desarrollo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I,

- los alumnos se forman representaciones mentales más adecuadas de los conceptos fundamentales y aumentan su interés por la materia.

Se ha elegido Análisis Matemático I como espacio curricular objeto de la investigación porque, desde la práctica docente, se puede asegurar que a los alumnos que la cursan les resulta diferente a las matemáticas estudiadas hasta el momento. El Cálculo es dinámico: estudia el cambio y el movimiento; trata cantidades que se aproximan a otras cantidades. Esto hace que su enseñanza y su aprendizaje se dificulten si sólo se utilizan imágenes estáticas por mejores que éstas sean.

En la actualidad se dispone de un instrumento extraordinariamente potente, como la computadora, cuya influencia sobre el quehacer matemático se deja sentir en muchos aspectos y uno de ellos es la visualización. En lo que se refiere en particular al Análisis Matemático, la existencia de programas como MAPLE o MATHEMATICA, entre los programas comerciales y GEOGEBRA o SCILAB entre los programas gratuitos, con capacidades de representación extraordinariamente versátiles e interactivas, puede cambiar la presentación de los contenidos.

En este trabajo se describe sintéticamente el proyecto de tesis y se muestra el material didáctico interactivo diseñado para ser utilizado en la experiencia. Este material fue realizado con el software libre GEOGEBRA, disponible en español, que permite una forma de trabajo muy sencilla y se puede obtener desde www.geogebra.org. El material especialmente diseñado para esta investigación está conformado por ventanas interactivas que se han confeccionado para ser utilizadas en las clases teóricas correspondientes a la segunda unidad didáctica de la materia, referida a "Derivada y aplicaciones".

2. Descripción del proyecto de investigación

Con la investigación a llevar a cabo se pretende, en primer término, analizar ciertas características actuales de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en la Facultad de referencia (FRSN-UTN), focalizando la atención en los recursos didácticos que utilizan los docentes para enseñar y los alumnos para estudiar.

Para esta primera etapa el diseño será no experimental de alcance descriptivo, según la clasificación de Bravin y Pievi (2008) y se considerarán como participantes de esta investigación a todos los docentes de Análisis Matemático I de la FRSN, con cargo de Profesor Adjunto, Asociado o Titular y a los alumnos que cursan primer año de Ingeniería Electrónica y Mecánica en el año 2011. Los estudiantes de estas especialidades generalmente demuestran tener desempeño académico similar en la materia. No obstante, como punto de partida se analizarán comparativamente los resultados del parcial y trabajos prácticos conceptuales de la unidad didáctica anterior a la de derivadas.

Para indagar sobre el interés que los estudiantes tienen por estudiar Análisis Matemático, también se propone trabajar con los alumnos de las mismas especialidades.

Las técnicas de recolección de información en esta primera parte comprenden la realización de entrevistas personalizadas a los docentes y encuestas de opinión a los alumnos, consistentes en un cuestionario con escala de tipo Likert (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2003) con cinco opciones de respuesta por ítem.

En la segunda parte de la investigación se propone realizar una prueba piloto con dos grupos diferenciados (control y testigo) de participantes, para observar posibles cambios en los resultados de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, a partir de la

modificación de algunas estrategias didácticas que favorezcan la visualización de ciertos conceptos.
En esta etapa se utilizará un diseño cuasi – experimental, según la clasificación de Bravin y Pievi (2008), para comparar niveles de desempeño y representaciones mentales que se forman los alumnos sobre los conceptos fundamentales de la unidad "Derivada y aplicaciones".
El curso correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica actuará como grupo de control y en él se desarrollará la unidad didáctica "Derivada y aplicaciones" de una manera tradicional, es decir, por medio de explicaciones orales o escritas en pizarrón por parte del docente a cargo de la parte teórica. La especialidad de Ingeniería Electrónica actuará como grupo testigo y, en ésta, la misma unidad didáctica se desarrollará utilizando material didáctico interactivo confeccionado con el software libre GEOGEBRA que permita la visualización dinámica de los conceptos fundamentales y propicie la participación colectiva a través de la discusión teórica del tema tratado.
Una vez finalizada la enseñanza de la unidad didáctica, en primer término se aplicará nuevamente a los alumnos de las dos especialidades de Ingeniería un cuestionario con escala de tipo Likert (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2003), con cinco opciones de respuesta por ítem, para cuantificar su opinión acerca de si modificaron su interés por la materia después de estudiar la unidad didáctica "Derivada y aplicaciones".
También se propone realizar un análisis comparativo de las puntuaciones obtenidas por las dos especialidades con las que se trabajará en el examen parcial correspondiente a la unidad didáctica, así como de las respuestas a determinadas preguntas conceptuales que figurarán en el mismo. Con este último análisis se pretende investigar qué diferencias en el aprendizaje y desempeño de los estudiantes se pueden identificar, fundamentalmente en lo referido a los procesos de visualización involucrados.

3. Material didáctico diseñado

La visualización matemática es el proceso de formar imágenes (mentales, o con lápiz y papel, o con la ayuda de la tecnología) y usar esas imágenes efectivamente para el descubrimiento y entendimiento matemático (Zimmermann y Cunningham, 1991).
De Guzmán (1996), al referirse a las dificultades que se presentan en la visualización en Matemática, opina que ésta es un proceso dinámico. El medio de transmisión hasta ahora utilizado tanto en los artículos como en los textos que manejan los estudiantes es, fundamentalmente, la letra escrita, un medio estático que no se adapta en absoluto a los procesos de visualización. En un libro, en un artículo, se transmite normalmente sólo el producto final, la imagen última con todos los elementos acumulados en ella, lo que resulta muchas veces engorroso de interpretar.
Sin embargo, las ideas y conceptos del Análisis Matemático presentan una gran riqueza de contenidos visuales, intuitivos, geométricos, que están constantemente presentes en el mecanismo mental, tanto en las tareas de presentación y manejo de los teoremas y métodos como en la de resolución de problemas, pero que rara vez pasan a las presentaciones escritas, ya sea por la dificultad material de realizarlo o tal vez por una especie de atadura inconsciente a las formas tradicionales de presentación (De Guzmán, 1996).
Zimmermann (1990, citado en Hitt, 2003) afirma que conceptualmente, el papel del pensamiento visual es tan fundamental para el aprendizaje del Análisis Matemático que

es difícil imaginar un curso exitoso de esta materia que no enfatice los elementos visuales del tema si se tiene la intención de promover un entendimiento conceptual.
Para realizar la experiencia piloto se confeccionaron veinticuatro aplicaciones propias con GEOGEBRA para ser utilizadas en las seis clases teóricas de la unidad didáctica. Este software es una herramienta práctica que permite al docente confeccionar su propio material didáctico que puede ir desde un simple gráfico estático hasta páginas web dinámicas, mediante applets. La facilidad con la que pueden cambiar los objetos a través de deslizadores, obligándolos a adquirir diferentes posiciones, permite la observación dinámica de lo que se quiere mostrar.
Para ilustrar la interpretación geométrica de la derivada de una función en un punto se confeccionaron dos ventanas interactivas. Con una primera animación se muestra, para un incremento positivo, cómo a medida que el incremento de la variable tiende a cero, la recta secante se convierte en recta tangente. Con una segunda se aprecia que el incremento también puede ser negativo. En la Fig. 1 se exhibe la primera de ellas, para dos valores diferentes del deslizador.

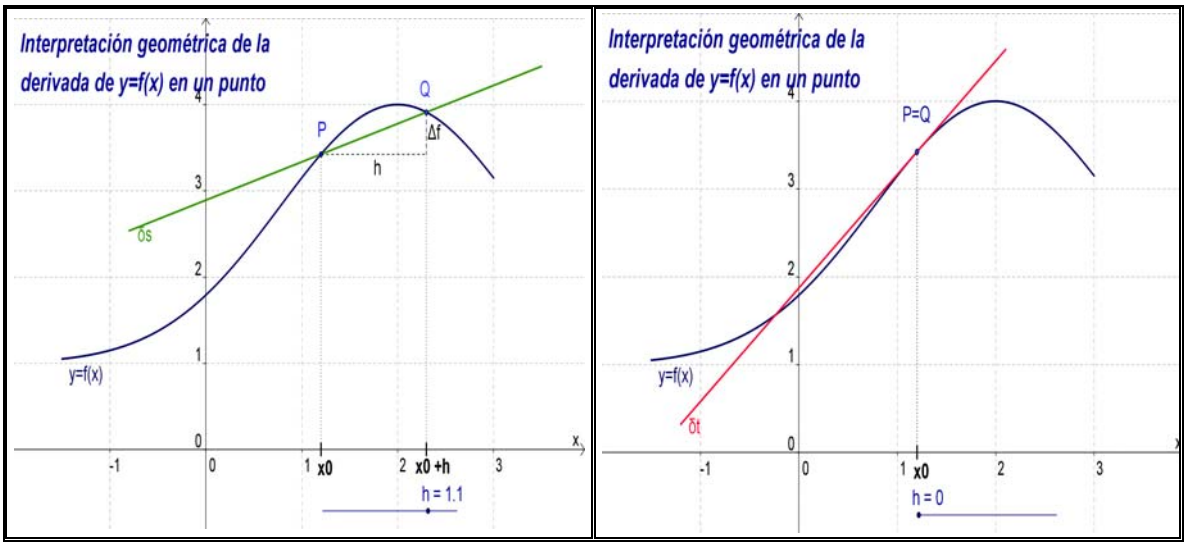


Figura 1. Interpretación geométrica de la derivada de una función en un punto

La ventana que se presenta en la Fig. 2, a la izquierda, se utilizará para mostrar animadamente el caso de un punto anguloso con recta tangente vertical; uno que no admite recta tangente y otro en el que las tangentes por derecha y por izquierda convergen presentando un punto de inflexión con tangente vertical. Los tres casos se eligen mediante casillas de control que permiten seleccionar de a uno por vez. A la derecha se presenta la ventana interactiva que se confeccionó para la generación de la función derivada. Contiene un deslizador que representa a los distintos puntos x_0 de un intervalo del dominio de una función. La pantalla muestra una función y, a medida que se va cambiando el x_0, también representa a la recta tangente y el valor de su pendiente en cada punto de un intervalo, mediante un texto dinámico que permite apreciar que ese valor es el que asume en cada punto la función derivada correspondiente.

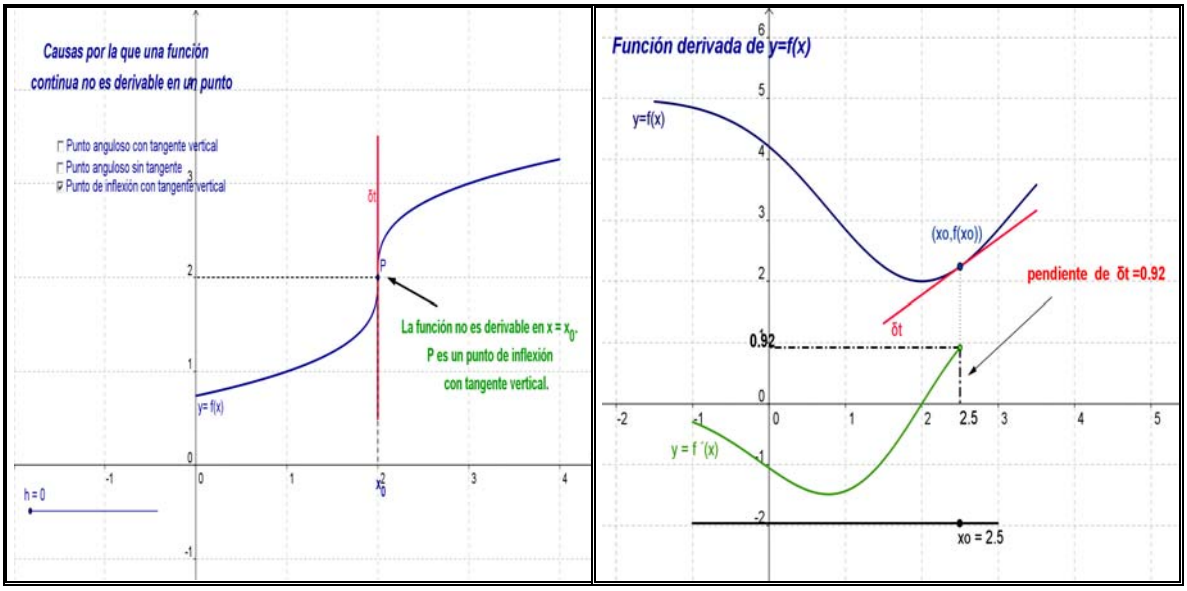


Figura 2. Funciones no derivables en algún punto y función derivada

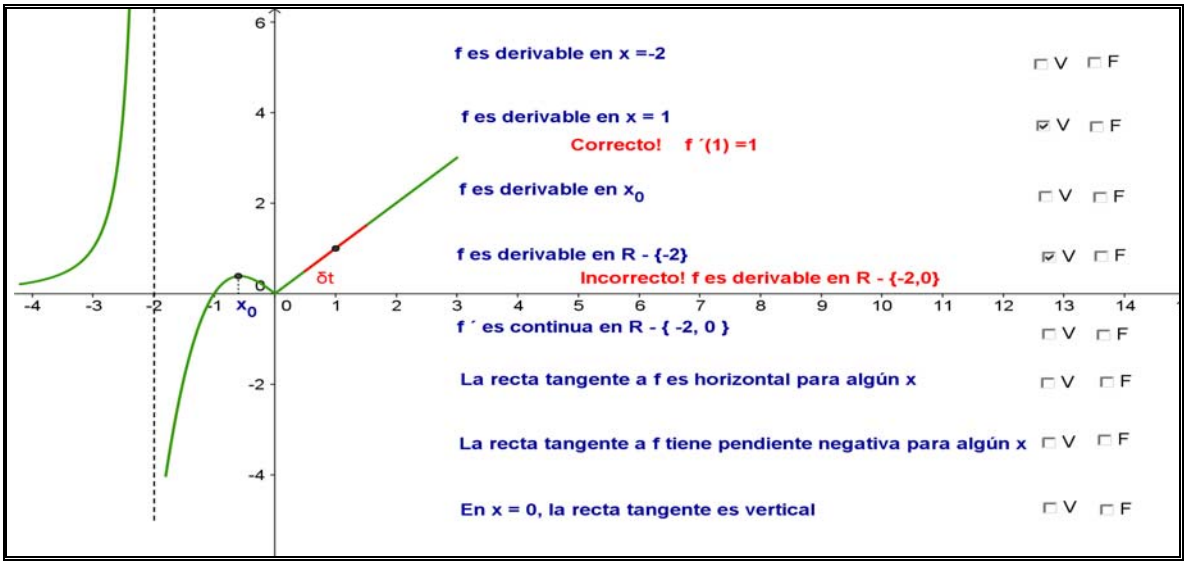


Figura 3. Actividad de revisión

Para realizar la revisión periódica de los contenidos que se van desarrollando, se han preparado pantallas como la que se presenta en la Fig. 3, en la cual se muestran la representación gráfica de una función y proposiciones asociadas. Los estudiantes, interactuando con el docente, deben responder con verdadero o falso, propiciándose la generación de discusiones en la clase. Esto se ve favorecido, a su vez, con el uso intencional por parte del docente de casillas de control (ubicadas en el lado derecho de la Fig. 3) que al seleccionarlas muestran la respuesta y la correspondiente justificación.

En la Fig. 4, a la izquierda, se presenta la ventana confeccionada para ilustrar la interpretación geométrica del diferencial (*df*) de una función en un punto x_0 para un incremento determinado de la variable (Δx) y su comparación con el incremento de la función (Δf). Contiene dos deslizadores: uno que permite que Δx tome distintos valores y otro que hace que se pueda mostrar la interpretación geométrica para distintos x_0.

En la misma Fig. 4, a la derecha, se muestra una de las dos ventanas confeccionadas para favorecer la visualización de la aproximación local por medio de un polinomio de Taylor. En ambos casos, la representación gráfica y algebraica de los distintos grados del polinomio se logra mediante un deslizador y un texto dinámico respectivamente.

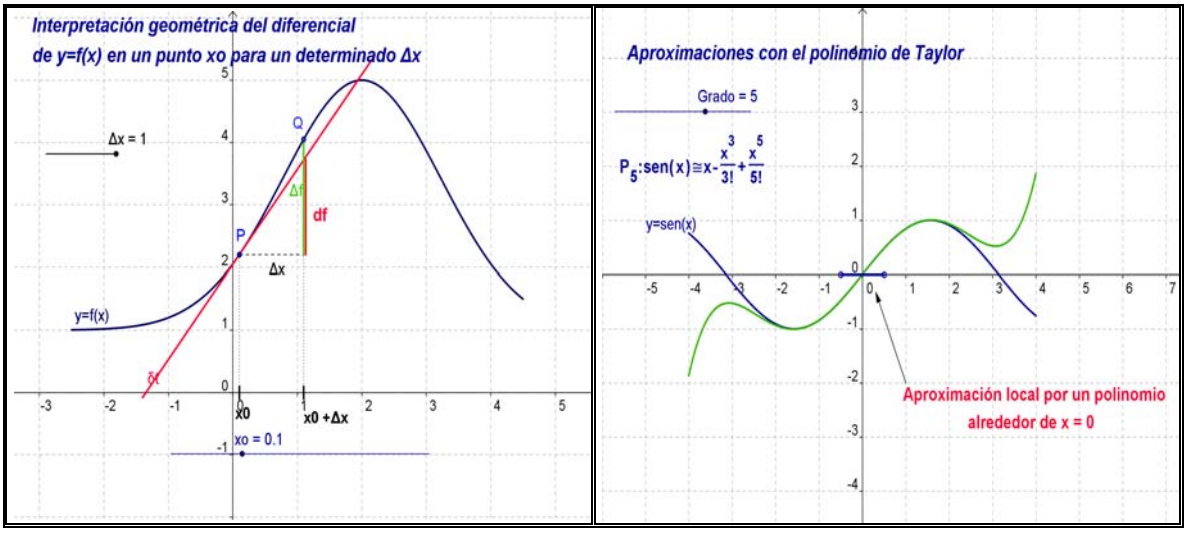


Figura 4. Interpretación geométrica del diferencial y aproximación por el polinomio de Taylor

También se confeccionó una pantalla para trabajar en clase la escritura en símbolos de las definiciones de función creciente y de máximo relativo que se eligen mediante casillas de control. Al seleccionar una de ellas y desplazar el deslizador, aparecen en forma animada y con su correspondiente escritura simbólica mediante un texto dinámico, como se muestra en la Fig. 5, a la izquierda. Del mismo modo se preparó otra pantalla para trabajar las definiciones de función cóncava, convexa y puntos de inflexión.

Para mostrar la relación entre las definiciones mencionadas y el signo de las derivadas se ha preparado una ventana interactiva con dos casillas de control. Al seleccionar la que corresponde a la derivada primera, se muestra a una función que tiene un máximo y un mínimo relativo. Desplazando el deslizador, aparece trazada la recta tangente y el signo de la derivada mediante un texto interactivo. También se van señalando los intervalos de crecimiento y de decrecimiento como se muestra a la derecha, en la Fig. 5. Al seleccionar la segunda casilla, se muestra la relación entre la concavidad, convexidad y el signo de la derivada segunda en distintos puntos.

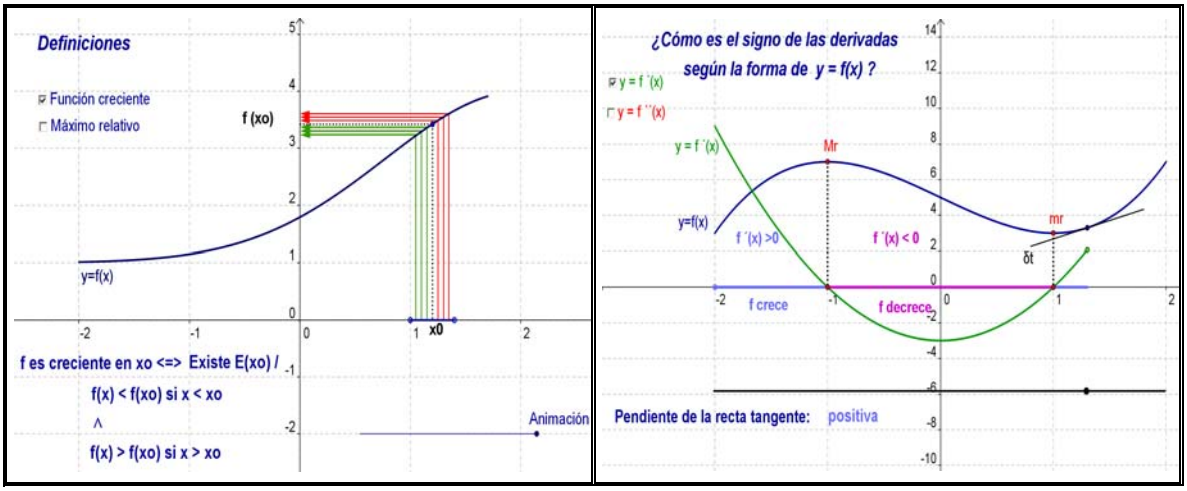


Figura 5. Definiciones y su relación con el signo de las derivadas

4. Conclusiones

La visualización que proponen los libros, o los gráficos que realiza el profesor en el pizarrón, es estática y requiere que la capacidad de imaginación de los alumnos esté convenientemente entrenada.

Cuando el docente piensa en estrategias de enseñanza para los conceptos fundamentales del Cálculo en una variable, tiene que tener en cuenta que éste también es dinámico debido a que estudia el cambio y el movimiento. Por lo tanto debería considerar que, hoy en día, la existencia de programas libres con capacidades de representación versátiles e interactivas, puede mejorar la presentación de los contenidos que se enseñan en esta área del conocimiento, permitiendo la visualización dinámica de los mismos.

5. Referencias

Bravin, C. y Pievi, N. (2008). *Documento Metodológico Orientador para la Investigación Educativa*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación e Instituto Nacional de Formación Docente.

De Guzmán, M. (1996). *El Rincón de la Pizarra. El papel de la visualización*. Madrid, España: Pirámide.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3ra. ed.). México DF: McGraw Hill.

Hitt, F. (2003). *Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología.* Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, X (2).

Zimmermann, W. y Cunningham, S. (1991). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*. MAA Notes, 19.

DIVERSIDAD DE LÓGICAS EN EL AULA: UN MEDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RACIONALIDAD MATEMÁTICA.

Cambriglia, Verónica
Universidad Nacional de General Sarmiento-Cefiec
vcambrig@ungs.edu.ar, cambriglia@gmail.com

Resumen
Esta comunicación se inscribe en una investigación que avanza en el análisis de la problemática de la generalización matemática como proceso de producción colectiva. Nos sumergimos en un episodio en el que cierta tarea en el aula habilita un espacio de interacción que da lugar al análisis de argumentos para asegurar que un número no es divisible por otro, cuestión que involucra el uso de ejemplos numéricos. El intercambio que se despliega nos inclina a considerar la convivencia en el espacio colectivo de otras lógicas que no se inscriben necesariamente en el terreno deductivo. Nuestro análisis permite reconstruir un ejemplo en el que lo colectivo actúa como un medio fértil para permitir el ingreso en el aula de la racionalidad matemática como objeto de estudio.

Palabras claves: generalización – procesos de interacción – procesos argumentativos

1. Introducción

Este trabajo se inscribe en una investigación que busca estudiar los procesos de generalización matemática en el contexto de entrada al trabajo algebraico de alumnos de primer año de escuela media. Entrada que se constituye con el soporte y la ruptura de prácticas aritméticas asentadas en la escuela primaria.

El análisis del intercambio que tiene lugar entre alumnos y docente -fundamentalmente al recuperarse ejercicios abordados inicialmente de manera individual o en pequeños grupos- nos ha permitido reconocer en el espacio de interacción un medio propicio para la elaboración de nuevos problemas en diferentes aspectos que involucran el tratamiento de lo general. Nos interesa avanzar en ese sentido, especificando el estudio de la generalización en el marco del análisis de los procesos colectivos de producción matemática.

Alrededor de un mismo problema, el entorno que se constituye a partir de las producciones que los partícipes de la interacción desarrollan, da lugar a producciones variadas alrededor de lo general, como ser la elaboración de un procedimiento general, la extensión de un proceso a un nuevo campo numérico o la constitución de un argumento general.

El interés por atrapar algunos aspectos de lo colectivo nos ha sumado en un diálogo continuo entre los hechos de la clase y diferentes perspectivas teóricas que nos brindan elementos para pensarlos. La teoría de Situaciones de Guy Brousseau nos permite pensar los procesos de producción matemática como procesos de adaptación cognitiva en el marco de dos tipos de interacciones básicas: la interacción alumno – medio modelizada a partir de la noción de *situación adidáctica* y la interacción alumno – docente que es modelizada por la teoría a través de la noción de *contrato didáctico*. Si bien el lugar de la interacción social con los compañeros, no aparece claramente diferenciado en el modelo de la teoría, Sadovsky & Sessa (2005) plantean una interpretación sumamente provechosa de la teoría en términos de la fertilidad atribuida al espacio colectivo. Las autoras señalan que la interacción con las producciones de los

otros, incorporándolas como problemas a considerar, es generadora de un escenario que habilita nuevo trabajo adidáctico para los alumnos.
Otros autores - que aportaron al marco desde el cual miramos e interpretamos la clase- incorporan al plano de lo colectivo otros constructos teóricos que permiten pensar el funcionamiento de la clase en términos de cultura. Estos autores, que se ocupan de teorizar la producción de conocimientos, distinguen en su modelización el plano de los conceptos, teoremas, propiedades, leyes, problemas, de aquel de las *normas* que regulan el trabajo (qué es lo que está o no permitido hacer en matemática, qué se considera suficiente para dar por válido un enunciado o un procedimiento, cuáles son los criterios que permiten establecer que una estrategia es "*matemáticamente pertinente*", etc.). En particular, Yackel y Cobb (1996), plantean que el aprendizaje en matemática es tanto un proceso de construcción individual como un proceso de enculturación hacia las prácticas matemáticas de una sociedad más amplia. En el complejo proceso de la elaboración de normas intervienen: la experiencia de cada alumno como productor, la internalización de las cláusulas del contrato didáctico y los desequilibrios provocados por los otros cuando aparecen en el espacio colectivo diferentes puntos de vista con relación a una norma. Para dar cuenta del origen social de estas normas en el aula y de su especificidad con respecto al conocimiento matemático, Yackel y Cobb hablan de normas sociomatemáticas.
El episodio que seleccionamos y que abordaremos prontamente recorta un momento del aula en el que se está discutiendo la divisibilidad de un número -representado como producto de otros dos- por diferentes números. Nos sumergimos en la mirada del intercambio del aula que da lugar al análisis de las posibilidades de producir un argumento que asegure que un número no es divisible por otro, cuestión que involucra el uso de ejemplos numéricos.
En el plano de la interacción, los alumnos asumen diferentes posicionamientos respecto de las razones que aseguran la validez de lo general y respecto del juego de ejemplos sobre los que se soportan los diferentes argumentos. La distinción que establece Mabel Panizza (2005) entre razonamientos válidos desde el punto de vista de la lógica formal y razonamientos válidos desde el punto de vista de la construcción de conocimiento, nos resulta interesante ya que la construcción en el aula de un argumento general es un proceso complejo que involucra la tensión entre estas lógicas.
En el campo de lo deductivo, se acepta como razonamiento válido aquel que a partir de ciertos enunciados (las premisas) hace derivar otro enunciado (la conclusión) de manera tal que siempre que las premisas son verdaderas, la conclusión también es verdadera. En los procesos de construcción no siempre se ponen en juego razonamientos deductivos. La principal dificultad que experimentan los alumnos radica en la asociación de la validez de un razonamiento a la verdad ya que, desde la lógica formal, la validez se establece mediante la forma y no mediante el contenido de los enunciados considerados. Tal complejidad se manifiesta fundamentalmente en la aceptación por parte de una cierta comunidad –para nosotros los alumnos- de aquellos casos en los que la conclusión resulta verdadera aún con razonamiento inválido.
Consideraremos esta situación a partir de analizar el intercambio que tiene lugar en una clase en la que se está estudiando la divisibilidad por 9 de 2640 en el contexto de trabajo con el problema: ***Si 66 x 40=2640, ¿es posible decidir, sin hacer la cuenta, si 2640 es divisible por 40, 60, 33, 3, 4, 9 y 12?***

2. Lo colectivo: un medio para pensar lo deductivo.

Consideremos el fragmento de clase que se presenta como ANEXO I al final de este trabajo, la profesora toma como asunto para la clase el análisis de un razonamiento del tipo: "66 no es divisible por 9 y 40 no es divisible por 9, como 2640 es 66 x 40 **entonces** el 2640 tampoco es divisible por 9"[52]

En la clase el argumento funciona de modo medianamente implícito y es la profesora quien hace explícitos los enunciados y los articula en una estructura a los efectos de estudiar el funcionamiento del "entonces" que es utilizado para justificar la no divisibilidad por 9 en el producto 66 x 40.

Pensemos un momento en qué sería refutar la validez de un argumento de ese tipo y en el marco de qué lógica estamos analizando esa validez.

Como mencionan muchos investigadores, dicha validez se inscribe en la lógica que se tome en consideración. En esferas de la lógica formal, refutar correspondería a encontrar otros números que -sobre enunciados "análogos"- produzcan una conclusión falsa. Es eso lo que intenta hacer la profesora cuando incorpora un nuevo ejemplo en la clase, acto que la sumerge en un terreno fangoso ya que el análisis de la validez en el aula se enmarca en una yuxtaposición de lógicas -no necesariamente deductivas- que se despliegan en el proceso de construcción del argumento que se quiere producir.

Ya en los años 60 en Estados Unidos y Canadá numerosas investigaciones comenzaron a rechazar la tesis de que la aceptabilidad de un argumento formulado en lenguaje natural dependa de la forma lógica de ese argumento en un lenguaje lógico. El movimiento académico que da lugar a esos desarrollos es el de la lógica informal. Los lógicos informales cuestionan que todo argumento sea o bien deductivo o bien defectuoso y cuestionan la validez de la lógica formal deductiva como teoría para analizar y evaluar los argumentos del lenguaje natural[53]. Los lógicos informales cuestionan ciertas etapas que involucran los métodos de la lógica formal deductiva para analizar los argumentos del lenguaje natural; entre ellos a)La eliminación de elementos supuestamente accesorios del argumento natural y b)La traducción del argumento a un lenguaje formal y la determinación de su forma lógica en ese lenguaje formal.

La estructura que produce la profesora es del tipo A no cumple la propiedad P y B no cumple la propiedad P. Si C es A x B entonces C no cumple la propiedad P (*). En los términos de la crítica recién mencionada podríamos decir que esta estructura "elimina" la particularidad de los números 66, 40 y 9 y los hace variables. Esta particularidad se vuelve accesoria para la profesora que anticipa un argumento general que puede **refutarse** desde la lógica deductiva, pero no lo es necesariamente para los chicos que sólo cuentan con las acciones efectuadas sobre esos números particulares y probablemente no con una proyección de generalidad. La eliminación de lo particular le permite a la profesora darle estatuto en el aula a esa "estructura/forma" de razonar, llamarlo razonamiento erróneo y aplicarlo a un nuevo grupo de números, 12, 3 y 9 para producir enunciados equivalentes a los generados con el 66, el 40 y el 9 y dar lugar a una **contradicción.**

---

[52] La redacción y explicitación que hacemos es nuestra a partir de considerar las formulaciones orales que se establecen en el registro de aula en diferentes intervenciones

[53] Ampliamos nuestra consideración del "lenguaje natural" a los argumentos de los alumnos que aún no se inscriben en el marco del lenguaje formal de la matemática.

Como mencionamos ya, "refutar" o "contradecir" son acciones que adquieren significación relativa a la lógica que se tome en cuenta[54] y, en tal sentido, plantean la dificultad inherente de la convivencia en el espacio colectivo de lógicas de diferente orden. Las intervenciones de varios alumnos muestran la complejidad de entender este juego de ejemplos que refutan la validez de **un** modo de razonar. Estas intervenciones fuerzan a que la profesora explicite el modo en que se juegan esos ejemplos y cómo la contradicción alcanzada con el número 36 refutaría la validez matemática del argumento original [por ejemplo la intervención 43 de Denisse "*este 36 ¿tiene que ver con la lección anterior?"* o la intervención 55 "*pero ahí dice que 36 no es divisible por 9, ahí pusiste que 36 no es divisible por 9*"]

Pero volvamos un poco más pausadamente sobre algunas intervenciones del registro:

En el inicio Nadia no hace explícito su razonamiento, menciona sólo los números implicados y es la profesora quien hace una interpretación -seguramente anclada en su experiencia con este tipo de tareas en el aula- de una manera de razonar en la que la conclusión, aún siendo verdadera, no se podría desprender de la verdad de las premisas consideradas. Rumbea -como mencionamos previamente- el asunto de la clase hacia ese lugar. En ese sentido explicita ciertos enunciados acerca de los números que Nadia menciona en la intervención 11 ["como este (66) no es divisible y este (40) no es divisible"] y los articula en una "estructura" (razonamiento) que produce un nuevo enunciado en la intervención 13 ["conclusión: 2640 no es divisible"]

La formulación de la intervención 11 de la profesora comienza una primera descontextualización -a pesar de estar acompañada del gesto de indicar los números particulares- al utilizar el pronombre "este" y señalar un lugar en el producto más allá de mencionar específicamente el valor del número ocupando ese lugar. La alumna, que completa su frase en la intervención 12, parece interpretar la generalidad que propone la profesora, mencionando la palabra "resultado" en vez de especificar el valor 2640. Este intercambio que parece fluir con cierto grado de continuidad entre la profesora y esta alumna, no fluye del mismo modo para otros integrantes del aula. La descontextualización que en el intercambio se sostiene desde el registro de la oralidad no es tal desde el registro escrito ya que -como vemos en las notas del fragmento- las notaciones del pizarrón permanecen ancladas en los números 66, 40, 9 y 2640. Por ello, si bien las acciones de la profesora contienen la intención de organizar el caso de análisis en una "estructura" que articule los enunciados independientemente de los números 66 y 40 - a la manera en que lo mencionamos previamente en (*)- para luego poder refutar la validez de su generalidad[55], la coexistencia de registros y las distintas formas de percibir a los números 66 y 40[56], hace resonar la complejidad del asunto que la profesora quiere instalar.

La intervención de Manu en 30) ["En este caso está bien"] es desde nuestra interpretación un ejemplo de ello. Observemos que es cierto que 2640 no es divisible por 9, aunque lo que no es cierto es que ello sea consecuencia de que 66 y 40 no sean múltiplos de 9. La frase de Manu es un ejemplo de la concepción de ciertos alumnos de que un razonamiento se vuelve válido en la medida que es comprobable la verdad del enunciado "supuestamente" deducido mediante él de las premisas.

La profesora intenta separar la validez del razonamiento de la verdad de los enunciados considerados, es decir pretende considerar el modo de acceso a la conclusión más que la

[54] Para el caso de la profesora la lógica deductiva
[55] Desde una racionalidad deductiva
[56] Como particular o como totalidad

verdad de la respuesta final que se desprende. La pregunta de Valentina por la verdad de la afirmación de "si 2640 es divisible por 9"(34), le permite a la profesora retomar que, más allá de la respuesta correcta, el resultado no podría establecerse a partir de ese razonamiento. Valentina concluye en la intervención 38 que "…hay casos en que sí es divisible". Aún así, si bien Valentina parece haberse desplazado desde su primer interés por conocer la respuesta de si 2640 es o no divisible por 9 hacia el análisis de la validez del razonamiento utilizado, otros alumnos vuelven posteriormente a indagar respecto de las posibilidades de responder si 2640 es o no divisible a partir del análisis que está teniendo lugar en el aula [Tomás intervención 47].

Estas intervenciones tensan el intercambio haciendo que la profesora reitere su intención y explicite qué lugar ocupan –desde la lógica que intenta hacer aparecer en el aula- los números 12, 3 y 36. En este conjunto de afirmaciones, reiteraciones, aprobaciones y rechazos se genera un espacio propicio para la emergencia de la necesidad de construir un nuevo argumento, como lo reclama la alumna de la intervención 59: *hay algo que aún no están abordando en el aula, un razonamiento correcto que permita decidir respecto de la divisibilidad de 66 x 40 por 9.*

Queremos recuperar las intervenciones 39 y 41 de Agostina pues se dirigen expresamente a tratar de entender cómo juegan los ejemplos que va cambiando la profesora a la hora de rechazar la validez de un razonamiento[57].

Sus intervenciones son ricas desde el punto de vista del análisis de la constitución de una racionalidad en el terreno de lo deductivo. Agostina manifiesta su ansiedad por conocer la tarea que deberán resolver en el examen ["…cómo nos vas a tomar…"], pero pregunta explícitamente por los modos de argumentar en la disciplina [intervención 41:"¿se puede poner acá por ejemplo con otro número?"].

La trama que se constituye entre la lógica que promueve la profesora -y que comparten en mayor medida algunos alumnos- y las lógicas de aquellos estudiantes aún no inmersas completamente en el terreno deductivo, va comunicando un modo de análisis de lo general en la disciplina, bien complejo, ya que lo que se refuta es la posibilidad de considerar esa acción, ese modo de articular los enunciados, por no permitir asegurar una conclusión verdadera en **todos** los casos. Se instala en el aula el análisis de la validez de un argumento dentro de la disciplina, argumento que es necesariamente deductivo y que –como mencionamos- no es forzosamente el tipo de argumento al que los alumnos recurren durante sus procesos de producción de conocimiento.

3. En busca de un argumento perdido…buscando encontrar un 9 que no va a estar.

A partir de aquí la clase se instala en la búsqueda de cómo -utilizando el dato de que 66 x 40 es 2640- se puede argumentar que dicho número resulta o no divisible por 9.

Encontrar un argumento que se apoye en la escritura 66 x 40 exige un corrimiento de los alumnos desde argumentos de orden más aritmético - asentados en sus prácticas de la escuela primaria- hacia argumentos de orden más algebraico apoyados en la lectura de la traza de una operación. Es así que los alumnos comienzan apelando a la aplicación de

[57] Las intervenciones que siguen a las de Agostina, nos muestran que para algunos alumnos esta cuestión permanece borrosa y como mencionamos, serán las intervenciones de estos alumnos las que darán lugar a nuevas explicitaciones de la profesora.

los criterios tradicionales de división sobre el número 2640 o a la división de este número mediante distintas estrategias. La profesora necesita sostener una y otra vez la condición de utilizar el producto 66 x 40 y sentencia que la cuestión es mostrar si se encuentra o no un factor 9 en el producto 66 x 40. Establece una analogía con lo que han hecho para argumentar la divisibilidad por otros números para este nuevo caso en que el argumento es respecto del no ser divisible.

Prof.: ah, qué viva, pero la consigna dice que no hay que hacer la división, piola. Les hago una pregunta, para ver si era divisible por 11 o por 3 buscamos un 11 ¿o no?, buscamos un 3, para ver si era divisible por 3, ¿qué otro usamos?
Alumna: 33.
Prof.: buscamos el 33 y … para ver si es divisible por 9 ¿qué hay que buscar?
Alumna: un 9.
Prof.: un 9, vamos a ver si lo encontramos, si lo encontramos es que es divisible, si no lo encontramos no va a ser divisible, ¿entienden todos lo que estoy diciendo?

El intercambio que transcurre a continuación en el aula muestra la dificultad que trae para los alumnos interpretar lo que en la oralidad se enuncia como "encontrar un 9". Dos estrategias argumentativas de los alumnos que tienen lugar y que serían ejemplo en ese sentido son: buscar transformar el 2640 quitando múltiplos de 9, como novecientos o noventas; o descomponer alguno de los factores, como el 66 en 9 x 7 + 3. En el primer caso, la profesora orienta la discusión hacia el análisis de si hallar novecientos en 2640 respeta o no la condición del enunciado de utilizar el producto 66 x 40 para contestar. En el segundo caso, la profesora responde "*Está bueno lo que está diciendo porque estaría bueno que sea 9 x 7…Bien, pero vuelvo a insistir, fijate, este no es divisible por 9, este no es divisible por 9, sin embargo esto sí es divisible*"(se refiere al ejemplo anterior del 12 x 3 y el 36).
Observemos que la primera parte de esta intervención ["…*estaría bueno que sea 9 x 7*…"]. está probablemente asociada a una intención que subyace en la profesora de encontrar un factor nueve en alguno de los dos factores presentes (66 ó 40) y la segunda parte, a una interpretación de que las transformaciones que la alumna lleva adelante sobre el 66 y sobre el 40 están orientadas a demostrar la no divisibilidad de los factores. No sabemos qué razones llevan a la alumna a transformar los factores del producto; pero aún siendo acciones que la conduzcan a evidenciar –o a evidenciarse- que esos factores no son divisibles por 9, desde nuestro punto de vista, el contra-argumento que recupera el *razonamiento erróneo* de Nadia lo hace desde otro tipo de representación, lo que probablemente no le permita a la alumna reconocer el vínculo con el análisis anterior de la clase. El razonamiento de Nadia fue analizado desde un tipo de representación fundamentalmente oral -"que A no sea divisible por C y que B no sea divisible por C no permite asegurar que AxB no sea divisible por C"- y el análisis que la profesora aporta para contradecir a la alumna introduce el razonamiento de Nadia asociado a otro tipo de representación, que un número no divisible por 9 se expresa como un múltiplo de 9 más un resto no nulo.
Vemos entonces, que resulta costoso para los alumnos interpretar lo que en la oralidad se enuncia como "encontrar un 9". Las intervenciones del fragmento que sigue[58]se

[58] Si bien en la clase en la que se discutió el razonamiento de Nadia, se aborda un primer argumento de que no se encuentra un nueve como factor, muchos alumnos quedan fuera de la discusión y solicitan

inscriben en el sentido de establecer un acuerdo de qué tipo de presencia del número 9 se está buscando y -al mismo tiempo- resaltan esta complejidad.

1. Alumno: una cosa que no entendí de eso, cuando dice que no hay un 9.
2. Prof.: a ver, claro, lo dijo Jose también, qué es que no hay un 9?, porque para mí en el 40 sí hay un 9.
3. Alumna: sí.
4. Prof.: en el 66 también. ¿qué es que no hay un 9?
5. Alumna: claro, que no hay ningún número que sea multiplicado por 9 que dé 66.
6. Alumna: x 40.
7. Alumno: o sea que si a 66 lo dividís por 9 no te daría.
8. Alumno: y 40 dividido 9 tampoco.
9. Prof.: pero ojo porque hay otra forma de encontrar el 9 ¿cómo es? por 3 x 3 ¿está?
10. Alumna: podemos descomponer los números.
11. Prof.: descomponiendo, claro, es lo que aparentemente hicimos la clase pasada. A ver… las chicas, Agost lo que está diciendo y Denisse, es acá hay un 9 y acá también pero sumando y a nosotros lo que nos interesa para ver la consigna son multiplicaciones, no son sumas ¿se entiende cómo es?, o sea tenemos que obtener un 9 multiplicando, no sumando ¿sí? Bien, nada, eso… uno puede descomponer,… no me acuerdo, yo pensé que no lo habíamos hecho este, no me acuerdo qué descomposición habíamos hecho.

A la complejidad señalada se agrega que una vez acordado en la clase que se busca un 9 como factor, la profesora monitorea la estructuración de un procedimiento para argumentar que no se lo puede encontrar. Procedimiento que podríamos enunciar del siguiente modo: *descomponer "al máximo"*[59] *los factores y asegurar que ninguna combinación de los factores hallados permitirá rearmar el número 9*

4. A modo de cierre

El intercambio de la clase nos inclina a considerar la existencia en el espacio colectivo de lógicas que no se inscriben necesariamente en el terreno deductivo. El análisis nos permite reconstruir un ejemplo en el que el intercambio colectivo actúa como un medio fértil para dar lugar a la consideración en el aula de la racionalidad en el plano deductivo. El docente tracciona y tensiona el diálogo impulsando la entrada de la argumentación matemática como asunto a enseñar y aprender en el aula en un contexto complejo en el que conviven interpretaciones, registros y posicionamientos diversos de los alumnos respecto del papel que juegan los ejemplo numéricos o las estrategias que podrían conducir a un argumento aceptable para esa clase.

Rescatamos a su vez ciertos gestos de los alumnos que, si bien están inicialmente motivados por el deseo de conocer cómo se espera que respondan a la tarea, aportan al aula cuestionamientos en torno a los modos de argumentar en la disciplina.

retomarlo en la siguiente clase. El fragmento que se considera a continuación corresponde a este segundo momento, en él se retoman y sintetizan algunas cuestiones de la clase anterior.

[59] Hasta llegar a una descomposición en factores primos. Los alumnos hablaban de llegar a la descomposición "más chiquita".

5. Referencias

Brousseau, G. (1986); Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática Astronomía y Física, Serie B, *Trabajos de Matemática*, No. 19, 1986, (versión castellana 1993).

Oller, C. (2011) Lógica formal, teoría de la argumentación y filosofía. *Pensar, decir argumentar. Lógica y argumentación desde diferentes perspectivas disciplinares.* Arroyo G y Matienzo T. comp. Prometeo libros y Universidad Nac.de Gral Sarmiento.

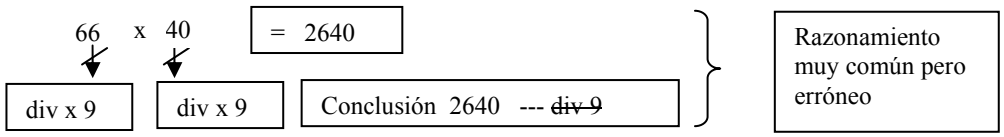
Panizza, M. (2005) *Razonar y Conocer. Aportes a la Comprensión de la Racionalidad Matemática de los Alumnos*. Libros del Zorzal

Sadovsky, P. y Sessa, C. (2005); The adidactical interaction with the procedures of peers in the transition from arithmetic to algebra: a milieu for the emergence of new questions. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 59. 1-3 Kluwer Academic Publishers.

Yackel, E.; Cobb, P. (1996) Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *JRME*, Vol 27.

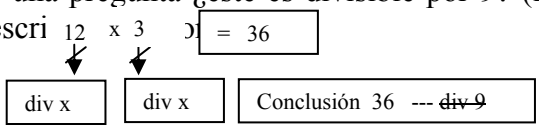
ANEXO I

1. P: qué pasó con el 9? dale Nadia.
2. Nadia: Yo lo que puse no sé si está bien… 66, 40 y 2640.
3. P: 66, 40 ¿y?
4. Nadia: 66, 40 y 2640.
5. P: A ver….
6. Nadia: Está mal.
7. P: Pero quiero tomar el razonamiento. Sí, hubo un error en el razonamiento de Nadia, lo más probable es que varios hayan hecho lo mismo. Nadia dice, a ver, lo que voy a escribir es un razonamiento. Lo único que vamos a tratar de ver es el porqué ¿sí?
   ¿66 es divisible por 9?
8. Alumno: ¿Por cuál?
9. P: No es divisible por 9 ¿sí?, ¿está?, ¿40 es divisible por 9?
10. Varios: No.
11. P: No es divisible por 9, ¿vamos bien? El razonamiento que usa Nadia que, por experiencia lo digo, siempre lo corrijo, Es un error muy muy muy frecuente el que está proponiendo Nadia. Por eso lo vamos a escribir y lo vamos a estudiar, si? Es el siguiente: como este no es divisible y este no es divisible(señalando los números 66 y 40) ¿cuál sería la conclusión más lógica?
12. Alumna: que el resultado no es divisible.
13. P: Va, conclusión: 2640 no es divisible, vamos a poner así, no es divisible por 9. (Escribe) Este razonamiento es erróneo y les voy a mostrar un ejemplo muy sencillo y nos vamos a dar cuenta por qué es erróneo, sí?, o les muestro que es erróneo, esto es un razonamiento.

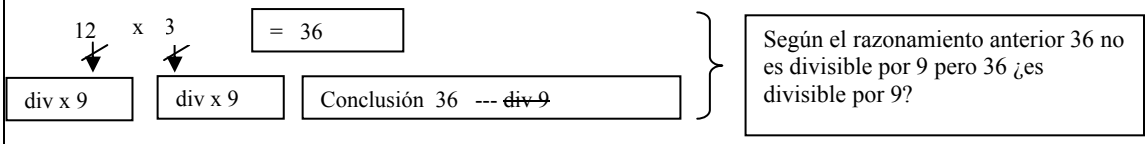


14. Alumna: Se llama así o le está poniendo nombre?

15. P: No, se lo pusimos, razonamiento muy común, vamos a ponerle así, razonamiento muy común pero erróneo, esperame un segundo. Fíjense, les voy a hacer algo sencillito, 12 x 3, ¿cuánto es 12 x 3?, Julia, en qué andamos?
16. Julia: 36.
17. P: Vení un poquitito, dale, 36. Les hago una pregunta ¿este es divisible por 9? (la profesora completa a continuación de la escri



18. Alumna: No.
19. P: ¿Este es divisible por 9?
20. Alumna: no.
21. P: Siguiendo el razonamiento que proponía Nadia ¿a qué conclusión llegaríamos?
22. Alumna: Ahhhhh que no es divisible.
23. P: A que este no es divisible por 9, pero ahora, pregunta: ¿este es divisible por 9?
24. Varios: Sí.
25. P: O sea el razonamiento de Nadia acá no sirve, de Nadia y de varios, perdoname que ponga tu nombre pero, es un razonamiento, quiero que lo escriban y lo van a estudiar esto, o sea, si seguimos el razonamiento anterior sería, conclusión: 36 no es divisible por 9.
26. Alumno: Pero yo usé otro múltiplo….
27. P: Claro, estamos en otra cosa, estamos haciendo otra cosa, estamos viendo un razonamiento por qué está mal y lo tienen que copiar y lo tienen que estudiar, sí? Este es un razonamiento anterior, sí?, vamos a escribir según el razonamiento anterior, según el razonamiento anterior 36 no es divisible por 9, según el razonamiento anterior, pero ahora 36 ¿es divisible por 9? La profesora continúa sobre la última escritura



28. Alumna: sí
29. P: Sí, o sea que hay algo mal en nuestro razonamiento, sí? Es más 36 es divisible por 9, o sea que este razonamiento nos falla, que este no sea divisible por 9 y este no sea divisible por 9 no significa que este no lo vaya a ser, sí?, Se entiende?
30. Manu: En este caso, está bien.
31. P: En este caso no, no, no, es un razonamiento erróneo.
32. Manu: O sea, NO.
33. P: ¿Vos tenés otro razonamiento por el cual decís que no es divisible por 9? Bien, hay que buscarlo porque este es un razonamiento que no nos sirve, ¿se entiende?
34. Valentina: Yo lo que quería preguntar es si 2640 es divisible por 9 o…
35. P: No va a ser divisible por 9… sí?, pero qué pasa, Valen?, no puedo usar este razonamiento para decir que no.
36. Valentina: Claro, hay que buscar otra manera.
37. P: Hay que buscar otra vuelta, sí?...con esta vuelta no sirve.
38. Valentina: Porque hay casos en que sí es divisible.
39. Agostina: cómo?, no entiendo cómo nos vas a tomar si es que nos lo vas a tomar.
40. P: te puedo agarrar y decir el siguiente razonamiento es cierto?, no por tal y tal razón, sí?
41. Agostina: ¿se puede poner acá por ejemplo con otro número?
42. P: mirá, el razonamiento no es válido porque en este ejemplo no funciona.

Los alumnos preguntan por la prueba

43. Denisse: este 36 …..¿tiene que ver con la lección anterior?
44. P: no, no tiene que ver con nada, lo que estoy mostrando este es otro ejemplo, es otro ejemplo, o sea mostré este ejemplo, Denisse, para mostrar que en algo sencillito el razonamiento de…..
45. Denisse: ah ok, estás diciendo que no se sabe si es pero puede ser…
46. P: puede ser o no pero este razonamiento no lo pueden usar para saber si es o no, se entiende?, si querés escribilo con tus palabras para que te quede más claro. ¿Tomás?.
47. Tomás: pero yo pregunto si se puede saber …
48. P: sí, pero vos preguntás si se puede saber o no, yo digo que se puede saber pero podría ser mirá no lo puedo saber con esta consigna, sí?, sería una posible respuesta esta.
49. Joaco: y además porque 9 x 4 es 36.
50. P: y?
51. Alumna: de 9.
52. P: claro, por eso mismo, con el razonamiento que nos propuso Nadia llegamos a algo erróneo pero bien sabemos que 36 es múltiplo de 9. ¿Estamos hasta acá?
53. Alumna: sí.
54. P: estudien este razonamiento, eh?, estúdienlo para no cometerlo precisamente.
55. Alumno: pero ahí dice que 36 no es divisible por 9, ahí pusiste que 36 no es divisible por 9.
56. P: a ver… ¿sí? esteeeeehh la conclusión es con el razonamiento anterior que era erróneo, ustedes saben que nos lleva a una conclusión falsa ¿se entiende? A ver…es divisible por 9 o no?
57. Alumna: pero..
58. P: sí es divisible por 9, y por qué escribí esto?, porque según el razonamiento de Nadia yo llego a esa conclusión y está mal ¿se entiende?
59. Alumna: Vale, pero vos nos estás diciendo que no podemos usar eso en la prueba…. pero no estamos viendo qué razonamiento es correcto.
60. P: no, todavía no, claro, todavía no llegamos a eso, claro, va? Bien. ¿Alguien sacó si es divisible por 9 o no usando este dato?, está difícil, no? Vamos a ver, vamos a verlo…..

CONFLICTOS SEMIÓTICOS ASOCIADOS A LOS ERRORES EN LA INTERPRETACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA-VECTORIAL DE LOS NÚMEROS COMPLEJOS

Distéfano, María Laura; Aznar, María Andrea; Figueroa, Stella Maris; Moler, Emilce
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata
mldistefano@fi.mdp.edu.ar

Resumen
En este trabajo se analiza el uso que los alumnos hacen de las distintas representaciones de números complejos a fin de detectar los conflictos semióticos asociados a la representación geométrica-vectorial e inferir las funciones semióticas que están ligadas, con el objetivo de mejorar las estrategias de enseñanza. Para ello se efectúa un análisis cualitativo de las producciones escritas de los alumnos. Las mismas corresponden a un ejercicio de una evaluación parcial del primer curso de Álgebra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. El análisis se realiza utilizando herramientas del Enfoque Ontosemiótico. A partir del análisis se podría conjeturar que, al momento de la evaluación, los alumnos no tenían construido el significado asociado a la representación geométrica-vectorial dado que no lograron establecer las funciones semióticas necesarias para emplear adecuadamente la mencionada representación.

Palabras clave: representaciones semióticas– números complejos – conflictos semióticos – funciones semióticas – Enfoque Ontosemiótico

1. Introducción

Este trabajo surge de una investigación cuyo propósito es analizar el uso que hacen los alumnos de los distintos sistemas de representación referentes a los números complejos, que a su vez es parte de una investigación más amplia cuyo objetivo es estudiar la incidencia de las representaciones semióticas en las dificultades en el aprendizaje de la Matemática que se observan en alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina. Desde el punto de vista didáctico, la importancia de las representaciones reside en que, mediante el trabajo con las mismas, se asignan significados y se comprenden las estructuras matemáticas (Radford, 1998). Los obstáculos y conflictos que se generan a partir de su uso y cómo influyen en el aprendizaje constituyen un tema central de análisis que ha sido abordado por numerosos autores desde diversas teorías (Janvier, 1987; Kaput, 1991; Hitt, 2001; Duval, 2004; Radford, 1998; Font, Godino & D'Amore, 2007) y continúa siendo tema de marcado interés para su estudio, dada la complejidad de los fenómenos que involucran.
En el caso de los números complejos, las representaciones semióticas utilizadas pueden clasificarse en dos grupos: las aritmético-algebraicas y las geométricas. Entre las primeras se encuentran la forma de par ordenado, la forma binómica y la forma polar; al segundo grupo pertenecen las representaciones puntual y vectorial. Dichas representaciones condicionan las prácticas matemáticas de las cuales son soporte, por lo cual es fundamental que el alumno pueda interpretarlas y articularlas para poderlas desarrollar competentemente. En particular, el campo numérico de los números complejos tiene aplicaciones en diversas áreas de la Física y la Ingeniería, en las que son necesarios ambos tipos de representaciones.

El objetivo de este trabajo es detectar y analizar los errores que se cometen en el uso de la representación geométrica-vectorial de números complejos y los conflictos semióticos a los cuales están vinculados. El interés de realizar un análisis de errores en el aprendizaje ha sido señalado por diversos autores, considerándolo como parte inseparable de este proceso (Radatz, 1980; Borassi, 1987; Rico, 1995; Pochulu, 2004) y, radica en la posibilidad de caracterizar las regularidades con que se presentan y de construir modelos explicativos, considerándolo como una estrategia valiosa para clarificar dificultades en el aprendizaje matemático y plantear propuestas superadoras.
Para ello se realizó un análisis de las resoluciones de los alumnos en una de las evaluaciones parciales del primer curso de Algebra. En la misma se propusieron dos ejercicios referidos al tema números complejos, uno de ellos ligado a la representación aritmético-algebraica y el otro a la geométrica-vectorial. Los alumnos tuvieron una gran diferencia en el desempeño entre ambos ejercicios, destacándose el bajísimo nivel de resoluciones del asociado a la representación geométrica-vectorial. Esta disparidad fue analizada en otros trabajos; en éste nos hemos focalizado en el análisis de los errores cometidos en este último ejercicio, utilizando las herramientas del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS). El mismo permite analizar, de manera conjunta, el pensamiento matemático, los ostensivos[60] que lo materializan, y las situaciones y factores que condicionan su desarrollo.
A continuación se presentan algunos constructos de dicho marco teórico.

2. Marco teórico

El EOS considera a la Matemática en su triple aspecto como actividad de resolución de problemas socialmente compartida, como lenguaje simbólico y como sistema conceptual lógicamente organizado. En este marco, una *práctica matemática* se define como cualquier acción, expresión o manifestación (lingüística o de otro tipo) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar la solución obtenida a otras personas, validar y generalizar esa solución a otros contextos (Godino Batanero & Font, 2008).
A partir de este concepto surge la noción de *significado*, definido como "el sistema de prácticas operativas y discursivas para resolver un cierto tipo de problemas" (Godino, Bencomo, Font & Wilhelmi, 2007, p.7). Para el EOS, la cuestión del significado de los objetos matemáticos es de índole ontológica y epistemológica, puesto que se centra tanto la naturaleza como en el origen de dichos objetos (Godino, Batanero & Font, 2008). En los casos en que el significado se atribuye a un individuo, se considera un *significado personal*, mientras que, si el significado es compartido por un grupo de individuos en el seno de una institución, se lo considera un *significado institucional*.
En este contexto, el aprendizaje supone la apropiación de los significados institucionales por parte del estudiante, mediante su participación en las comunidades de prácticas (Godino, Bencomo, Font & Wilhelmi, 2007; Godino, Batanero & Font, 2008). Puesto que no siempre existirá concordancia entre los significados otorgados por los distintos actores que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se generan diferencias que dan lugar a lo que bajo este enfoque se denomina *conflicto semiótico*. Un conflicto semiótico es cualquier disparidad o discordancia entre los significados atribuidos a una expresión por dos sujetos (personas o instituciones).

[60] Se entiende por *ostensivos* aquellos objetos que se pueden mostrar a otro directamente.

Plantear el aprendizaje en términos de significados, otorga una relevancia central al proceso mediante el cual un sujeto crea un significado vinculando una expresión con un contenido a través de una *función semiótica*. Esta función es establecida por un sujeto (persona o institución) de acuerdo con un cierto criterio o regla de correspondencia. De esta manera, la función semiótica destaca el carácter esencialmente relacional de la actividad matemática y sirve para explicar algunas dificultades y errores de los alumnos, dado que los conflictos que causan equivocaciones en los alumnos no resultan de su falta de conocimientos, sino que son producto de no haber relacionado adecuadamente los dos términos de una función semiótica (Godino, Batanero & Font, 2008).
Debido al rol preponderante que juegan los objetos, el EOS considera que el problema epistémico-cognitivo no puede desligarse del ontológico. Así, la tipología de objetos primarios, u objetos de primer orden, según Godino, Bencomo, Font & Wilhelmi (2007), está constituida por:

- *Situaciones-problemas:* aplicaciones extra-matemáticas, ejercicios.
- *Elementos lingüísticos:* términos, expresiones, notaciones, gráficos, en diversos registros (escrito, oral, gestual, etc.)
- *Conceptos- definiciones:* introducidos mediante definiciones o descripciones (recta, punto, número, media, función)
- *Proposiciones:* enunciados sobre conceptos.
- *Procedimientos:* algoritmos, operaciones, técnicas de cálculo.
- *Argumentos:* enunciados usados para validar o explicar las proposiciones y/o procedimientos (deductivos o de otro tipo)

Las seis entidades primarias postuladas no son objetos aislados sino que se vinculan entre sí, conformando redes denominadas *configuraciones* (Godino, Batanero & Font, 2008). En los casos en que estas redes se refieren a acciones representativas de la institución y acordes a ella, se denominan *configuraciones epistémicas*. Paralelamente, las *configuraciones cognitivas*, son aquellas que describen los sistemas de práctica personales.
Todos los elementos que conforman las configuraciones pueden ejercer el rol de expresión o contenido de funciones semióticas. De este modo, las funciones semióticas y la ontología matemática asociada tienen en cuenta la naturaleza relacional de la matemática y amplían el significado de representación.
El EOS destaca el rol que tienen las representaciones en las prácticas matemáticas y en la comprensión de un objeto, ya que la comprensión de un objeto, por parte del estudiante, se manifiesta en su competencia en el sistema de prácticas asociadas al mismo y cada subconjunto de ellas está condicionado por el par objeto/representación.

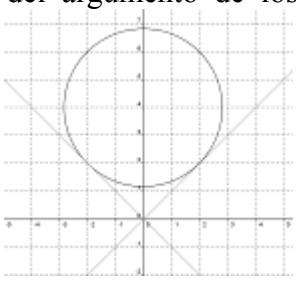
3. Metodología

El presente estudio es de naturaleza descriptiva y se ubica en la línea de análisis de errores, en tanto se busca analizar y categorizar los errores cometidos por los alumnos en el uso de la representación geométrica-vectorial de los números complejos. Para este estudio se consideraron las resoluciones de un ejercicio del parcial, planteado en los términos de la representación mencionada, presente en el examen parcial de la asignatura Álgebra de las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Al mismo asistieron 135 alumnos se consideraron. Se realizó un análisis cualitativo, utilizando como herramientas las configuraciones epistémica y cognitivas, construidas de acuerdo al EOS, para examinar las soluciones de los alumnos.

A través de la configuración epistémica del ejercicio se describen detalladamente los elementos de primer orden que entran en juego en su resolución, como así también su vinculación con las representaciones y significados asignados mediante funciones semióticas. Dicha configuración epistémico es utilizada para estructurar las configuraciones cognitivas de las resoluciones de los estudiantes. A partir de ellas se determinaron los conflictos semióticos y algunas de las posibles funciones semióticas asociadas.
En la siguiente sección se muestran el enunciado del ejercicio, su configuración epistémica y las principales funciones semióticas involucradas.

4. Enunciado y configuración epistémica del problema propuesto

En el ejercicio propuesto se muestran las representaciones gráficas de una circunferencia y de dos rectas tangentes a la misma que pasan por el origen de coordenadas. La circunferencia corresponde a un conjunto B de números complejos expresado por comprensión mediante una condición planteada como ecuación. Se les pregunta a los alumnos acerca de los valores del módulo y del argumento de los elementos del conjunto. Su enunciado es el siguiente:



A la derecha figura la representación de los números complejos del conjunto B = {z ∈C, |z-4i|=$\sqrt{8}$}.
a) Todos los números complejos del conjunto B ¿tienen el mismo módulo? ¿Por qué?
b) ¿Entre qué valores varían los argumentos de los números complejos del conjunto B?

En la Tabla 1 se distinguen los objetos primarios que conforman la configuración epistémica de este ejercicio.

OBJETOS PRIMARIOS	**ESPECIFICACIONES**
Situaciones-problema	Enunciado del problema
Lenguaje	- Coloquial: figura, complejos, conjunto, módulo, valores, argumentos - Simbólico: B={z∈C, |z-4i|=$\sqrt{8}$} - Gráfico: la representación en un sistema cartesiano
Definiciones	- Conjunto, pertenencia, módulo, argumento.
Propiedades	- Dado un conjunto definido por comprensión a través de una condición, cualquier elemento que pertenezca al conjunto debe satisfacer dicha condición. - Un número complejo pertenece a una circunferencia si su afijo pertenece a la misma.

Procedimie n-tos	- Identificar, gráfica o analíticamente, varios números complejos pertenecientes a B - Identificar los módulos de los números complejos pertenecientes a B. - Identificar los argumentos de los números complejos pertenecientes a B. - Determinar valores extremos del argumento de los números complejos de la gráfica.
Argumentos	- Fundamentar la respuesta negativa mostrando casos particulares de elementos de B que tienen distinto módulo. - Fundamentar, con afirmaciones generales que aluden a que todos los afijos de los números complejos del conjunto B, están a la misma distancia del centro de la circunferencia, pero no del origen de coordenadas. - Todos los elementos del conjunto B se encuentran en el sector del plano limitado por las dos semirrectas incluidas en las rectas graficadas.

Tabla 1. Configuración epistémica del ejercicio propuesto.

A continuación se formulan algunas de las funciones semióticas implicadas en la resolución del Ejercicio propuesto.

ANTECEDENTE		CONSECUENTE
número complejo z	F_1 →	Vector con origen en (0,0) y extremo en su afijo (a,b)
módulo de z	F_2 →	Distancia del afijo al origen o longitud del vector
argumento de z	F_3 →	Ángulo con lado inicial en el semieje positivo de las abscisas y lado final en la semirrecta que contiene al vector asociado al número complejo.

La funciones F_1, F_2 y F_3 hacen referencia al *significado institucional* asociado a la representación geométrica-vectorial de un número complejo a+bi, donde los significados de módulo y argumento se derivan del significado de vector. Puede considerarse que, para la correcta resolución de este ejercicio, es necesario haber construido un significado geométrico de los números complejos asociado a esta forma de representación, lo cual implica haber establecido estas tres funciones semióticas.

4. Resultados y análisis

De los 135 alumnos que asistieron al parcial sólo 15 resolvieron correctamente el Ejercicio propuesto, 76 presentan una resolución en la que cometieron distintos tipos de errores y 44 no lo resolvieron. El análisis de los errores aquí presentado se efectuó sobre las resoluciones de 76 alumnos, reservando para otras metodologías el análisis de los casos de no resolución.

Si se observan la configuración epistémica y funciones semióticas F_1, F_2 y F_3, puede inferirse que para la resolución del Ejercicio requieren los significados asociados a la representación geométrica-vectorial.

A partir de la elaboración de las configuraciones cognitivas se categorizaron los errores cometidos por los estudiantes y se describieron los conflictos semióticos implicados. A continuación se describen dichas categorías.

- *Errores en las definiciones de módulo y de argumento*.

  Se incluyeron dentro de esta categoría aquellos casos en los que, para analizar tanto el módulo como el argumento de los números complejos pertenecientes al conjunto B, consideran al centro de la circunferencia como origen de sus vectores asociados. En estos casos, la respuesta dada es que tienen módulo constante igual al radio de la circunferencia y argumento que varía entre 0 y 2π.

  Este error sería la manifestación de un *conflicto semiótico* pues el significado que se asigna a dichas definiciones no coincide con el otorgado por las funciones semióticas F_2 y F_3, anteriormente definidas. Esto pareciera producirse como consecuencia de una diferente asignación de significado vectorial al número complejo z. En lugar de la función semiótica F_1 estarían estableciendo la siguiente función semiótica errónea f_4:

ANTECEDENTE		CONSECUENTE
número complejo z	f_4 ---------►	Vector con origen en el centro de la circunferencia a la que el afijo pertenece y extremo en su afijo (a,b)

- *Error en las definición de módulo y pero no en la de argumento*.

  En estos casos, la respuesta que los alumnos dan es que los números complejos del conjunto B tienen módulo constante igual al radio de la circunferencia y argumento que varía entre los valores correctos ($\pi/4$ y $\frac{3}{4}\pi$). Aquí se hace evidente un *conflicto semiótico de tipo cognitivo*, pues los estudiantes hacen uso de dos funciones semióticas contradictorias para asignar significado geométrico-vectorial a los números complejos, f_4 para responder el ítem asociado al módulo y F_1 para el asociado al argumento.

- *Errores causados por la incorrecta identificación de los argumentos asociándolos a raíces enésimas.*

  Los alumnos que incurren en este error respondieron que todos los números complejos que pertenecen al conjunto B tienen el mismo módulo y sus argumentos responden a la fórmula $\frac{\varphi + k.2\pi}{n}$. Aparentemente existe un razonamiento abductivo asociado a la siguiente propiedad: Las raíces enésimas de un número complejo w pertenecen a una circunferencia de centro (0, 0) y radio $\sqrt[n]{|w|}$ y sus argumentos son de la forma $\frac{\varphi + k.2\pi}{n}$.

  La abducción los conduce a concluir que todos los números complejos que están representados en una circunferencia corresponden al conjunto de raíces enésimas de un número dado. Pareciera que se establece la siguiente función semiótica errónea f_5:

ANTECEDENTE		CONSECUENTE
números complejos cuyos afijos pertenecen a una circunferencia	f_5 ----------►	Raíces enésimas de algún número complejo w.

- *Error causado por la incorrecta interpretación de la expresión simbólica |z-4i|.*

A la condición |z-4i| le atribuyen el significado de |z|. Como en la definición del conjunto B se expresa que $|z-4i|=\sqrt{8}$, interpretan que es "z" quien tiene un módulo constante. Se establece una función semiótica errónea f_6:

ANTECEDENTE		CONSECUENTE
|z-4i|	f_6 ⇢	módulo de z

5. Conclusiones

En este trabajo se exploraron los *significados declarados* de números complejos a través de las funciones semióticas establecidas y de los conflictos semióticos que se manifiestan a partir del uso de la representación geométrica-vectorial. El nivel de resolución observado muestra que una gran proporción de alumnos no pudo emplear correctamente este tipo de representación. Esto permitiría afirmar que, al momento de la evaluación, los alumnos no tenían construido el *significado geométrico pretendido* de los números complejos. Esto lleva a conjeturar que el sistema de prácticas desarrollado en las clases no contempló suficientes actividades pertinentes planteadas en el registro gráfico; esta conjetura plantea la necesidad de futuras indagaciones.

Lo anteriormente expuesto, por un lado confirma lo planteado en el EOS, acerca del condicionamiento de los subsistemas de prácticas a la dupla objeto/representación; por otra parte, plantea, como objetivo de futuras investigaciones, el análisis de las prácticas ligadas a la representación geométrica-vectorial de los elementos de este campo numérico, que se desarrollan en la asignatura. Además, proyecta, como objetivo didáctico el desafío de implementar secuencias de enseñanza que favorezcan la construcción, por parte de los alumnos, de las funciones semióticas que permitan ampliar el alcance de sus prácticas matemáticas.

6. Referencias

Borassi, R. (1987). Exploring Mathematics through the Analysis of Errors. *For the Learning of Mathematics*, 7, 2-9.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano.* Cali, Colombia: Univ. del Valle.

Font, V., Godino, J. D. & D'Amore, B. (2007). Enfoque Ontosemiótico de las representaciones en Educación Matemática, en M. J. Alderete y M. L. Porcar (Eds.), *Temas de Didáctica de las Matemáticas* (pp. 1-20). Mendoza, Argentina: Univ. de Cuyo. Versión ampliada del artículo: Font, V., Godino, J. D. & D'Amore, B. (2007). An ontosemiotic approach to representations in mathematics education. *For the Learning of Mathematics,* 27 (2), 2-7. Disponible en: www.webpersonal.net/vfont/enfoque_ontosemiotico_representaciones.pdf

Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. & Wilhelmi, M. R. (2007). *Pauta de análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. Disponible en: www.ugr.es/~jgodino/indice_eos.htm

Godino, J. D., Batanero & C., Font, V. (2008). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada*. Disponible en: http://www.ugr.es/local/jgodino

Hitt, F. (2001). El papel de los esquemas, las conexiones y las representaciones internas y externas dentro de un proyecto de investigación en educación matemática, en Gómez,

P. Y Rico, L. (Eds.): *Iniciación a la investigación en Didáctica de la Matemática*. Homenaje al Profesor Mauricio Castro. Granada. Editorial Universidad de Granada.
Janvier, C. (ed.) (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum A.P.
Kaput, J. (1991). Notations and representations as Mediators of Constructive Processes. En E. Von Glasersfeld (Ed.), *Radical Constructivism in Mathematics Education.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 53-74.
Pochulu, M. D. (2004). Análisis y categorización de errores en el aprendizaje de la matemática en alumnos que ingresan a la universidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35 (4). Disponible en: www.campusoei.org/revista/deloslectores/849Pochulu.pdf.
Radatz, H. (1980). Students' Errors in the Mathematical Learning Process: A Survey. *For the Learning of Mathematics,* 1(1), 16-20.
Radford, L. (1998). On signs and representations. A cultural account. *Scientia Pedagogica Experimentalis, 35*(1), 277-302. Disponible en: www.laurentian.ca/NR/rdonlyres/BD762C3F-3C8D-4D51-A91F-6648A04A626C/0/signs_and_rep.pdf Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de la Matemática. En Kilpatrick Jeremy, Gómez Pedro y Rico Luis (Eds.). *Educación Matemática*. México: Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 69 – 108.

DIVERSIDAD DE REPRESENTACIONES DE FUNCIONES EN EL DESEMPEÑO DE ALUMNOS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA

María Rosa Romiti[1]; Natalia Sgreccia[2]; Marta Caligaris[1]
[1]Grupo Ingeniería & Educación – Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional
[2]Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Universidad Nacional de Rosario – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
mromiti@arnet.com.ar, sgreccia@fceia.unr.edu.ar, mcaligaris@frsn.utn.edu.ar

Resumen
El concepto de límite de funciones es relevante para plantear otros del Cálculo. En la asignatura Análisis Matemático I de las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás, la unidad temática que comprende dicho concepto es la primera en la que los alumnos se acercan a un contenido en el que necesitan gran manejo simbólico, abstracto y visual.
En el marco de la teoría de Duval y frente a las dificultades detectadas en el aprendizaje del concepto de límite, se está elaborando una tesis de Maestría que pretende analizar el desempeño de los estudiantes ante la presencia de distintos registros de representación.
En este trabajo se presenta el plan de tareas de la tesis y se muestra el estudio realizado en los primeros meses de 2011 en la unidad previa al concepto de límite –Funciones– acerca de los registros que los alumnos conocen así como sus preferencias.

Palabras clave: funciones – registros semióticos –representaciones

1. Introducción

El concepto de límite de funciones es relevante para plantear otros del Análisis Matemático I, como los del Cálculo Diferencial e Integral, que se apoyan en ellos para su formalización y comprensión, incluso para otras ciencias, como Física. Es la primera unidad en la que los alumnos se acercan a un contenido en el que necesitan gran manejo simbólico, abstracto y visual, para abordar las definiciones y teoremas, de la misma unidad y de las siguientes.
Año tras año los docentes de la Facultad Regional San Nicolás de la Universidad Tecnológica Nacional (FRSN-UTN) detectan dificultades en el aprendizaje de los alumnos y particularmente en la unidad en que se centra este estudio. Antes de exponer las mismas, es necesario aclarar que se tendrá como referencia teórica principal a la teoría de registros de representación semiótica y su incidencia en el aprendizaje de la Matemática, particularmente en el concepto de límite de funciones. Este enfoque ha sido desarrollado por Duval (1999), quien sostiene que las acciones de tratamiento (transformación en un mismo registro) y de conversión de registros (transformación de un registro a otro) son imprescindibles en la actividad matemática.
A partir de las dificultades detectadas por docentes de la asignatura Análisis Matemático I, de la FRSN-UTN, se reconoce lo siguiente como diagnóstico actual.

1.1. Desconocimiento de ciertos símbolos matemáticos y aplicación de propiedades algebraicas

Desde el inicio del cursado en Análisis Matemático I, en la unidad de funciones, el desconocimiento de determinados símbolos, propios de la Matemática, les ocasiona

dificultades a los estudiantes. Éstas se agravan particularmente en las siguientes unidades, cuando se introduce límite y continuidad de funciones.
El pasaje del análisis realizado mediante tabla de valores, mostrando tendencias de una determinada función, para luego lograr la construcción de la definición, es una ardua tarea. Los límites infinitos, indeterminaciones, límites que no existen, son otras de las dificultades que se presentan. Salen a la luz los problemas algebraicos y numéricos de los estudiantes, cuando tienen que aplicar principalmente el límite de una división de funciones.

1.2. Preferencia y mayor seguridad en ciertas actividades en detrimento de otras, que involucran diversidad de registros

Una vez trabajadas las definiciones de límite ordinario y límites laterales, acompañadas de gráficas mostrando las distintas situaciones que pueden presentarse, es notable la dificultad que a los estudiantes les trae graficar o buscar leyes que verifiquen determinadas condiciones impuestas sobre límite. Es decir, ser ellos mismos los que tienen que proponer una ley o gráfico les provoca inseguridad.
Hacer que los alumnos lean y expliquen un texto donde prevalecen los símbolos matemáticos es más difícil y provoca mayor resistencia que pedir que realicen cálculos de límites, aplicando algunas de las técnicas dadas. A éstos los resuelven por lo general de manera rutinaria sin detenerse a interpretar su resultado.
Estas preferencias también se observan en las unidades siguientes.

1.3. Dificultad para justificar el valor de verdad de las proposiciones matemáticas

En exámenes parciales y finales de la asignatura, cuando se les solicita a los estudiantes que por medio de teoremas, definiciones o ejemplos determinen y justifiquen la veracidad de una cierta proposición, son pocos los que logran expresarse en forma completa y ordenada.
En este análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de límite de funciones, no se puede dejar de lado la evaluación. Se considera relevante aplicar las conversiones de registros y los tratamientos en los trabajos prácticos y exámenes para analizar y utilizar sus resultados como información que permita profundizar sobre los que más dificultades le traen al alumno.
Una preocupación constante de la evaluación cualitativa es el proceso y no sólo el resultado final. Es importante ver cómo se desenvuelve el sujeto durante y a través de todo el proceso de aprendizaje de modo que, bien formado intelectualmente, pueda seguir aprendiendo después (Álvarez Méndez, 1987).
En carreras como las Ingenierías, los docentes más que "enseñar y transmitir" contenidos, deberían ayudar a los futuros ingenieros a "aprender a aprender" y promover su desarrollo cognitivo y personal mediante actividades que les exijan un papel activo en lugar de una recepción pasiva que sólo tiende a la memorización y en esto tiene mucho que ver la formación básica que reciban (Schivo y Romiti, 2008).
En la búsqueda de soluciones o, al menos en un principio, de interpretaciones que permitan entender mejor el fenómeno para, a partir del conocimiento producto de la investigación, contribuir a potenciales futuras propuestas, surgen los **objetivos de la investigación**. Los mismos están asociados a los estudiantes de la asignatura Análisis Matemático I de primer año, puntualizándose en el contenido límite de funciones, de las carreras de Ingeniería de la FRSN - UTN, y específicamente son:

a) Determinar los registros que conocen.

b) Clasificar dichos registros según su nivel de desempeño (satisfactorio y no tanto).
c) Identificar los registros de preferencia.
d) Indagar sobre los motivos de tal inclinación.
e) Examinar las conversiones entre registros que les ocasionan mayor dificultad.
f) Idear propuestas que podrían disminuir tales dificultades.

El diagnóstico presentado y el aprendizaje del concepto de límite, que suele resultar significativamente difícil, han generado la necesidad de realizar un trabajo de análisis con la unidad de Funciones, con los ingresantes a la facultad, focalizado en obtener información sobre los registros que conocen, sus preferencias y cuáles son los motivos de éstas.

Resulta pertinente realizar un estudio previo a la unidad de Límite, para recoger información acerca de cuáles son los registros que conocen, cuál es el nivel de desempeño que tienen en cada uno de dichos registros, qué registros prefieren y a qué se debe tal inclinación. Para delimitar el objeto de estudio, cabe aclarar que se centró la atención en las especialidades de Ingeniería Industrial (turno tarde) e Ingeniería Electrónica. El criterio con el que se ha efectuado la selección de las especialidades se fundamenta en que son las dos que usualmente presentan características prácticamente opuestas en lo que respecta al perfil del alumnado ingresante. Mientras que en Ingeniería Industrial la mayoría proviene de escuelas donde la formación en Matemática no es el fuerte, en Ingeniería Electrónica la generalidad de sus ingresantes proviene de escuelas técnicas, lo que les brinda una mejor preparación en los conocimientos básicos necesarios para estudiar Ingeniería.

Para realizar la experiencia tampoco se tuvieron en cuenta los alumnos recursantes, ya que los mismos tienen cierto conocimiento del tema.

A continuación se muestra el estudio realizado en los primeros meses de 2011 en la unidad de Funciones, acerca de los registros que conocen y las preferencias de los alumnos. Se pretende con este estudio recabar información necesaria para el avance de la investigación.

2. Método

De acuerdo a la problemática que será abordada en la investigación y a los objetivos propuestos, se utilizará el enfoque cualitativo, ya que se trabajará sobre la realidad, intentando ser lo más fiel en la interpretación de los hechos que se observan. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2003) "... Su propósito consiste en 'reconstruir' la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido" (p. 5).

Bravin y Pievi (2008) sostienen que los métodos cualitativos suelen resultar más apropiados para el campo educativo en general, según lo demuestra la práctica misma de la investigación (p. 161). Los sujetos son vistos como agentes activos que hacen la realidad de la que participan y en la que se encuentran inmersos.

Se considera que los objetivos específicos: determinar los registros que conocen, e identificar los registros de preferencia, pueden lograrse llevando a cabo un estudio exploratorio, para familiarizarnos con el fenómeno desconocido y así obtener información de interés. Teniendo en cuenta los objetivos específicos: clasificar dichos registros según su nivel de desempeño, indagar sobre los motivos de tal inclinación e idear propuestas que podrían disminuir tales dificultades, se requiere realizar un estudio descriptivo, ya que "Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier

otro fenómeno que se someta a un análisis" (Danhke,1989, citado en Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2003, p. 117). El valor que otorgan los investigadores a este estudio es el de recolectar datos que muestren un fenómeno o situación que ocurre.
Se ha ideado, para responder a los interrogantes realizados en la investigación y poder alcanzar los objetivos planteados, el diseño no experimental. Se trata de una investigación donde no se manipulan en forma intencional las variables independientes, sino se observan fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.
La muestra en estudio estuvo constituida por 23 alumnos del primer nivel de Ingeniería Electrónica y 29 alumnos de primer nivel de Ingeniería Industrial de la FRSN.
Por último, al comparar la información obtenida en ambos cursos, el estudio adquirirá también el rasgo de correlacional.

2.1. Registros de representación semiótica

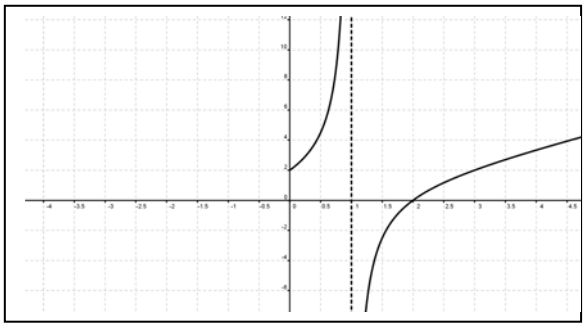
Para recolectar datos a partir de los cuales se pudiera obtener información sobre los registros que los estudiantes conocen, se tendrá en cuenta lo siguiente: se considera que el alumno conoce un registro de representación semiótica si puede realizar transformaciones de tratamiento en ese registro. Los registros de representación semiótica que se utilizarán son el lenguaje gráfico, el lenguaje natural y el lenguaje algebraico.
Lenguaje gráfico: diremos que se está empleando este sistema de representación cuando se usan códigos gráficos, a modo de dibujos o esquemas, para resolver el problema, como son: representaciones en diagramas o gráficos cartesianos.
Lenguaje natural: también llamado lenguaje ordinario, es el que utiliza una comunidad lingüística con el fin primario de la comunicación. Puede ser escrito u oral. En este trabajo se utilizará el medio escrito.
Lenguaje algebraico: diremos que se está utilizando este registro cuando se trabaja lenguaje exclusivamente simbólico, en un plano abstracto, usualmente alfabético y algunos vocablos griegos. Se identifican las incógnitas o variables con letras.

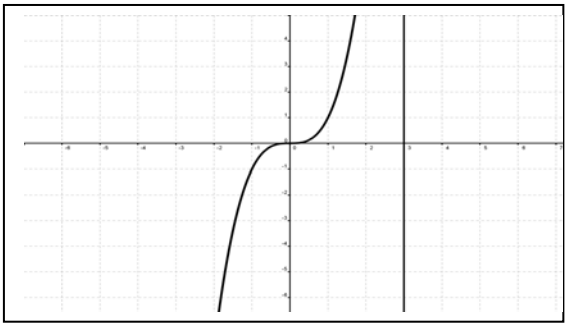
2.2. Actividades diseñadas

A continuación se presentan las actividades áulicas para recolectar información que permita alcanzar los objetivos específicos de la investigación.
Actividad de tratamiento que involucra conocimientos en el lenguaje gráfico

I) a) Dada la gráfica de la Figura 1, correspondiente a una función real, extenderla para obtener una función par.
   b) Marcar sobre el eje horizontal, con color, el dominio de la función extendida.

II) Dada la gráfica de la Figura 2, correspondiente a una función real, representar la función simétrica respecto de la recta de ecuación x=3.





Actividad de tratamiento que involucra conocimientos de los estudiantes en el lenguaje natural

I) Para vos, ¿qué es una función? Explícalo con tus palabras.

Actividad de tratamiento que involucra conocimientos de los estudiantes en el lenguaje algebraico

I) Sean las funciones reales cuyas leyes son: $f(x)=\sqrt{\left(\frac{1}{x}\right)^2}$ y $g(x)=\left(\sqrt{\frac{1}{x}}\right)^2$.

Responder si resultan verdaderas o falsas las siguientes proposiciones. Justificar las respuestas.

a) Las funciones *f* y *g* tienen igual dominio.
En cualquiera de los casos (V o F) indicar el/los dominio/s.

b) Ambas funciones tienen la misma ordenada al origen.

c) El conjunto imagen (codominio) es el mismo para las dos funciones.

d) La función *g* no tiene ceros.

Actividad de tratamiento para determinar el registro que los estudiantes prefieren

I) Dada la función: $f: R-\left\{\frac{-1}{2}\right\} \to R-\left\{\frac{3}{2}\right\} / f(x)=\frac{3x}{2x+1}$ se pide:

a) Elegir una de las siguientes opciones.

I. Representarla gráficamente
II. Hallar la función inversa
III. Expresar en palabras por qué no es posible analizar la paridad de la misma.

b) Explicar brevemente los motivos de la elección anterior

II) Cuando trabajás en cálculos auxiliares, ¿de qué manera solés representar una función?

3. Resultados del estudio preliminar

Las actividades presentadas en el punto anterior se llevaron a cabo en tres instancias luego de desarrollarse los contenidos de funciones que eran requeridos. Las dos especialidades se evaluaron en forma conjunta y con las mismas actividades para garantizar equidad.

Se consideró la clasificación presentada en la Tabla 1 para la corrección de los trabajos prácticos.

SATISFACTORIO	NO TAN SATISFACTORIO	
El que realiza la totalidad de los ejercicios bien.	PARCIALMENTE SATISFACTORIO	TOTALMENTE INSATISFACTORIO
	El que realiza la mitad de los ejercicios bien o más.	El que realiza menos de la mitad bien o entrega la hoja en blanco.

Tabla 1. Clasificación para la corrección de los trabajos prácticos

En las Tablas 2 y 3 se presenta un registro del primer procesamiento efectuado sobre las evaluaciones realizadas en el curso de Ingeniería Electrónica. Puede observarse que el registro gráfico es el que los estudiantes más conocen y el que elige la mayoría,

mientras que -paradójicamente- el registro natural es el que menos conocen y el que menos eligen.

	CONOCEN EL REGISTRO		
	GRÁFICO	ALGEBRAICO	NATURAL
SATISFACTORIAMENTE	39%	27 %	5%
PARCIALMENTE	35%	50 %	27%
INSATISFACTORIAMENTE	26%	23%	68%

Tabla 2. Resultados de las evaluaciones en Ing. Electrónica

REGISTROS DE PREFERENCIA			
REGISTRO	Alumnos que lo eligieron	Alumnos que lo resolvieron bien	Alumnos que lo resolvieron mal
GRÁFICO	73% (16 alumnos)	12 alumnos	4 alumnos
ALGEBRAICO	18 % (4 alumnos)	2 alumnos	2 alumnos
NATURAL	9% (2 alumnos)	1 alumno	1 alumno

Tabla 3. Registros de preferencia en Ing. Electrónica

Se realiza una presentación análoga, correspondiente a la especialidad Industrial, en las Tablas 4 y 5 Se puede observar que los registros gráfico y natural son los que más conocen, pero el que más eligieron es el registro gráfico. Puede notarse, además, que el registro algebraico es el que menos conocen y es el que menos eligen.

	CONOCEN EL REGISTRO		
	GRÁFICO	ALGEBRAICO	NATURAL
SATISFACTORIAMENTE	21%	7%	21%
PARCIALMENTE	41%	43%	15%
INSATISFACTORIAMENTE	38%	50%	64%

Tabla 4. Resultados de las evaluaciones en Ing. Industrial

REGISTROS DE PREFERENCIA			
REGISTRO	Alumnos que lo eligieron	Alumnos que lo resolvieron bien	Alumnos que lo resolvieron mal
GRÁFICO	63% (17 alumnos)	13 alumnos	4 alumnos
ALGEBRAICO	15 % (4 alumnos)	Ninguno	4 alumnos
NATURAL	22% (6 alumnos)	2 alumnos	4 alumnos

Tabla 5. Registros de preferencia en Ing. Electrónica

Para un conocimiento más en profundidad de las producciones de los alumnos, se transcriben a modo ilustrativo, algunas de sus respuestas en relación a las consignas que involucraban lenguaje natural.

Satisfactorio: "*Una función es aquella relación entre dos conjuntos que hace que a cada elemento del primer conjunto le corresponda un único del segundo".* Totalmente insatisfactorio: *"Una función es una forma de expresar algo en "función" de otra cosa".*

4. Conclusiones

En las dos especialidades, los alumnos que eligieron trabajar con el registro gráfico argumentaron en su gran mayoría que fue porque les resultaba más fácil que el registro algebraico. Nunca lo compararon con el registro natural, siendo ésta una de las opciones. Lo mismo sucedió con los que eligieron trabajar con el registro algebraico: sólo lo compararon con el gráfico. Algunos alumnos sostuvieron que eligieron un tipo de registro en particular porque lo utilizaban en el secundario o simplemente lo hicieron así sin estar en condiciones de proporcionar una explicación.

En la especialidad Electrónica, llama la atención el bajo rendimiento en el lenguaje natural así como la poca elección del mismo por parte de los alumnos, siendo -paradójicamente- éste el lenguaje habitual de comunicación entre las personas. En la especialidad Industrial sucede algo similar con el registro algebraico, en cuanto al bajo rendimiento y escasa elección del mismo. Posiblemente entre sus causas pueda considerarse la forma de trabajo en la escuela de procedencia de los alumnos.

5. Referencias

Álvarez Méndez, J.M. (1987). *Didáctica, Curriculum y Evaluación. Ensayos sobre cuestiones didácticas*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Bravin, C. y Pievi, N. (2008). *Documento Metodológico Orientador para la Investigación Educativa*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación e Instituto Nacional de Formación Docente.

Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3ra. ed.). México DF: McGraw Hill.

Schivo, M. y Romiti, M. (2008). *Una mirada al proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática para ingeniería*. En M. Taborda y A. Spiegel (Compiladores), Construyendo puentes entre la universidad y la sociedad. Rosario: Propuesta gráfica.

O CÁLCULO MENTAL ARITMÉTICO E A ELABORAÇÃO DE SABERES DOCENTES

Maria Auxiliadora Bueno Andrade Megid
Pontifícia Universidade Católica de Campinas — PUC-Campinas
dmegid@puc-campinas.edu.br

Resumo
Este trabalho foi desenvolvido em uma sala de um curso de Pedagogia em uma disciplina que envolvia aspetos metodológicos relacionados ao ensino de matemática para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Através de narrativas orais e escritas, foram retomadas ações dos alunos acerca do cálculo mental das operações aritméticas fundamentais na perspectiva da construção de saberes para a docência futura. Como procedimentos metodológicos para a coleta de dados, utilizaram-se práticas reflexivas exploratório-investigativas envolvendo o cálculo mental e escrito de estratégias de resolução das operações e escrita de narrativas das ações. Na socialização das narrativas era possível produzir, individual e coletivamente, conhecimentos sobre operações aritméticas e estratégias que poderiam ser utilizadas quando da docência futura. Nesse movimento ocorreu a compreensão de como a escrita e o cálculo mental possibilitam a (re)construção de conceitos e procedimentos envolvidos nas operações aritméticas de forma significativa, auxiliando na configuração de uma possível prática docente.

Palavras-Chave: cálculo mental; narrativas; formação de professores.

1. Introdução

Nas nossas experiências com alunos da Pedagogia em uma disciplina que aborda o trabalho com a matemática e sua metodologia, iniciamos solicitando que os alunos nos indiquem o que esperam dessas aulas, considerando o lugar e a função dessa disciplina no curso. Normalmente costumam nos dizer que ela deve auxiliá-los a aprender como ajudar os alunos da escola básica a entender matemática. Alguns chegam a destacar ser preciso aprender matemática para poder ensiná-la, manifestando que têm muita dificuldade com essa área de conhecimento. Alguns pedem que tenhamos paciência com os alunos da turma de Pedagogia, pois há muito para lhes ensinar. Mas a preocupação normalmente se centra em aprender para que possam posteriormente atender às necessidades daqueles alunos com os quais vão contracenar após a sua formação no curso de Pedagogia. Entre os estudantes de Pedagogia, raramente encontramos alunos que demonstrem afinidade com a matemática. Com a turma na qual desenvolvemos a presente pesquisa, não foi diferente. No depoimento que se segue, de uma aluna numa das primeiras aulas da disciplina, encontramos, de certa forma, sintetizados os sentimentos da maioria dos seus participantes: *Eu vejo a disciplina como de extrema importância no curso. Embora eu tenha traumas com ela (muita dificuldade na escola), creio que é a disciplina que mais gera desafios e dificuldades para a maioria das crianças. E cá entre nós, no mundo em que vivemos não fazemos nada sem ter noção de matemática.*

Tomando por base tais sentimentos tínhamos a intenção de desenvolver com aqueles alunos uma abordagem diferenciada sobre as operações aritméticas fundamentais, que lhes permitisse, a partir de práticas reflexivas exploratório investigativas, melhor compreender as estratégias de cálculo mental e escrito, tradicionais ou não,

configurando saberes sobre as operações e sobre como ensiná-las em sua provável prática docente futura.

2. O conhecimento matemático articulado à escrita

No decorrer de nossa pesquisa, buscamos utilizar a escrita e a interação da escrita e dos sujeitos que escrevem, na perspectiva de potencializar a aprendizagem matemática, e perceber como esse movimento pode favorecer a aprendizagem e a (re)construção dos conceitos aritméticos das quatro operações básicas. Acreditamos que a escrita livre possa explicitar os sentimentos relacionados à disciplina de matemática. Powell e Bairral (2006, p. 18), em uma pesquisa com alunos de Ensino Fundamental, perceberam as preocupações que eles possuíam, relativas aos deveres e às tarefas que tinham de realizar; a ansiedade ao apresentar-se diante da turma; a ansiedade com as avaliações do conteúdo, da estrutura e da pedagogia da disciplina e com assuntos acerca de interações sociais. Comentam ainda que, pela escrita, os interlocutores refletem de maneiras diferentes sobre o que vivenciaram a partir da matemática.

A ação de escrever propicia a aprendizagem de muitos aspectos relacionados à linguagem. Daí a importância de ter o aluno como centro da própria ação de aprendizagem. Ele deverá escolher seu estilo, suas palavras, suas formas de expressar-se. Por vezes são detectadas dificuldades na compreensão de alguns conteúdos, o que pode ajudar na percepção de onde estão os aspectos a serem mais bem trabalhados. Essa percepção se dá tanto para o professor quanto para o aluno. E o superar dessas dificuldades, em diferentes experiências com a escrita, proporciona um avanço na melhoria da linguagem e de vocabulários diferentes. Sabemos que o conhecimento matemático pode emergir por meio da escrita. Powell e Bairral (2006) chamam tal conhecimento de "matematização mediante o registro escrito". Para os autores, matematizar é um processo natural, próprio de todos os homens e mulheres, que se desenvolve a partir da tomada de consciência dos aspectos vivenciados.

Dessa forma, as reflexões sobre nossas experiências proporcionam aprendizagens. As experiências devem ser entendidas como aquelas que envolvem situações de aprendizagem. Afinal, a experiência por si só não apresenta conhecimento; precisa estar acompanhada de atos mentais, da reflexão, pois assim será passível de atribuição de sentidos e significados, tornando-se objeto de conhecimento. Também a experiência com a escrita proporcionará reflexões sobre as ações mentais e articulará, para o estudante, a produção de caminhos novos, mais produtivos e próprios para aprender.

Dar oportunidade aos alunos para expressarem-se a partir da escrita em matemática é interessante para desenvolver a aprendizagem. Dessa forma eles poderão relacionar o que já sabem ao conhecimento matemático que será tratado. E, ainda mais, como no caso de nossa pesquisa, além do conhecimento específico da disciplina, afloram sentimentos de vivências nem sempre positivas. A partir da escrita torna-se possível retomar tais experiências e proporcionar a superação de muitas dificuldades.

3. Os algoritmos das operações aritméticas

Percebemos em nossas primeiras conversas com os alunos envolvidos na pesquisa que as operações aritméticas básicas traziam-lhes preocupações. Pensavam ser preciso saber resolver essas operações utilizando o algoritmo comumente ensinado nas escolas e de forma correta. Aliás, esse costuma ser procedimento corriqueiro nas escolas de Ensino Fundamental: o trabalho com os algoritmos das operações preenche grande parte do tempo destinado ao ensino de matemática nos anos iniciais. E mais: há necessidade de

uniformização das ações para realizar as operações, considerando importante também o acerto no seu resultado. Atingir sucesso nessa disciplina significa resolver uma determinada operação a partir do algoritmo ensinado e dar a ela resposta correta.

Porém, uma questão por vezes ignorada por aqueles que vão abordar o cálculo das operações aritméticas fundamentais com as crianças se refere à aquisição do conceito de número. Para que tal fato ocorra, a criança deverá trabalhar com comparações, correspondências, classificações, até que consiga perceber o processo de conservação de quantidades, e assim assimilar a contagem. Apenas a partir dessas vivências é que a criança se encontrará em condições de realizar as operações aritméticas básicas. Outro aspecto de igual importância se refere à aquisição do conceito do número zero e suas possibilidades de utilização. Embora as crianças já conheçam a existência deste número mesmo antes de chegar à escola, há aspectos que lhes são obscuros. Por exemplo, o fato de o zero estar associado à inexistência, ao nada. Por outro lado, no sistema posicional decimal utilizado por nós, o uso do zero, é fundamental quando necessitamos "ocupar" uma ordem para compor determinados números.

Pode ser importante destacar que as práticas utilizadas para o cálculo aritmético nas escolas fundamentais, os algoritmos veiculados, representam uma entre as tantas produções humanas construídas no decorrer da história para facilitar o cálculo. Outras tantas foram utilizadas e ainda hoje podem ser empregadas para a realização dos cálculos. Exemplo disso seria o cálculo mental. As pessoas utilizam diferentes recursos para realizar as operações mentalmente e, muitas vezes, têm dificuldades para explicar os processos utilizados. É importante salientar que a matemática é uma atividade humana, e as pessoas precisam compreender a matemática que encontramos na realidade.

No que se refere aos algoritmos das quatro operações básicas, Brocardo e Serrazina (2008) enfatizam que o desenvolvimento de diferentes formas de resolvê-las constitui-se em aspecto marcante na história da matemática. Primeiramente, o cálculo escrito era para manejo por apenas poucos privilegiados que dominavam o uso do ábaco. A partir da Idade Média, com a disseminação dessa habilidade, o cálculo escrito, assim como a leitura e a escrita, configurou-se numa capacidade que a escola deveria desenvolver (p. 101).

Desde então os programas de matemática têm mantido sua tônica no ensino dos algoritmos para os anos iniciais. Brocardo e Serrazina (2008) defendem a idéia de que eles deveriam ser introduzidos mais tarde na vida escolar do aluno. Quanto à utilização do algoritmo no currículo de matemática, não há consenso entre alguns autores. Um dos argumentos contrários ao seu uso diz respeito à facilidade de operar cotidianamente com o cálculo mental. Quando é preciso realizar operações mais complexas ou que necessitem de maior precisão, o melhor seria lançar mão da calculadora.

Nessa mesma linha de oposição ao uso dos algoritmos, encontramos autores (por exemplo, CHACÓN, 2003) que consideram que aos alunos deve ser dada a liberdade de buscar seus próprios caminhos, o que pode trazer certa fluência de cálculo mental e, não raramente, vai desembocar em percursos muito semelhantes aos algoritmos tradicionais. A corrente que defende o uso dos algoritmos ancora-se na tradição escolar e argumenta que há muito tempo os algoritmos estão no currículo e constituem-se em uma produção humana historicamente construída.

Entendemos que os algoritmos devam ser abordados no contexto da escola, mas não como ponto de partida para o ensino das operações fundamentais. Deveria ser o ponto de chegada de um caminho que se inicia com as ações concretas dos alunos, passando

por suas estratégias pessoais, muitas vezes ancoradas nas habilidades do cálculo mental. A socialização dos recursos usados pelos diferentes alunos poderá promover uma aproximação à resolução de cálculos de uma maneira mais simples, cabendo aos alunos escolher seus próprios recursos. Somente ao final, caso o próprio grupo ainda não tenha (re)construído os algoritmos tradicionais, estes poderiam ser apresentados pelo professor. Na concepção adotada por nós no presente trabalho, considerando que os alunos envolvidos já possuíam experiências de aprendizagem das operações, exploramos as possíveis formas de resolvê-las, partindo de como as articulavam mentalmente e como registravam os passos percorridos no caderno. Nas exposições dos alunos, alguns manifestaram o uso do algoritmo tradicional (mesmo calculando mentalmente), outros usavam recursos próprios, dependendo da operação em questão. E o que nos importava era que verificássemos os diferentes caminhos possíveis para realizar a operação e quais argumentos eram utilizados. Por fim, trazemos à discussão outro fator relevante com respeito a um elemento condicionador do cálculo escrito veiculado nas escolas. Há uma segurança em realizar os cálculos aritméticos utilizando os processos legitimados pela tradição escolar. Souza (2004) chama isso de "segurança psicológica", a qual fica desestabilizada quando se propõe outra alternativa para a resolução de operações aritméticas.

4. Atividades envolvendo cálculo mental

A tarefa apresentada aos alunos envolvendo cálculo mental tinha como propósito, de um lado, problematizar diferentes estratégias e possibilidades de cálculo aritmético relativo às quatro operações fundamentais; e, de outro, criar condições para a compreensão dos algoritmos operatórios tradicionalmente privilegiados pelas práticas escolares. Mas, antes de narrar o acontecido, cabe esclarecer o que entendemos por cálculo mental. Da mesma forma que Parra (1996), "entendemos por cálculo mental o conjunto de procedimentos em que, uma vez analisados os dados a serem tratados, estes se articulam, sem recorrer a um algoritmo pré-estabelecido para obter resultados exatos ou aproximados." (p. 189). Solicitamos que nossos alunos reunissem-se em grupos e resolvessem mentalmente algumas operações. Ao mesmo tempo em que resolviam, iam dizendo "em voz alta" o que estavam pensando e um colega do grupo ia registrando todos os procedimentos. Caso alguém verificasse que seu procedimento deveria ser refeito, não deveria apagar a primeira tentativa, mas escrever a segunda após o que aconteceu primeiro e identificar em que e por que mudou de opinião. O cálculo mental, naquele momento, serviria para clarear nossa intenção de indicar que não há necessidade da utilização de uma única maneira/técnica/algoritmo de resolver as operações matemáticas. Dito de outra forma: ao nos depararmos com situações de cálculo, entendemos ser importante eleger, em função do que se apresenta — os números e as operações —, um procedimento que seja adequado àquele que está operando e ao estágio em que a pessoa se encontra. Isso significa que a melhor maneira para resolver um cálculo, para uma pessoa, não necessariamente o será para outra.

Segundo os comentários dos alunos, muitos fizeram o cálculo de cabeça, mas utilizando a técnica convencional para confirmar o resultado. Quando somou o 4 com o 6, por exemplo, só ficou segura que dava 10 quando viu o número 1 do 10 "subindo". Podemos observar nestes comentários que somente o algoritmo aprendido na escola permitia a validação de um resultado. Novamente nos deparamos com as crenças que se enraizaram nos procedimentos dos alunos e constatamos que eles apresentam dificuldade para questionar ou para agir de outra maneira. Também foi utilizado, em

todas as operações, o procedimento de contar nos dedos, recurso que, como denunciado por muitos deles, era proibido na escola. Outros ainda usavam a tabuada. Para a divisão, alguns "imaginavam" a conta na chave e verificavam quantos de um cabem no outro para finalizar a conta. Um relato de aluno para a divisão "42 : 3": ela imagina a conta e o 3 dentro da chave. Depois começa a ver se a tabuada do 3 tem o 4. Como não tem, ela vê que sobra um e desce o 2, assim finaliza a conta. Outro assim declara para a subtração "27 — 18": *Para subtrair o número 7 do 8 [sic: seria 8 do 7] ela percebe que não dá, por isso ela imagina o "empréstimo", corta o [número] 2 e vai 1 para o [número] 7, ficando 17. Aí ela conta nos dedos quanto falta do 8 até 17, depois ela lembra que como o 2 emprestou 1 na subtração, com o 1 do número 18 fica zero*.

Para a multiplicação "5 x 25", assim escreveu: *Para multiplicar 5 com 5, ela imagina o 2 [do 25] "indo" do lado do 5 (do número 25) e depois sobe (na imaginação) o número 2 para somar. O resto é automático. Já no 6 x 14, ela encontra dificuldade por não saber de cabeça quanto dá [6 x 4]; para resolver ela multiplica o 6 com o 2 [6 x 2 a aluna sabe que é 12] e do 12 ela vai somando 6, e depois mais 6, até chegar em 24 [resultado de 6 x 4]. A dupla finalizou dizendo: Tanto ela quanto eu não consegui fazer só na imaginação, foi necessário "rabiscar" para obter os resultados.*

A ação de relatarem um para o outro os procedimentos utilizados permitiu-lhes buscar os processos que realizavam mentalmente e organizar o pensamento. Retomando Smolka (1993), a fala para si, a fala interna, não precisa ser organizada, pois o assunto já é conhecido. Porém, na fala externa, na fala para o outro, há necessidade de planejar o que vai ser dito. Com isso, os alunos precisavam esclarecer para a colega o modo de pensar, o que as obrigava a desvendar os próprios caminhos que utilizavam em seus cálculos. Além disso, nesse movimento tornava-se também possível que a aluna que registrava o pensamento da colega adquirisse, incorporasse novos procedimentos. Para a divisão, trazemos um dos relatos: 78 : 9. *É um pouco mais chato, 4 x 10 = 40, guardo o 40. 4 x 9 vai dar 36, guarda porque estou pensando quantas vezes cabe o 4 no 78. Então cabe 10 x 4 = 40, mais 9 x 4 = 36. Não, tá errado! Era para dar 78. Uma outra colega alerta que seu raciocínio não estava errado, então o resultado é 19 e sobram 2. Uma colega disse que não podia sobrar, então coloca uma vírgula do lado do 9. Aí fica assim: 19,5 é o resultado, porque 5 x 4 = 20, que é o que restou, agora zerou.*

Tal registro, escrito com riqueza de detalhes, reproduziu cada passo do raciocínio do aluno. Percebemos o quanto o algoritmo tradicional fica impregnado no cálculo mental e que há dificuldades de as operações sem empregar o algoritmo.

Alguns relataram que armaram a conta em pé, mesmo na imaginação. Em metade dos registros dos alunos encontramos esse procedimento. Também a maior parte dos alunos escreveu em seus relatos que não conseguiu realizar a divisão a partir do cálculo mental. Porém, em todos os apontamentos apareceram afirmações acerca da vantagem do trabalho com o cálculo mental e da necessidade de verbalizar o cálculo realizado. Comentaram ainda sobre as dificuldades de registrar o cálculo da colega.

A instigação oferecida pela atividade envolvendo o cálculo mental, ao mesmo tempo em que permitiu a lembrança do aprendido, proporcionou a (re)construção dos conceitos até então emaranhados, referentes às operações aritméticas fundamentais. E os alunos, ao discutirem os nós e os desembaraços, construíram novos saberes, inclusive aqueles que lhes possibilitariam uma aprendizagem do saber docente.

Enfatizando a importância da escrita como estratégia de ensino nos aspectos que envolvem a matemática, apoiamo-nos em Powell e Bairral (2006), no sentido de que a

escrita força os interlocutores a refletir diferentemente sobre sua experiência matemática.

5. Algumas aprendizagens proporcionadas pela pesquisa

O registro escrito de um raciocínio mental, contado para outra pessoa, exigiu esforço da aluna que relatava seu processo de cálculo e da outra aluna que interpretava e precisava registrar, com a escrita, o pensamento da colega. Esse esforço ficou enunciado em alguns registros: *Eu achei vantagem não utilizar as regras básicas como colocar um número embaixo do outro e realizar as operações. A desvantagem é que falando em voz alta, o raciocínio se perde, pois mentalmente acontece automaticamente.* Ou como outro destaca: *Falando em voz alta, causou discussão no grupo, pois cada um opina sobre o raciocínio do outro.* Em outros depoimentos foi possível observar que as dificuldades foram superadas pelas vantagens percebidas pelos alunos. Revelaram que, ao ouvir a colega, foi possível perceber que, para fazer o mesmo cálculo, há maneiras diferentes, algumas delas até mais simples; também comentaram a dificuldade que tiveram para registrar o raciocínio da colega e para verbalizar o próprio processo mental. Alguns alunos perceberam ser possível resolver por diferentes caminhos uma mesma operação e o quanto essa diversidade pode ser positiva.

As discussões ocorridas em classe proporcionaram aos alunos a percepção de que, diferentemente de suas concepções iniciais, a matemática permite processos diferentes para a resolução das operações aritméticas. Revelaram, ainda, que o erro acontece, é esperado e não define a capacidade das pessoas. As práticas formativas que aqui apresentamos, embora não possamos declarar que sejam definitivas para definir a caminhada docente daqueles alunos, proporcionaram a reflexão sobre os processos utilizados pelos alunos para calcular, mostrando que há algoritmos diferentes para uma mesma situação; e permitiram, também, perceber o erro como caminho para a busca de compreensão do pensamento matemático.

Assumir outras práticas que não as tradicionais, para ensinar ou para provocar a aprendizagem das operações fundamentais no contexto escolar, proporcionou aos alunos uma maior segurança no conteúdo matemático e nas próprias ações para realizar os cálculos e a compreensão dos porquês das etapas de realização de tais operações. Perceberam que não é natural que todos resolvam da mesma forma os algoritmos das operações fundamentais. Por isso mesmo, foi importante que os alunos buscassem seus próprios recursos para tais cálculos, ao invés de tão-somente os resolverem a partir da transmissão das práticas sociais e históricas impregnadas no cotidiano escolar. Valorizamos os processos pessoais de apropriação do cálculo escrito, sem a intenção de categorizá-los como fáceis ou difíceis.

No processo investigativo, coube a cada aluna apropriar-se da prática que julgou mais conveniente na realização do cálculo escrito. Foi preciso partir da superação do algoritmo tradicional, utilizado com ausência de sentido, o que foi feito a partir do que podemos chamar de liberdade para trabalhar com as situações propostas, desenvolvendo a autonomia de estratégias que favorecem a aprendizagem. Tais ações, desenvolvidas no interior das práticas reflexivas exploratório-investigativas, a partir da possibilidade de discussão entre os envolvidos, proporcionaram a constituição de professores de matemática para os anos iniciais que desenvolveram sua autonomia na produção de estratégias para ensinar e aprender matemática.

6. Referências

Brocardo, Joana, Serrazina, Lurdes O sentido do número no currículo de Matemática. In: Brocardo, Joana; Serrazina, Lurdes; Rocha, Isabel (Org.) *O sentido do número: reflexões que entrecruzam teoria e prática*. Lisboa: Escolar, 2008. p. 97-115.

Chacón, Inês M. G. *Matemática emocional: os afetos na aprendizagem matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

Parra, Cecília. Cálculo mental na escola primária. In: Parra, Cecília, Saiz, Irmã (Org.) *Didática da Matemática: reflexões pscicopedagógicas*. Tradução de Juan Acuña Llorens. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1996.

Powell, Arthur; Bairral, Marcelo. *A escrita e o pensamento matemático*. Campinas, SP: Papirus, 2006.

Smolka, Ana L. B. A dinâmica discursiva no ato de escrever: relações oralidade-escrita. In: Smolka, Ana L. B.; Góes, Maria Cecília R. (Org). *A linguagem e o outro no espaço escolar*. Campinas, SP: Papirus, 1993.

Souza, Eliana S. *A prática do cálculo escrito na formação de professores: a história como possibilidade de pensar questões do presente*. 2004. 278 p. Tese (Doutorado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas.

EL INFINITO. CONCEPCIONES DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA.

María Teresa Juan; Virginia Montoro
Centro Regional Bariloche - Universidad Nacional del Comahue –Argentina
mayte.juan@crub.uncoma.edu.ar / vmontoro@gmail.com

Resumen
Con el objeto de indagar las concepciones de alumnos de secundaria respecto a aspectos muy simples del infinito, realizamos el análisis de las respuestas a un cuestionario escrito, solicitadas a 195 estudiantes de secundaria. Hemos utilizado métodos estadísticos multivariados: un Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM) y posterior a este análisis realizamos una Clasificación Jerárquica de los estudiantes según sus modos de respuestas. Los resultados nos permiten determinar cinco clases de estudiantes según son modos de respuestas: cada una de estas clases la podemos identificar globalmente con las siguientes ideas: posibilidad de obtener colecciones infinitas y infinito distinguido de todo - duda e inseguridad en la respuesta - infinito asociado a muy numeroso - infinito no es posible - en infinito está todo - no contesta.

Palabras clave: Infinito – Matemática – Concepciones – Estudiantes - Secundaria

1. Introducción

La palabra “infinito”, forma parte del lenguaje cotidiano y está cargada de significado; un significado, en muchos casos, diferente del significado matemático. Consideramos que concebir una colección de infinitos elementos presentes simultáneamente requiere poner en juego procesos mentales de un notable nivel de abstracción, ya que el infinito es un concepto que carece de correlato directo en la naturaleza y su comprensión requiere, por ende, tratar las cantidades de modo muy diferente al que es habitual al interactuar con colecciones finitas.

En las últimas décadas, con el desarrollo de estudios en educación matemática, varios autores, como Fischbein y otros (1979), Sierpinska (1985), Cornu (1983), Moreno A. y Waldegg (1991, 1995), Waldegg (1993), Artigue (1995), entre otros, han observado que la noción de infinito es frecuentemente contradictoria en los estudiantes, que su comprensión es lábil y que éstos encuentran serias dificultades de conceptualización cuando se enfrentan con conceptos que la implican.

Montoro y de Torres Curth (1999) expresan que la dificultad en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos relacionados con el infinito radica, no sólo en su riqueza y complejidad, sino también en el hecho de que los aspectos cognitivos involucrados no se pueden generar puramente a partir del simple contacto del alumno con la definición matemática provista por el profesor o por los textos.

Antes de abordar teorías formalizadas, los seres humanos tenemos una cierta concepción lo que Fischbein et al (1979) llaman imagen (conceptual) informal; la investigación muestra que tales imágenes conceptuales a menudo persisten mucho después de que las ideas formales son introducidas. Estas concepciones personales pueden implicar rasgos esencialmente contradictorios. Por ejemplo, las experiencias cotidianas invariablemente sugieren que "el todo es mayor que la parte", y así resulta, que si a un conjunto le retiramos algunos elementos, el conjunto resultante no podría tener la misma cantidad de elementos que el conjunto de partida, situación que

claramente es verdadera en los conjuntos finitos, pero falsa cuando se trata con conjuntos infinitos.

En la presente investigación, cuando hablamos de *concepción sobre el infinito*, consideramos todas las representaciones que evoque y ponga en juego el sujeto frente a situaciones que involucren el concepto de infinito, incluyendo representaciones de diferente orden de complejidad, que se extienden desde lo que algunos autores llaman *intuición* del infinito (Fischbein y col. 1979; Tirosh, 1991), hasta ideas acordes con la conceptualización matemática del mismo. En ocasiones hablaremos de *concepciones alternativas,* para referirnos a ideas que no se ajustan al estatus científico del infinito matemático, por cuanto el término *alternativa* establece una diferenciación con las concepciones científicas pero al mismo tiempo da a la concepción entidad en sí misma.

Particularmente Monaghan (2001) examinó lo que él llama *concepciones subyacentes* sobre el infinito en estudiantes preuniversitarios entre 16 y 18 años de edad. Los principales puntos encontrados se pueden resumir así: la primera visión de los estudiantes respecto al infinito es como un proceso, *algo que sigue y sigue para siempre*, sin embargo encontró en algunos estudiantes una visión del infinito como un objeto, a través de la referencia a un número muy grande o a colecciones que contienen más que cualquier número finito de elementos y que la concepción de los estudiantes sobre el infinito es inherentemente contradictoria y lábil.

En un estudio previo hemos estudiamos las concepciones de alumnos, sobre el infinito en el mismo contexto aquí empleado, pero en estudiantes universitarios de distintas carreras. En aquel caso la formación matemática resultó la variable de mayor peso para la comprensión de este concepto, seguida por el avance en la carrera. La concepción predominante en los ingresantes a la universidad es la imposibilidad de construir una colección infinita, pero ante colecciones infinitas presentadas como tales, identificarla con todo; en estudiantes de mayor edad pero sin una instrucción específica en matemática predomina la concepción del infinito identificado con mucho y por último los estudiantes avanzados, particularmente de Matemática, aceptan las colecciones infinitas sin dificultad y diferencian infinito de todo. Las ideas correctas, en los diferentes aspectos indagados están fuertemente asociadas entre sí, en cambio las ideas alternativas se encuentran muy diferenciadas (Montoro, 2005).

En el presente estudio nos situamos en una franja etaria entre 13 y 19 años, es decir estudiantes de secundaria y de diferentes colegios.

2. Objetivos:

Nos planteamos indagar las concepciones de estudiantes de secundaria, sobre aspectos básicos de la noción de infinito.

Específicamente, nos propusimos indagar si las respuestas de los estudiantes dan cuenta de: la posibilidad de obtener una colección infinita de elementos a partir de la combinación de pocos o muchos elementos que se repiten o no; la distinción entre "infinito" y "mucho" y por último, la posible distinción entre infinito y *todo*.

3. Metodología

3.1. Participantes

La población para este estudio está conformada por 195 estudiantes entre 13 y 19 años que asisten a tres colegios de la ciudad de Bariloche, en la República Argentina.

Los colegios elegidos son establecimientos de enseñanza secundaria de esta ciudad. Describiremos de manera muy sintética estos tres colegios:

CEM 2 y CEM 46: son dos colegios públicos y gratuitos, de jornada simple, de planes de estudios de 5 años. Las principales diferencias entre estos dos colegios, están dadas por la cantidad de estudiantes, (CEM 2: 230 alumnos; CEM 46: 650 alumnos) y la población de docentes (CEM 2: pocos docentes, todos con título profesional, con muchos años de permanencia en el colegio; CEM 46: muy numerosa, muchos sin ningún título profesional). El CEM 2 asimismo ha tenido un plan sostenido respecto de la enseñanza matemática.
LOSANDES: colegio público de gestión privada, con orientación tecnológica y el plan de estudios es de 6 años. Tiene una matrícula de 190 alumnos aproximadamente y solo 3 docentes de matemática. En este último colegio, desde el plan institucional se valora mucho la formación matemática.

3.2. Instrumento de indagación

Propusimos un cuestionario constituido por preguntas que indagan los aspectos del infinito expresados en objetivos[61]. La mayoría de estas preguntas presentaban la posibilidad de combinar teclas para dar determinadas órdenes a una computadora, otras preguntas se plantean en un contexto natural. Todas estas preguntas tienen además un ítem de respuesta abierta: "justifica tu respuesta"[62].

3.3. Metodología de análisis

Teniendo en cuenta la gran cantidad de datos con que contábamos, las respuestas a este cuestionario fueron analizadas mediante un Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM) (Benzécri, J., 1973), método especialmente diseñado para describir, visualizar y sintetizar grandes cantidades de datos obtenidos sobre un conjunto de individuos.
Posteriormente realizamos una Clasificación de los estudiantes a partir de sus respuestas. En forma sintética, el método de clasificación consiste en un *método jerárquico ascendente* (Ward, J. 1963) que comienza con una partición del conjunto de los 195 sujetos de manera que cada uno de los sujetos es el único elemento de una clase y en cada iteración se agrupan en una nueva clase aquellas dos clases *"más parecidas"*, en el sentido que posean casi las mismas asociaciones con los modos de respuesta. El investigador selecciona en qué iteración cortará el proceso, de manera tal que la conformación de las distintas clases, así obtenidas, tenga sentido en términos del estudio realizado[63].

---

[61] El cuestionario completo se encuentra en Juan y Montoro (2009).
[62] A modo de ejemplo, mostramos una pregunta de cada tipo:
P2: Juan y María, juegan con una máquina que puede realizar 10 tareas distintas y posee un teclado con tres teclas: M, A y P. Ellos inventaron un sistema para denominar esas tareas a través de combinaciones de las tres teclas. Las combinaciones elegidas para cada una de las tareas fueron: MAP, MP, PM, AMP, MAA, PPMMA, MAPP, A, PMM, MAPA. A este sistema lo denominaron "idioma de máquina JM". ¿Piensas que es posible con sólo estas tres teclas (M, A y P) crear un "idioma de máquina" con el cual siempre se podría dar una denominación a una tarea no prevista anteriormente?
P13.b): La cantidad de granos de arena que hay en este momento en las playas de Bariloche, ¿Es infinita?
[63] El detalle de la aplicación de los métodos, o una mayor profundización de la técnica de los mismos se puede encontrar en: Lebart, Morineau y Fénelon (1979) o en Crivisqui, (1993) o Baccalá y Montoro (2008).

4. Resultados[64]

4.1. Resultados del AFCM:

Habiendo partido de los sujetos sin clasificar, el AFCM nos brindó sugerencias respecto de grupos de estudiantes que compartían las ideas respecto de los aspectos indagados en el cuestionario, como así también de posibles relaciones de esos grupos de estudiantes que responden en forma similar el cuestionario y sus características de edad, género o colegio al que asisten.

El AFCM nos permitió identificar cuatro grupos:

Un primer grupo de respuestas está caracterizado por las respuestas correctas a todas las preguntas, principalmente las ideas presentes son:

- *Es posible obtener infinito a partir de finitos elementos:* A partir de la combinación de una cantidad finita (3, 28 ó 15.000.000) de elementos que se pueden repetir, obtengo una colección infinita.
- *Infinito diferenciado de "todo".* Un elemento del referencial no necesariamente debe estar en infinito.
- *Muy grande distinto de infinito*.

La asociación entre modalidades de variables de respuesta y de caracterización presentes en este grupo nos está señalando una fuerte vinculación entre la aceptación de las colecciones infinitas y su diferenciación con colecciones de muchísimos elementos, (como la de los granos de arena o la de las hojas de los árboles) y los estudiantes mayores o del CEM 2 y la escuela técnica.

Otro grupo de respuestas se caracteriza por la *duda* o inseguridad en los distintos tópicos indagados.

Un tercer grupo de respuestas representa la *imposibilidad de obtener infinito*, dado que tanto si contamos con pocos o muchos elementos que se repiten o no, lo que se obtiene es mucho, no infinito.

Los estudiantes menores y del CEM46, se encuentran mayoritariamente repartidos entre el segundo y tercer grupo.

El último grupo de respuestas corresponde a la *no respuesta* a las últimas preguntas del cuestionario y ninguna caracterización de estudiantes está asociada a este grupo de respuestas.

4.2. Resultados de la Clasificación:

Analizando el histograma de índices de nivel[65] correspondiente a la clasificación jerárquica, consideramos conveniente realizar la partición en 3 ó 5 clases. La clasificación en tres clases discrimina entre respuestas correctas, no respuestas y respuestas incorrectas.

Dado que nos interesa, más que observar si los estudiantes responden bien o mal, prestar atención a qué responden, cuáles son las respuestas que expresan ideas alternativas y cuáles son las asociaciones entre estas respuestas, hemos decidido

[64] Por razones de extensión de la ponencia se omitirán los detalles del análisis realizado para obtener estos resultados, en cuanto a factores tenidos en cuenta, modalidades contributivas a estos factores, modalidades bien representadas en los distintos planos, etc.

[65] Este índice es una medida de la distancia entre sujetos o grupos de sujetos que se fusionan en la iteración correspondiente

considerar para nuestro análisis la clasificación en 5 clases. El gráfico 1 muestra la distribución de las clases.

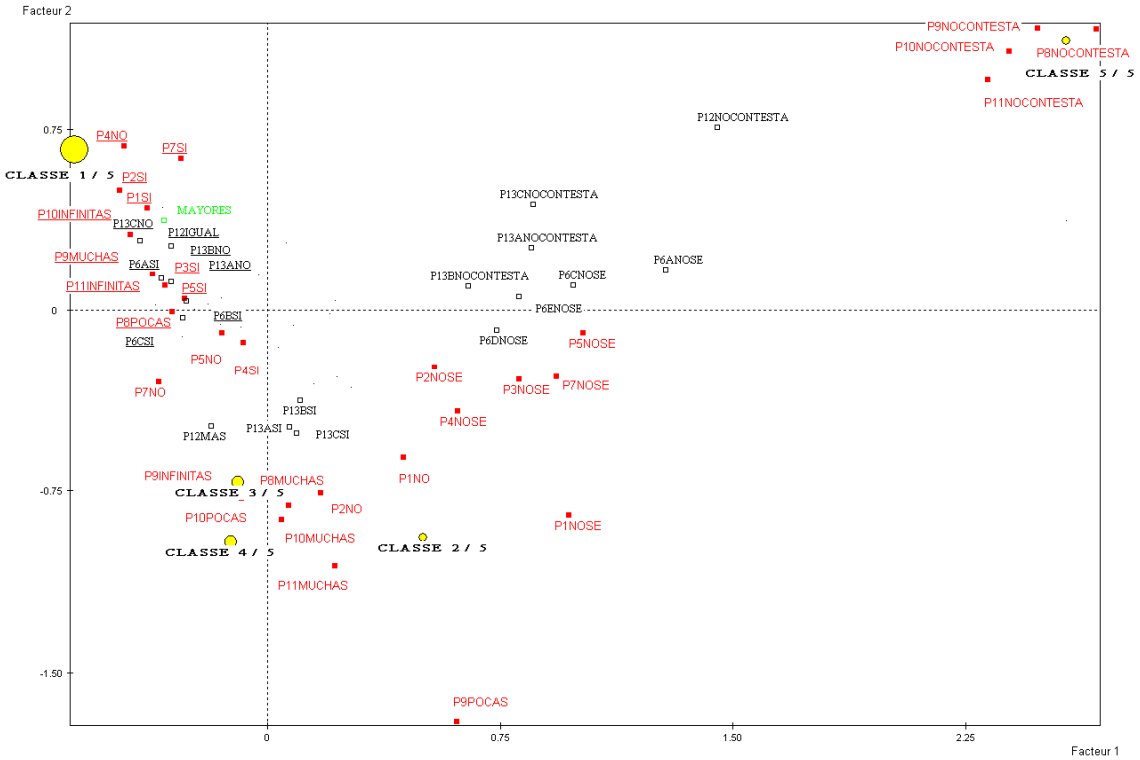


Grafico 1: Proyección de las cinco clases en el primer plano factorial. Señalamos en rojo, las modalidades de variables de respuesta activas, en negro, las modalidades de respuesta ilustrativas, se encuentran subrayadas las respuestas correctas. Indicamos en verde las modalidades de variables de caracterización que corresponden a edad, colegio y género.

Esta partición en 5 clases produce una diferenciación al interior del tercer grupo (*imposibilidad de obtener infinito)* descripto en el AFCM, en las clases 3 y 4 de esta clasificación, permitiéndonos un análisis más fino de las ideas alternativas y sus asociaciones, como así también de las asociaciones de estas ideas con quiénes son los estudiantes que las manifiestan.

Clase 1: Constituida por el 44% de los estudiantes y caracterizada por contener principalmente estudiantes mayores y que no concurren a uno de los colegios públicos (CEM 46). La característica distintiva de esta clase es que aglutina todas las respuestas correctas del cuestionario. Esta clase se corresponde con el grupo 1 del AFCM.

Las modalidades asociadas representan la aceptación de que *con pocos o muchos elementos que se repiten es posible obtener infinitos*. A esta clase se asocia la modalidad que representa la idea que un conjunto puede tener muchísimos elementos, como el conjunto de las hojas de los árboles, o de los granos de arena, pero no es infinito y que en infinito no necesariamente está todo.

Clase 2: Se encuentran en esta clase cerca del 12 % de los estudiantes. Se caracteriza por no incluir estudiantes mayores, tiene asociada la *duda e inseguridad en la respuesta,* ya que se corresponde a respuestas "*no sé*".

Ninguna modalidad de caracterización se encuentra asociada a esta clase. Esta clase coincide con el segundo grupo de respuestas obtenido en el AFCM; esta clase agrega la información de que son muy pocos los estudiantes mayores que presentan duda.
Clase 3: En esta clase se encuentran el 16% de los estudiantes y está caracterizada por las respuestas que expresan las ideas: *combinando pocos elementos se obtienen muchos (pero no infinitos)* y *combinando muchos elementos se obtienen infinitos*
Es decir, solo contando con muchos (muchísimos: 15.000.000) elementos para combinar es posible obtener infinitos. Esto da cuenta de una posible asociación de infinito con mucho.
No encontramos modalidades de caracterización presentes en esta clase.
Clase 4: Esta clase incluye el 18% de los estudiantes. Las modalidades presentes representan las ideas: *combinando pocos elementos obtengo pocos elementos* y *combinando muchos elementos obtengo muchos.* Es decir, en ningún caso es posible obtener infinitos.
También encontramos la modalidad que representa la idea de que si retiro una cantidad finita de elementos de un conjunto infinito, el conjunto ya no es infinito.
No encontramos variables de caracterización asociadas a este grupo.
Clase 5: En esta clase se encuentra el 10% de los estudiantes, está caracterizada por las *no- respuestas*, fundamentalmente a las últimas preguntas, sin estar asociada a ninguna modalidad de caracterización, observando las modalidades subrepresentadas, podemos decir que los estudiantes presentes en esta clase se caracterizan por no ser del colegio LOS ANDES.

5. Conclusiones

Con los dos métodos utilizados encontramos que los tipos de respuestas correctas están fuertemente asociadas entre sí, por lo que podemos decir que una concepción adecuada de estos temas es consistente, en cambio las ideas alternativas se encuentran muy diferenciadas; similar al resultado encontrado en nuestro estudio previo con estudiantes universitarios.
Los estudiantes que responden correctamente lo hacen prácticamente en todas sus respuestas, estos estudiantes no solo pueden determinar si una colección es infinita o no, sino que además, diferencian infinito de algo *muy numeroso* y de *todo* (en el sentido de poseer todos los elementos posibles). Los estudiantes que dan éstas respuestas son, en su mayoría, los estudiantes ente 17 y 19 años. Es de resaltar que un alto porcentaje de estudiantes dan estas respuestas, porcentaje similar al encontrado por Montoro (2005) en estudiantes universitarios y que coincide también con los resultados obtenidos por Fischbein y col. (1979) en estudiantes de edades similares a las nuestras.
Si bien la mayoría de las respuestas representan ideas concordantes con el estatus matemático del infinito, nos parece importante prestar atención a la presencia de las ideas alternativas, pues están representando la gran diversidad que podemos encontrar en el aula.
En cuanto a las concepciones alternativas, podemos ver que algunos estudiantes frente a la presencia de muchísimos elementos los interpretan como infinitos; cuando partimos de pocos elementos (se permita repetir o no) no se acepta la posibilidad de obtener infinitos. Esto último coincide con las *concepciones subyacentes* sobre el infinito encontradas por Monaghan, J.(2001), en cuanto a que los jóvenes asocian infinito a un número muy grande.

Es notable un grupo de estudiantes que consideran como imposible obtener infinito, es decir que no aceptan las colecciones infinitas, diferenciados de los que dudan ya que sus respuestas afirman esta imposibilidad.
Observamos las justificaciones que dan los estudiantes de las clases 2 y 5, esto nos permite explicar que la diferenciación entre ellas está dada porque los estudiantes de la clase 2 responden "no sé" pero justifican su respuesta, en muchos casos, expresando "tengo dudas" o "nunca lo había pensado", en cambio los estudiantes de la clase 5, que no responden tampoco dan una justificación. Parece que los primeros se problematizan con la situación mientras que los segundos no colaboran con la tarea.
Por ultimo queremos destacar que las concepciones adecuadas matemáticamente, se dan principalmente en los estudiantes de los colegios para los cuales la enseñanza de la matemática ocupa un lugar importante, al respecto, podemos establecer una analogía con los resultados que obtuvimos anteriormente con universitarios, donde la formación matemática se veía como central para una conceptualización adecuada del infinito.
Por último, queremos señalar que todo esto fortalece la postura de varios investigadores, respecto de que la noción de infinito matemático no es una noción intuitiva y que requiere de contextos educativos que favorezcan la reflexión matemática a través de intervenciones de enseñanza específicas.

6. Referencias:

Artigue, M., (1995). La enseñanza de los principios de cálculo: Problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. Ingeniería. *Didáctica en Educación Matemática.* Artigue, Douady, Moreno, Gómez (Eds). Grupo Editorial Iberoamérica. Bogotá. 97-140.
Benzécri, J. (1973). *L'Analyse des Dones*. París: Dunod.
Cornu, B. (1983). *Apprentissage de la notion de limite: Comceptions et Obstacles.* Thése de Doctorat, Grenoble.
Fischbein, E.; Tirosh, D.; Hess, P. (1979). The intuition of infinity. *Educational Studies in Mathematics* (10) 3-40.
Juan, M. T. y Montoro, V. (2009) Concepciones de estudiantes de nivel medio sobre aspectos básicos de la noción de infinito en un contexto de conteo. *Revista de Educación Matemática.* Vol 24 – digital 24-1 [On CD-ROM]. FAMAF – UNC.
Lebart, L., Morineau, A. & Fénelon, J. (1979). *Traitement de Donnés Statistiques.* París: Dunod.
Monaghan, J. (2001) Young people's ideas of infinity. *Educational Studies in Mathematics.* 48 (2-3).
Montoro, V. (2005) Al infinito y más acá: concepciones de estudiantes universitarios. *Infancia y Aprendizaje*, 28 (4).
Montoro, V. y M. de Torres Curth. (1999). *Reflexiones sobre las dificultades que conlleva la noción de infinito en el aprendizaje de la matemática".* EPSILON N^0 45 Vol 15(3). Pp 357-364. España.
Moreno A., L. y Waldegg, G. (1995). Variación y representación: del número al continuo. *Revista de Educación Matemática. 7. (1).* 12-28. México.
Moreno A., L. y Waldegg, G. (1991). The Conceptual Evolution of Actual Mathematical Infinity, *Educational Studies in Mathematics. 22.* 211-231.
Tall, D. (2002) Natural and formal infinities, *Educational Studies in Mathematics*, 48 (2 y 3), 129- 136.

Tirosh, D. (1991) The role of students´ intuitions of infinity in teaching the cantoriana theory. *Advanced Mathematical Thinking.* Dordrecht: Kluwer Acad. Press. D. Tall (Ed). Pp 199-214.

Vinner, S. (1991) Concept image and concept definition –desirable theory and practice. *Advanced Mathematical Thinking,* Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 65-81.

Waldegg, G. (1993)**.** La comparaison des ensembles infinis: un cas de résistance à l`instruction. *Annales de Didactiques es de Sciences Cognitives 5.* 19-36. IREM de Strsdbourg.

Waldegg, G. (1996) Identificación de obstáculos didácticos en el estudio del infinito actual. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 1, 107-122.

Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal American Statistic Association* (58) 236-24.

UNA MIRADA MÁS AMPLIA DEL ÁLGEBRA

Horacio Solar[1]*; Francisco Rojas*[2]
[1]Universidad Católica de la Santísima Concepción; [2]Centro Felix Klein - USACH,
hsolar@ucsc.cl; francisco.rojass@usach.cl

Resumen
El propósito de esta investigación es indagar en la incorporación del pensamiento variacional en el álgebra escolar para los cursos de quinto a sexto básico (11 a 12 años). La caracterización de este eje curricular se fundamenta en el Modelo de Competencia Matemática (MCM), el cual permite, además de caracterizar los contenidos que serían parte del eje, determinar las competencias matemáticas que se ponen en juego. Asimismo, la puesta en marcha de una renovación curricular, pasa por la comprensión del enfoque teórico que orienta el eje curricular por parte de los profesores, en este caso, de las competencias matemáticas. Para ello, se han elaborado situaciones de aprendizaje para cada curso sustentadas en el MCM, que son implementadas por profesores de matemáticas, estudiando su nivel de apropiación de las competencias matemáticas, en particular, y del MCM en general.

Palabras clave: Relaciones y cambio, álgebra, competencias matemáticas, modelización

1. Introducción

Socas, Camacho, Palarea y Hernández (1996) proponen cuatro interpretaciones de álgebra indicando las concepciones que poseen las variables: *aritmética generalizada*, en que las letras se entienden como generalizadoras del modelo aritmético; *resolución de ecuaciones*, en que las variables son incógnitas específicas, *estructural*, en que las letras son símbolos abstractos; y *funcional*, en que las variables son argumentos de funciones. Tradicionalmente, en el currículo de matemáticas chileno, el álgebra se ha introducido desde la primera y segunda interpretación -aritmética generalizada y resolución de ecuaciones- dejando la visión funcional para primero medio (15 años). Actualmente, el currículo ha tenido ajustes en que se ha revalorizado el álgebra, asociándolo más al estudio de relaciones y patrones. Por otra parte, si bien las funciones se enseñan en 8º básico (14 años), se introducen por medio de expresiones algebraicas.
Nuestra propuesta es ampliar la mirada del álgebra para incorporar la visión funcional asociada al pensamiento variacional. En otros términos, si el álgebra la entendemos como el estudio de las relaciones, patrones y cambios, nuestra propuesta es incorporar el estudio del cambio al álgebra escolar.

2. Estudio del cambio en el álgebra escolar

El pensamiento variacional se utiliza en prácticamente todo el currículo de matemáticas a través de la comprensión de patrones, el uso de modelos que se expresan mediante una tabla numérica, una gráfica o una expresión algebraica, y en el análisis de fenómenos de cambio.
Según Cordero y Flores (2007), las gráficas deberían ser abordadas desde cierto grado de nivel básico, como una representación del concepto de función. Sin embargo, este concepto no aparece en el currículo mexicano hasta la educación secundaria. En el currículo chileno de matemáticas ocurre algo similar. En un estudio anterior (Solar,

2006) se observó que el concepto de función es tratado a los 14 y 15 años a través del concepto de proporcionalidad, y que el uso de las gráficas se limitaba a ello. En el currículo español de secundaria (a partir de 7º básico) aparece el eje "Funciones y gráficas" (Ministerio de Educación y Ciencia, 2006). En particular, en el currículo de Cataluña se introduce desde primaria el eje "Relaciones y cambio" (DOGC, 2007), organización curricular que, según nuestra planteamientos, destaca de mejor manera el pensamiento variacional. En los estándares básicos de competencias en matemáticas de Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2006) uno de los cinco ejes propuestos se denomina "pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos" en que se amplía la visión del álgebra. Asimismo en la propuesta curricular del NCTM[66] (2003) de EEUU, el estándar de contenido Álgebra se refiere a las relaciones entre cantidades incluyendo las funciones, las formas de representación de relaciones matemáticas y el análisis del cambio; esta visión, considera más interpretaciones del álgebra a la estructural y resolución de ecuaciones, que son las que se encuentren en el currículo chileno de matemáticas.

La manera de entender el álgebra en el currículo de matemáticas chileno está alejada de potenciar la visión funcional ligada al cambio. Por un lado no se resalta la importancia de las funciones en el currículo ya que se introducen recién en 8º básico, y no se han asociado previamente a nociones de proporcionalidad que son presentadas en el eje de números en 7º básico. Por otro, en los primeros años se introducen las gráficas en otros ejes tales como datos y azar, centrándose fundamentalmente en el trato de la información en las gráficas y no en las relaciones de variables que se presentan, para luego en los siguientes cursos las gráficas se desarrollan en el eje de álgebra. Por tanto, hay una ambigüedad respecto a cual eje trata la interpretación de gráficas.

Esta ambigüedad se podría evitar con una nueva organización curricular que asocie el álgebra al pensamiento variacional, como el caso nombrado del currículum catalán de matemáticas que denomina "Relaciones y cambio" al eje curricular asociado al álgebra.

De los cuatro focos propuestos en el NCTM (2003) para el estándar de álgebra, en Solar (en prensa) se han seleccionado tres de ellos para organizar los temas asociados al pensamiento variacional[67]: (1) comprender patrones, relaciones y funciones, (2) usar modelos matemáticos para representar y comprender relaciones cuantitativas, y (3) analizar el cambio en contextos diversos. Estos tres focos son el punto de partida para desarrollar los aspectos funcionales del álgebra.

3. Modelo de Competencia Matemática (MCM)

Actualmente, el enfoque por competencia es considerado en la comunidad internacional como una propuesta educativa que va más allá del aprendizaje de contenidos, y apunta a la formación de ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos, permitiéndoles identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo (OCDE, 2003). En el ámbito escolar, destacan algunos proyectos en torno a la implementación del enfoque por competencia en matemática: (a) la reforma curricular portuguesa que propuso una caracterización de las competencias matemáticas (Abrantes, 2001); (b) la incorporación de competencias matemáticas al currículum danés (Niss, 2002); y (c) el proyecto PISA que se apropia de las competencias propuestas por Niss para sustentar su marco teórico

[66] National Countil of Teacher Mathematics

[67] El cuarto foco- representar y analizar situaciones y estructuras matemáticas utilizando símbolos algebraicos- no ha sido seleccionado porque se asocia a la interpretación estructural, la cual se aleja a la visión de cambio en el álgebra que se promueve en este proyecto.

(OCDE, 2003). En estas tres experiencias, el listado de competencias matemáticas corresponde a procesos matemáticos tales como razonar, argumentar, representar, calcular, modelar, resolver problemas y comunicar. En base a esta caracterización de las competencias matemáticas por medio de procesos matemáticos, una de las contribuciones del enfoque por competencias al currículo de matemáticas es dotarle de una estructura orientada al desarrollo de procesos matemáticos (Solar, 2009). Además, las competencias matemáticas, al sustentarse en procesos, se caracterizan por ser transversales a los núcleos temáticos y desarrollarse a largo plazo de manera cíclica en cada nivel educativo. Así, un enfoque por competencias es coherente con una estructura curricular que destaque los procesos matemáticos.

En un estudio anterior (Espinoza, Barbé, Mitrovich, Solar, Rojas y Matus, 2008) se caracterizó el marco curricular y los programas de estudio de primer ciclo básico chileno correspondiente al subsector de matemáticas en función de competencias matemáticas. El trabajo desarrollado se basó en la perspectiva funcional de las matemáticas, "mathematical literacy"[68] (OECD, 2003) y como resultado se elaboró un Modelo de Competencia Matemática (MCM) que permitiera interpretar dicho marco en términos de las competencias y los procesos matemáticos. Se propusieron cuatro competencias matemáticas: *resolución de problemas*, *representación*, *razonamiento y argumentación*, *cálculo y manipulación de expresiones*.

Teniendo estos elementos en consideración, el modelo se conforma por tres componentes principales:

Competencia matemática: en base a los estándares propuestos por la NCTM (2003) y las competencias matemáticas propuestas por Abrantes (2001), Niss (1999) y PISA (OCDE, 2003) acordamos elegir y optar por *procesos matemáticos nucleares* que denominamos competencias matemáticas, las cuales organizan y articulan el currículo de matemáticas. Estas competencias están compuestas por procesos específicos presentes de forma transversal a los contenidos matemáticos (NCTM, 2003).

Organizaciones matemáticas: contemplan tareas y técnicas matemáticas, variables didácticas y condiciones de realización de dichas tareas, aspectos que están sustentados en la Teoría Antropológico de lo Didáctico (TAD) desarrollada por Chevallard (1999).

Niveles de complejidad: el progreso de la competencia se determina en términos de la complejidad de la actividad, que depende tanto de las tareas como de los procesos que la conforman. La expresión nivel de complejidad se adopta de los grupos de competencia de PISA (OECD, 2003) basados en la pirámide propuesta por de Lange (1995).

4. Propuesta de investigación

El objetivo de esta investigación es desarrollar la interpretación funcional del álgebra basado en el MCM, el cual no solo depende de la elaboración de una propuesta curricular, sino que también por una apropiación del profesor de matemáticas de dicha propuesta. En particular, la apropiación pasa por una comprensión del enfoque teórico que orienta el eje, en este caso las competencias matemáticas. Esta comprensión se desarrolla en la medida en que el profesor es capaz de contextualizar el nuevo enfoque a su práctica docente, reinterpretando el marco curricular bajo un enfoque por competencias, e implementando unidades didácticas fundamentadas en el modelo de

[68] *Mathematical literacy* se ha traducido al castellano en el informe PISA (OCDE, 2003) como "Competencia Matemática". Para evitar confusiones con nuestro significado de competencia matemática, preferimos mantener el término en su versión original.

competencia matemática. La apropiación por parte del profesor es sustancial para el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes.
En consecuencia, para el desarrollo de la interpretación funcional del álgebra, es indispensable discutir con profesores el modelo competencial propuesto, reflexionando sobre su gestión en el aula y en cómo se lleva a cabo y concretiza en actividades matemáticas relevantes.
En este trabajo conjunto entre profesores e investigadores, es muy relevante el papel que juega la reflexión profesional, en este caso la reflexión de la práctica (Schön, 1983). Estos procesos reflexivos permitirán al docente cuestionar su conocimiento profesional, tanto el relativo al conocimiento pedagógico general, como el referido al conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1987). Por tanto, la apropiación del profesor del MCM se estudiará a través de la reflexión del profesor de su práctica docente.
Para ello, se trabajará en torno a un seminario con profesores dado que se espera que el desarrollo de la propuesta curricular sea un trabajo en conjunto con los profesores y no solo una elaboración teórica del investigador. Además la participación del profesor en todo el proceso permite estudiar de manera completa uno de los objetivos de la investigación de la cual esta comunicación es parte, que es la apropiación de los profesores del MCM.
Un modelo curricular basado en un enfoque por competencias matemáticas destaca el desarrollo de procesos matemáticos en los estudiantes. Estos procesos matemáticos en un enfoque por competencias matemáticas, articularían y conducirían el currículo de matemática al desarrollo de los mismos. En base a estos principios nos surge una pregunta relacionada al desarrollo de las competencias: ¿Cuáles son las competencias a promover en la interpretación funcional del álgebra para quinto y sexto básico? Asimismo, la puesta en marcha de una renovación curricular, pasa por la apropiación de los profesores del mismo. Para estudiar dicha apropiación nos enfocaremos en el nivel de reflexión del profesor de su práctica docente con criterios que se sustentan en el MCM.

5. Metodología

La metodología que utilizaremos para el logro de los objetivos de la investigación se enmarca en un enfoque cualitativo interpretativo. Esto nos permitirá entender, desde el discurso y la práctica de los profesores, el proceso de significación del MCM que ellos están viviendo.
Los participantes en la investigación son profesores pertenecientes a establecimientos educacionales de la ciudad de Concepción y alrededores, distribuidos equitativamente en clases de 5º y 6º básico. Se ha acordado realizar este estudio con un número de entre 5 a 6 profesores, ya que al ser un grupo pequeño permite un trabajo focalizado en cada uno de ellos en caso que así se requiriera y generar discusión para evidenciar sus procesos reflexivos y por ende su nivel de apropiación del MCM.
Bajo esta perspectiva, se han seleccionado profesores que tengan una formación matemática significativa que les permita poder elaborar actividades en base a la propuesta y que actualmente estén realizando clases en los cursos de 5º o 6º básico.
Para recoger los datos que conforman el cuerpo de análisis y de donde se extraen las unidades de significado, se organiza la investigación en cinco etapas. En la primera etapa se desarrollará un estudio completo de las tareas matemáticas asociadas a la interpretación funcional del álgebra para 5º y 6º básico. En la segunda etapa se desarrolla las competencias matemáticas a promover en los estudiantes; en la tercera

etapa en conjunto con los profesores se elaborarán situaciones de aprendizaje, en una cuarta etapa se implementan las situaciones de aprendizaje en el aula de matemáticas; y finalmente en la quinta etapa se desarrollan las orientaciones didácticas para la propuesta. En base al proceso anterior se obtendrá como producto una propuesta curricular para desarrollar la interpretación funcional del eje de álgebra sustentada en el Modelo de Competencia Matemática (MCM).

Desde la primera etapa se trabaja en torno a un seminario con profesores dado que se espera que el desarrollo de la propuesta curricular sea un trabajo en conjunto con los profesores y no solo una elaboración de investigador. Además, la participación de los profesores en todo el proceso permite estudiar la apropiación de los profesores del Modelo de Competencia Matemática (MCM).

Por otra parte, el *seminario* de estudio con los profesores también permite estudiar la dimensión reflexiva del profesor. El seminario se organiza en sesiones quincenales que se llevan a cabo durante las cinco etapas de la investigación. La estructura del seminario sigue el orden de las etapas. Las primeras dos etapas consisten en un estudio de las tareas y competencias matemáticas, para luego dar paso a la elaboración de las situaciones de aprendizaje (tercera etapa). En estas etapas el nivel de reflexión del profesor se estudia analizando información relevante sobre las decisiones y problemáticas vividas por los profesores. En todas estas discusiones se pretende ahondar en las herramientas, conocimientos y experiencias que necesita el profesor para diseñar las situaciones en base al MCM.

En la cuarta etapa cuando los profesores implementen las situaciones de aprendizaje, el estudio del nivel de reflexión del profesor se realizará por medio de *estudio de casos*. El objetivo es recoger información relevante respecto de cómo impacta en los profesores el estudio del MCM en su quehacer docente. La estrategia para analizar los caso de estudio consiste, por una parte, en un análisis de sus intervenciones orales y producciones escritas en el seminario, describiendo las trayectorias reflexivas que siguen a través de las sesiones de éste, y por otra, de sus intervenciones en el aula de matemáticas, y cómo gestionan su práctica habitual y aquella que está basada en el MCM.

Actualmente se han desarrollado tres sesiones del seminario con los profesores, las que se han centrado en estudiar actividades que potencian el pensamiento variacional y en estudiar el desarrollo de competencias matemáticas. En las próximas sesiones los profesores comenzarán a elaborar la secuencia didáctica que implementarán al inicio del segundo semestre escolar (agosto). En esta instancia se registrarán las implementaciones, para estudiar el desempeño de los profesores al enseñar la interpretación funcional del álgebra para 5º y 6º básico y el grado de apropiación del Modelo de Competencia Matemática. En los resultados, por una parte esperamos obtener una caracterización del desempeño y nivel de reflexión de los profesores que participaron en la investigación, y por otra parte orientaciones didácticas para desarrollar la visión del álgebra asociada al cambio.

6. Referencias

Abrantes, P. (2001). Mathematical competence for all: Options, implications and obstacles. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 125-143.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des practiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.

Cordero, F. y Flores, R. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *RELIME*, 10(1), 7-38.

De Lange, J. (1995). Assessment: No change without problems. En T. A. Romberg (Ed.), *Reform in school mathematics and authentic assessment* (pp. 87–172). New York: SUNY Press.

DOGC. (2007). 4915 *Decret 142/2007 de 26 de juny*, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació primària.

Espinoza, L., Barbé, Q., Mitrovich, D., Solar, H., Rojas, D. y Matus, C. (2008). Análisis de las competencias matemáticas en primer ciclo. Caracterización de los niveles de complejidad de las tareas matemáticas. *Proyecto FONIDE N°: DED0760*. Santiago: Mineduc.

Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Colombia: autor.

Ministerio de Educación y Ciencia. (2006). Real decreto 1631/2006 de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. *BOE, 5, 677-773*.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática. Sociedad Andaluza de Educación Matemática*. España: Thales.

Niss, M. (2002) (coord). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish kom project*. Roskilde: Roskilde University.

OCDE. (2003). *Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Paris: autor.

Schön, D. A. (1983). *The Reflective practitioner: how professionals think in action*. Londres: Temple Smith.

Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.

Socas, M., Camacho, M., Palarea, M. y Hernández, J. (1996). *Iniciación al álgebra*. Madrid: Sintesis

Solar, H. (2006). *La interpretación de gráficas y tablas en marcos y materiales curriculares a través de un análisis de texto. Tesis de master*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

Solar, H. (2009). *Competencias de modelización y argumentación en interpretación de gráficas funcionales: propuesta de un modelo de competencia aplicado a un estudio de caso. Tesis doctoral*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Solar (en prensa). Relaciones y cambios: una mirada más amplia del álgebra. En M. Quintanilla, y F. Angulo. (coord.). *Unidades Didácticas en matemáticas y física*. Bellaterra:UAB.

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA FUNCIÓN EXPONENCIAL Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

Patricia Sureda[1, 2]*; María Rita Otero*[1, 2]
[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT),
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As., Tandil, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
psureda@exa.unicen.edu.ar; rotero@exa.unicen.edu.ar

Resumen
Este trabajo se enmarca en el análisis de la conceptualización de un grupo de alumnos del colegio secundario que estudian el campo conceptual de las *funciones exponenciales* en una dinámica de estudio que prioriza la participación del alumno en la construcción del conocimiento. En particular, se utilizan los constructos teóricos propuestos por la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990, 1996, 2005, 2007, 2008, 2010), para describir las respuestas de algunos alumnos cuando se les propone un problema de interés compuesto. El análisis de los protocolos muestra la estrecha relación entre los sistemas de representación de los estudiantes y sus *invariantes operatorios* en la misma situación, siendo los sistemas de representación relacionados con el dominio analítico-gráfico los que más dificultades presentan a los estudiantes.

Palabras clave: Conceptualización- Sistemas de Representación-Funciones exponenciales-Enseñanza Secundaria –.

1. Introducción

La importancia de la enseñanza de la *función exponencial* en la escuela secundaria está muy ligada a su relevancia en la modelización de diversos fenómenos. La comprensión de estos modelos resulta indispensable para entender situaciones cada vez más cercanas a cualquier ciudadano actual. Por ejemplo: el aumento del dinero puesto a interés compuesto, el crecimiento de la deuda que genera el interés de una tarjeta de crédito; el avance de la epidemias en una población, o la durabilidad de los efectos de la radiación en el medio ambiente etc., requieren de *funciones exponenciales* más o menos complejas. Pero la compresión de estos acontecimientos se obstaculiza si solo se dispone de esquemas mentales lineales, pues se asimilan los modelos no lineales a los lineales (Confrey, 1994; Karrer y Magina, 2000; Villareal et al., 2005; Ramírez et al. 2010). Los esquemas mentales lineales de las personas son el producto de un largo proceso de construcción que se inicia con su propia participación en situaciones cotidianas que requieren, en su gran mayoría, ser modeladas mediante variaciones lineales. Mientras que los esquemas no lineales, y en particular los *exponenciales,* son más complejos pues se apoyan parcialmente en las estructuras aditivas y multiplicativas. Pero dado que la escasa participación de las personas en este tipo de situaciones no colabora con su construcción, interesa estudiar qué situaciones ayudan a la conceptualización de las *funciones exponenciales*, y cómo inciden los sistemas de representación sobre ésta.

2. Marco Teórico

Este trabajo se centra en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos, y utiliza la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990, 1996, 2005, 2007, 2008, 2010), a

partir de ahora TCC. Esta teoría postula que si se está interesado en la enseñanza de conceptos, no se los debe reducir a su definición, pues es través de las *situaciones* y de los problemas que se pretenden resolver como un *concepto* adquiere sentido para el sujeto (Vergnaud, 1990: 133). Así, la TCC define al *concepto* como un triplete de tres conjuntos: C (S; I.O; S.R):

- La referencia [S]: Es el conjunto de situaciones que le dan sentido al concepto. Para Vergnaud, una situación tiene el carácter de tarea.
- El significado [I.O]: Es el conjunto de *invariantes operatorios (conceptos en acto y teoremas en acto)* sobre los cuales reposa la operacionalidad de los *esquemas*. Estos conceptos y teoremas pueden ser implícitos o explícitos; más o menos formales; y correctos o incorrectos. Su carácter de IO descansa en que hacen operatorio el esquema.
- El significante [S.R]: Son los sistemas de representación. Es decir, el conjunto de las formas lingüísticas y no lingüísticas que permiten representar simbólicamente el *concepto*, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento. En este trabajo se utilizan los sistemas de representación numérico (SRN: refiere a los cálculos con números), algebraico (SRA1: involucra aquellos procedimientos algebraicos en el que los parámetros se corresponden con la situación; SRA2: refiere a los procedimientos algebraicos en el que los parámetros no están inicializados), analítico-gráfico (SRG: refiere a la construcción gráfica en ejes cartesianos), y verbal escrito (SRVE: son las formas lingüísticas escritas).

El carácter pragmático de la construcción del concepto *función exponencial*, no permite reducir el *significado*, ni a los *significantes*, ni a las *situaciones,* pues el *significado* viene dado por ambos. Por lo tanto, al estudiar el desarrollo de los *conceptos* relativos a las *funciones exponenciales,* se consideran estos tres planos a la vez.

3. Metodología

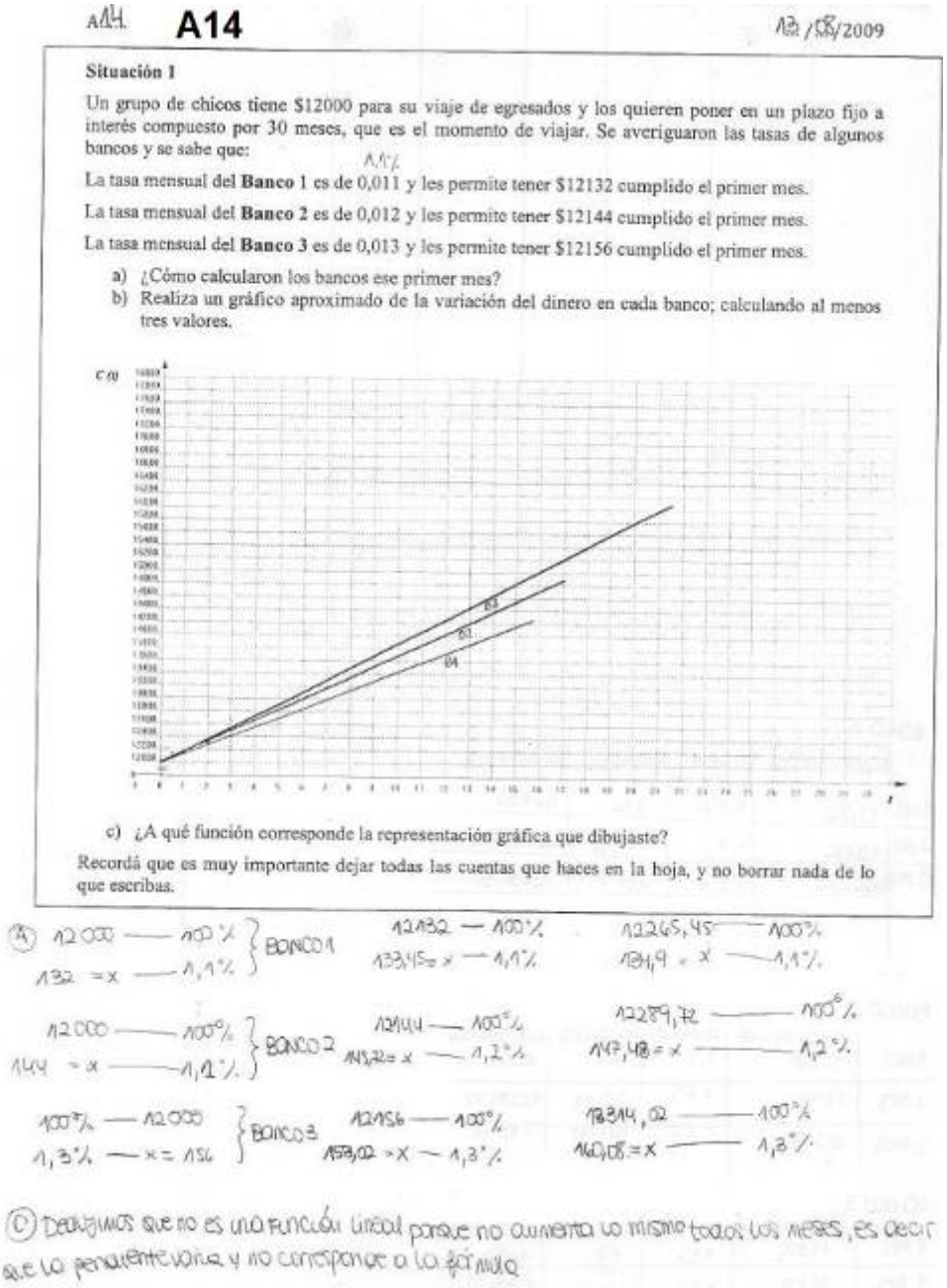
Para el estudio del *campo conceptual* de las *funciones exponenciales* en la escuela secundaria, se diseñó un conjunto de 12 situaciones de enseñanza. Luego de una prueba piloto, el conjunto de situaciones fue readaptado e implementado en dos cursos de quinto año (13-14 años), por una profesora de matemática integrante del equipo de investigación. La escuela donde se llevó a cabo el estudio piloto y las dos implementaciones, atienden a sectores urbanos medios y medios bajos. Cada intervención se registró mediante un audio general, y se recogieron los protocolos de los 61 estudiantes, clase a clase. Esta recolección sistemática de los protocolos resulta indispensable, debido a que para el estudio de la conceptualización se necesita acceder a las primeras estrategias formuladas por los estudiantes.

4. Análisis de los Datos y Resultados Parciales

La implementación del conjunto de situaciones, se realizó luego de que los alumnos habían estudiado las funciones lineales vinculadas al interés simple, habían calculado porcentajes y conversado acerca de la tasa de interés en el modelo lineal. Así, y dado que las primeras tres situaciones se diseñaron en torno a un problema que está vinculado con la capitalización a interés compuesto; se comenzó la implementación con una discusión acerca de qué significa colocar dinero en un plazo fijo a interés compuesto. Es decir, se acordó que al poner una cierta cantidad de dinero a interés compuesto, por ejemplo con una tasa de interés del 1%, cada mes se obtiene un 1% más que el mes anterior. Convenido esto, se propuso la primera situación. En esta primera situación,

dada la tasa de interés de tres bancos y el dinero obtenido a partir del primer mes de capitalización, se solicitó a los estudiantes una representación gráfica de la variación del dinero en un sistema de ejes coordenados dado, calculando para tres meses cualesquiera, y que se expresara verbalmente qué función se utilizaba. Para inhibir los IO ligados a los problemas de escala, se propusieron los ejes cartesianos. A continuación se presentan y describen las resoluciones de tres alumnos: A14, A2 y A15 que resultan ser representativos de tres diferentes estrategias de resolución.

En el protocolo de A14 se advierte que los *invariantes operatorios* que parecen dirigir los cálculos del dinero a obtener en los tres primeros meses en cada banco, están


A14 **A14** 12/08/2009

Situación 1

Un grupo de chicos tiene $12000 para su viaje de egresados y los quieren poner en un plazo fijo a interés compuesto por 30 meses, que es el momento de viajar. Se averiguaron las tasas de algunos bancos y se sabe que:

La tasa mensual del **Banco 1** es de 0,011 y les permite tener $12132 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 2** es de 0,012 y les permite tener $12144 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 3** es de 0,013 y les permite tener $12156 cumplido el primer mes.

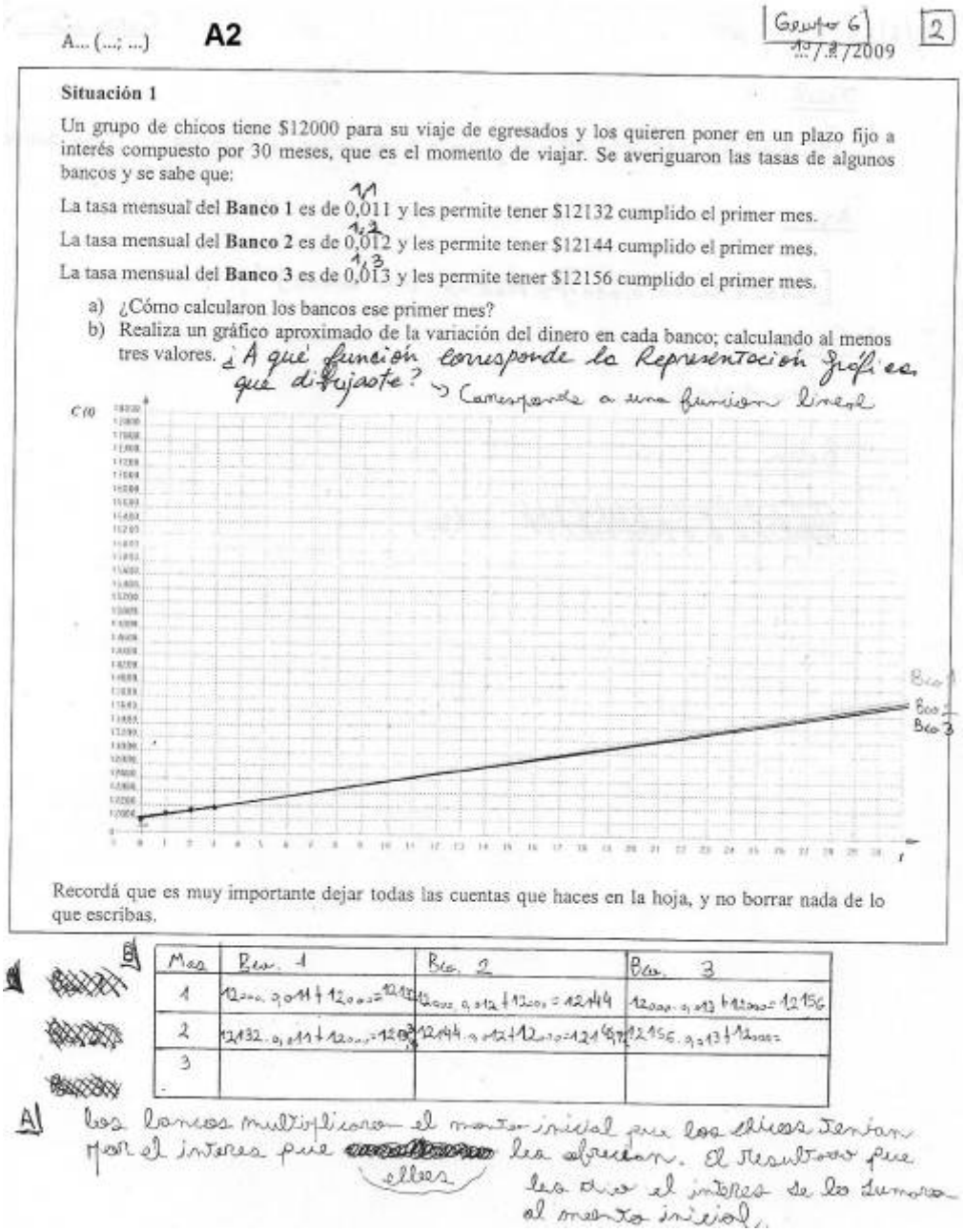
a) ¿Cómo calcularon los bancos ese primer mes?
b) Realiza un gráfico aproximado de la variación del dinero en cada banco; calculando al menos tres valores.

c) ¿A qué función corresponde la representación gráfica que dibujaste?

Recordá que es muy importante dejar todas las cuentas que haces en la hoja, y no borrar nada de lo que escribas.

vinculados al porcentaje y la regla de tres simple. Este cálculo recursivo, permitiría obtener un crecimiento exponencial del dinero en el sistema de representación numérico [SRN]. Sin embargo, en el sistema de representación ligado al dominio gráfico el

alumno dibuja, usando los primeros tres puntos que calculó, tres rectas que se extienden más allá de dichos puntos; lo cual indicaría que para él el dinero crece linealmente. Entonces, esta construcción gráfica parece involucrar *invariantes operatorios* lineales; mientras la inmediata anterior relativa al cálculo del dinero sería guiada por invariantes no lineales. Finalmente cuando se pregunta qué función representó gráficamente, A14 contesta: *"dedujimos que no es una función lineal porque no aumenta lo mismo todos los meses, es decir que la pendiente varía y no corresponde a la fórmula"*. Esta


A... (...; ...) **A2** Grupo 6 ...7/8/2009 2

Situación 1

Un grupo de chicos tiene $12000 para su viaje de egresados y los quieren poner en un plazo fijo a interés compuesto por 30 meses, que es el momento de viajar. Se averiguaron las tasas de algunos bancos y se sabe que:

La tasa mensual del **Banco 1** es de 0,011 y les permite tener $12132 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 2** es de 0,012 y les permite tener $12144 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 3** es de 0,013 y les permite tener $12156 cumplido el primer mes.

a) ¿Cómo calcularon los bancos ese primer mes?

b) Realiza un gráfico aproximado de la variación del dinero en cada banco; calculando al menos tres valores. ¿A qué función corresponde la representación gráfica que dibujaste? → Corresponde a una función lineal

Recordá que es muy importante dejar todas las cuentas que haces en la hoja, y no borrar nada de lo que escribas.

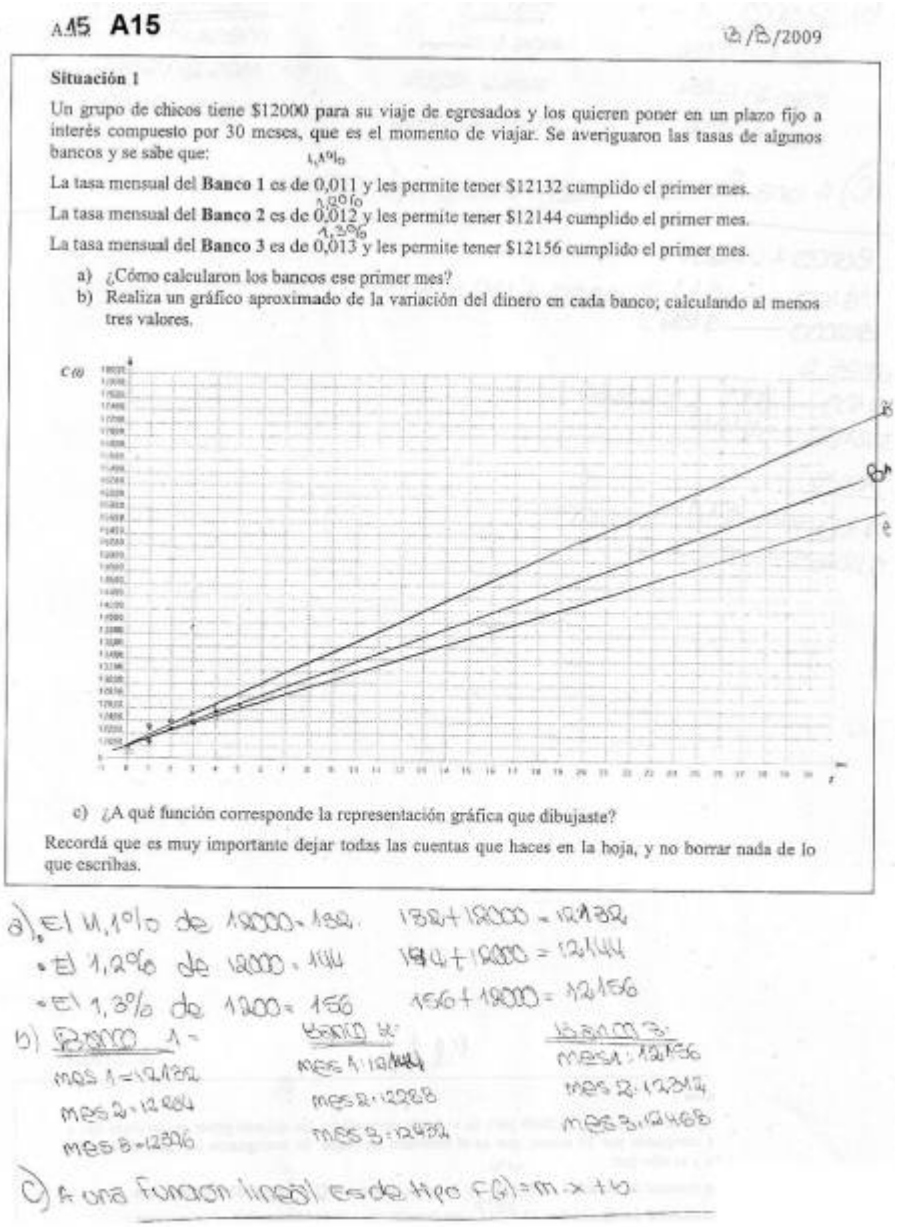
Mes	Ban. 1	Ban. 2	Ban. 3
1	12000 · 0,011 + 12000 = 12132	12000 · 0,012 + 12000 = 12144	12000 · 0,013 + 12000 = 12156
2	12132 · 0,011 + 12000 = 12	12144 · 0,012 + 12000 = 12	12156 · 0,013 + 12000 =
3			

A) Los bancos multiplicaron el monto inicial que los chicos tenían por el interés que ellos les ofrecían. El resultado que les dio el interés se lo sumaron al monto inicial.

verbalización [SRVE] también está basada en *invariantes operatorios* no lineales. En síntesis, la resolución de este alumno parece estar guiada por invariantes no lineales en dos de los sistemas de representación [SRN y SRVE], y lineales en el SRG.

Los cálculos del alumno A2, parecen guiados por *invariantes operatorios* relativos a la función lineal, el interés simple y el interés compuesto. Así, mediante el cálculo iterativo del interés simple, el alumno A2 logra un crecimiento exponencial del dinero

en el SRN. Luego, con esa información construye la grafica, y une los puntos ubicados en los ejes cartesianos, mediante una recta. En este caso, la construcción de la recta en el SRG se corresponde con su respuesta en el SRVE; pues afirma que la función es lineal. Es decir que, este alumno resuelve en forma no lineal en el sistema de representación numérico, y en forma lineal en los otros dos.


A15 A15 12/8/2009

Situación 1

Un grupo de chicos tiene $12000 para su viaje de egresados y los quieren poner en un plazo fijo a interés compuesto por 30 meses, que es el momento de viajar. Se averiguaron las tasas de algunos bancos y se sabe que:

La tasa mensual del **Banco 1** es de 0,011 y les permite tener $12132 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 2** es de 0,012 y les permite tener $12144 cumplido el primer mes.

La tasa mensual del **Banco 3** es de 0,013 y les permite tener $12156 cumplido el primer mes.

a) ¿Cómo calcularon los bancos ese primer mes?

b) Realiza un gráfico aproximado de la variación del dinero en cada banco; calculando al menos tres valores.

c) ¿A qué función corresponde la representación gráfica que dibujaste?

Recordá que es muy importante dejar todas las cuentas que haces en la hoja, y no borrar nada de lo que escribas.

a) El 1,1% de 12000 = 132 132 + 12000 = 12132
• El 1,2% de 12000 = 144 144 + 12000 = 12144
• El 1,3% de 12000 = 156 156 + 12000 = 12156

b) $12000 1 = Banco 2: Banco 3:
mes 1 = 12132 mes 1: 12144 mes 1: 12156
mes 2 = 12264 mes 2: 12288 mes 2: 12312
mes 3 = 12396 mes 3: 12432 mes 3: 12468

c) A una funcion lineal es de tipo f(x) = m.x + b

El alumno A15 resuelve linealmente en los tres sistemas de representación [SRN, SRG y SRVE]. A diferencia de los otros dos casos, este alumno calcula el dinero según la ley de interés simple. Así, es posible advertir una preponderancia de *invariantes operatorios* vinculados al interés simple, sobre la selección de la información. Tal como establece la TCC, los *invariantes operatorios* guían la selección de la información y la acción. Esto explicaría por qué este alumno no selecciona la información brindada por el profesor como relevante para la resolución de la tarea.

5. Discusión

Los protocolos arriba presentados, muestran que en la misma situación y más aún el mismo alumno, utiliza diferentes *invariantes operatorios* según cada sistema de representación. Al parecer el SRN sería el que menos dificultades presenta, quizás por tratarse del dominio numérico, que es bien conocido por los alumnos. En cambio, los sistemas de representación relacionados al dominio analítico grafico [SRG] y verbal escrito [SRVE] presentan más dificultades. De los 61 protocolos analizados, sólo dos alumnos (uno de los cuales es A14) reconocieron en el SRVE que la función no podía ser lineal porque no variaba lo mismo cada vez. Sin embargo, esto no se refleja en el dominio gráfico, donde dibujan una recta. En el SRG solo diez de los 61 alumnos unieron los puntos uno a uno, sin construir rectas. Pero los diez, las identificaron como funciones lineales en el SRVE. Por otro lado, los protocolos de los trece alumnos que resolvieron esta primera situación en forma totalmente lineal (uno de los cuales es el alumno A15), muestran que ellos no consideraron relevante la información relativa al interés compuesto. Así, los invariantes operatorios que parecen guiar sus resoluciones en los tres sistemas de representación [SRN, SRG y SRVE], son lineales. La resolución de A15, evidencia un esquema lineal complejo y completo que se expresa en todos los SR que utiliza para resolver la situación.

6. Reflexiones finales

La conceptualización de la *variación exponencial* es un concepto complejo, que se apoya en la aplicación recursiva de un procedimiento lineal. Dicha complejidad y el peso de los esquemas lineales se evidencian en el hecho de que los alumnos en la misma situación y dependiendo del sistema de representación, utilizan *invariantes* diferentes, es decir, esquemas diferentes, a veces lineales, a veces exponenciales. Por otro lado, cuando el estudiante solo está en posesión del esquema lineal, lo utiliza coherentemente con todos los esquemas de representación. Esto es lógico y muestra que la posesión plena del esquema exponencial, deberá involucrar los diferentes SR ligados al concepto. Se ha visto aquí, que aún cuando se pretenda ayudar a la conceptualización, allanando los problemas de escala, los alumnos representan a las *variaciones exponenciales* como lineales si sus esquemas exponenciales son aún incipientes.

7. Referencias Bibliográficas

Confrey, J. & Smith, E. (1994). Exponential functions, rates of change, and the multiplicative unit. *Educational Studies in Mathematics.* Vol. 26, n. 2-3, p. 31-60.

Karrer, M., & Magina, S. (2000). Uma seqüência de ensino para a introdução delogaritmo: estudo exploratório usando a calculadora. *Boletim de Educação Matemática.* Año 13, n. 14, p. 18-31.

Ramirez, G., Chavarría, J., Borbón, A. & Alpizar, G. (2010). Análisis de las conceptualizaciones erróneas en conceptos de ecuaciones exponenciales y logarítmicas: un estudio con estudiantes universitarios de primer ingreso. *Actas del sexto CIEMAC.* Disponible en: www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/6toCIEMAC/Ponencias/A_Alpizar.pdf

Villarreal, M. E., Esteley, C. B., & Alagia, H. R. (2005). As produções matemáticas de estudantes universitários ao estender modelos lineares a contextos não-lineares. *BOLEMA - Boletim de Educação Matemática.* Año 18, n. 23, p. 23-40.

Vergnaud, G. (2009, 2010, 2011). Comunicación personal con María Rita Otero. Université Paris 8, 12/09-03/10 y 05/11.

Vergnaud, G. (2008). Comunicación personal con María Rita Otero. *Functions, concepts and schemes*. A reply to Rita Otero. February 28.
Vergnaud, G. (2007). Forma operatoria y forma predicativa del conocimiento. *Actas Primer Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática. ISBN 978-950-658-183-1*. Tandil.
Vergnaud, G. (2005). en *Sur la théorie des situations didactiques*. *Hommage a Guy Brousseau.* La Penseé Sauvage, Ãdition.
Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 10 (23): 133-170. La Pensée Sauvage, Marseille.

LA RESOLUCION DE PROBLEMAS Y LAS COMPETENCIAS MATEMATICAS

Mabel Susana Chrestia
Universidad Nacional de Río Negro
mabelchrestia@yahoo.com.ar

Resumen
En el siguiente trabajo se destaca la importancia de la inclusión de resolución de situaciones problemáticas en la clase de matemáticas. Se realiza una introducción al concepto de problema, diferenciándolo de ejercicio, y explicitando los pasos a seguir para su resolución. También se muestra cómo relacionar competencias matemáticas con resolución de problemas. Luego, se integran y ejemplifican estos temas en una experiencia en el aula en la asignatura Matemática 1 de primer año de la carrera de Licenciatura en Economía. Por último, se enumeran algunas conclusiones de la actividad.

Palabras clave: resolución de problemas, competencias matemáticas.

1. Introducción

La vida está llena de problemas. Desde que nacemos buscamos, consciente o inconscientemente, diferentes estrategias para hacer frente a los problemas que se nos presentan. Podemos decir que esta es una forma "natural" de movernos en la vida. ¿Por qué no entonces implementarla como método de aprendizaje en el aula?
Las matemáticas "deben permitir desarrollar en el alumno las siguientes actividades: a) analizar las diferentes componentes de una situación; b) reconocer situaciones análogas; c) elegir la estrategia adecuada a cada situación; d) tener una actitud crítica ; e) construir deducciones y cadenas de deducciones ; f) construir modelos." (Santaló, 1986)
La inclusión de resolución de problemas en la clase de matemáticas nos permite llegar a lograr estos objetivos de una manera dinámica y, por qué no, entretenida. El alumno mismo va descubriendo estrategias y desarrollando habilidades para hacerles frente y resolverlos con éxito.
Y ahí está lo más rico de esta forma de enseñanza-aprendizaje: el alumno desarrolla un pensamiento "práctico" que luego podrá aplicar en diferentes situaciones que se le presenten no sólo en el ámbito académico, sino también en cualquier otro momento de su vida. Es el modelo que Charnay (1994) llama *apropiativo* o *aproximativo*: "el maestro propone y organiza una serie de situaciones con distintos obstáculos (…), organiza las diferentes fases (investigación, formulación, validación, institucionalización), organiza la comunicación de la clase, propone en el momento adecuado los elementos convencionales del saber. El alumno ensaya, busca, propone soluciones, las confronta con las de sus compañeros, las defiende o las discute."

2. ¿Qué es un problema?

Todos tenemos la idea intuitiva de qué es un problema, ya que hemos tenido que resolver cientos de ellos, de diferentes tipos y dificultad. Podemos afirmar que, entre otros aspectos, un problema...

- *contiene parte de información conocida y otra parte de información por*

conocer. En otras palabras, hay cosas que sabemos y cosas que no; hay datos y hay incógnitas.

- *esta información conocida, puede estar dada en forma explícita o implícita*. Los datos pueden estar ahí, escritos, al alcance de la mano. O bien, puede que tengamos que recurrir a "saberes previos", buscar, indagar, volver "unas páginas atrás", para encontrar lo que necesitamos.
- *esta información conocida puede ser útil a la hora de resolver el problema, o no*. Puede suceder que cierta información nos sirva para resolver un problema, y otra parte de ella la utilicemos luego, en la resolución de una cuestión posterior.

Siguiendo a Brun, un problema es… "*una situación inicial con un objetivo por alcanzar, que le pide al sujeto realizar una serie de acciones o de operaciones para alcanzar ese objetivo*."

Es decir, un problema "moviliza" al alumno, lo lleva a buscar diferentes estrategias, a recorrer diferentes caminos, para llegar a esa solución buscada.

3. Ejercicio versus Problema

Por supuesto que ejercicio y problema no se refieren al mismo concepto, aunque muchos profesores usan erróneamente uno u otro de manera indistinta. También en mucha bibliografía se comete esta equivocación.

Un ejercicio está referido a una o más acciones rutinarias, a la utilización de un algoritmo que el profesor ha explicado y el alumno simplemente debe repetir una y otra vez. El ejercicio conduce a aplicar de manera mecánica, operaciones y propiedades matemáticas.

Un problema en cambio, podemos decir que lleva o intenta llevar al alumno a ser creativo. Debe ingeniárselas para resolver una cuestión que le ha sido planteada. Implica encontrarse con una o más barreras que deberá superar, para lo cual deberá revisar el bagaje de conocimientos previos, nuevos o viejos, y relacionarlos entre sí.

Tradicionalmente las clases de matemática tienen una estructura armada, que resulta "cómoda" tanto para el docente como para el alumno. El docente explica el tema del día, volcando en el pizarrón definiciones, ejemplos, propiedades, algunos gráficos para aclarar el concepto, etc. Luego vienen los ejercicios resueltos y propuestos, quizás algún problema de aplicación. Este desarrollo "lineal" (explicación – ejemplos – ejercicios – problemas) implica que el alumno sólo debe revisar lo escrito algunos párrafos arriba en su cuaderno para lograr resolver el ejercicio o problema planteado.

El uso de problemas permite desestructurar la clase, rompiendo esa linealidad, para lo cual el profesor debe estar preparado. Es probable que deba improvisar ante preguntas "descontextualizadas" de los estudiantes, y buscar él también nuevas estrategias para lograr un aprendizaje efectivo en sus alumnos. Una clase puede desviarse de su curso original, y es deseable que el docente tome también este nuevo camino con los educandos, y lo recorran juntos.

4. ¿Cómo resolvemos un problema?

Mucho se ha escrito sobre "enseñar a estudiar a los alumnos", brindarles "técnicas de estudio", para que por ejemplo frente a un texto, puedan lograr comprenderlo, interpretarlo, extraer la información relevante, etc. También necesitamos de ciertas "técnicas" para enfrentar un problema y resolverlo.

Siguiendo a Polya (1989), para resolver un problema es necesario:

I) Comprender el problema
II) Concebir un plan
   - Determinar la relación entre los datos y la incógnita
   - De no encontrarse una relación inmediata, puede considerar problemas auxiliares
   - Obtener finalmente un plan de solución
III) Ejecución del plan
IV) Examinar la solución obtenida

Estas etapas resumen de manera clara los pasos a seguir, los cuales conviene que se le señalen al alumno de manera explícita. Polya detalla cada uno de estos pasos, formulando preguntas que ayudan a guiar al estudiante en la búsqueda exitosa de la solución.
Estas etapas implican, entre otros aspectos, aceptar, desde el inicio, todos los intentos que un alumno puede llevar a cabo por llegar a la solución. No podemos a priori "decidir" si un procedimiento utilizado en la resolución es válido o no, o si uno es "más válido" que otro. El papel del docente aparece aquí como un guía, cuya tarea más importante es la de "ayudar al alumno" (Polya, 1989).

5. Competencias matemáticas y resolución de problemas

Ante las preguntas: ¿qué buscamos con el problema que hemos entregado a los alumnos?, ¿qué queremos que aprenda?, ¿qué habilidades esperamos que sepa desarrollar? surgen de manera inmediata las *competencias matemáticas* que deseamos visualizar.
Entre las muchas definiciones de competencia, una de las más claras es la de Lasnier (2000) que la define como: "*Un saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades, habilidades y conocimientos utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común*"
Niss (1999) identifica ocho competencias matemáticas específicas, entre las cuales se encuentran:
Comunicar. *Involucra la capacidad de expresarse, tanto en forma oral como escrita, sobre asuntos con contenido matemático y de entender las aseveraciones, orales y escritas, de los demás sobre los mismos temas.*
Plantear y resolver problemas. *Comprende plantear, formular, y definir diferentes tipos de problemas matemáticos y resolver diversos tipos de problemas utilizando una variedad de métodos.*
Representar. *Incluye codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones de objetos y situaciones matemáticas, y las interrelaciones entre diversas representaciones; escoger entre diferentes formas de representación, de acuerdo con la situación y el propósito particulares.*
Utilizar lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas. *Comprende decodificar e interpretar lenguaje formal y simbólico, y entender su relación con el lenguaje natural; traducir del lenguaje natural al lenguaje simbólico / formal, manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; utilizar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos.*

Para la actividad realizada a continuación, se realizó una adaptación de la lista propuesta por Niss, llegando a las siguientes competencias específicas e indicadores de logro:
Utilizar lenguaje simbólico*: consiste en plantear ecuaciones, en resumir en una expresión matemática la situación planteada por el problema. Es decir, poder decodificar, pasar del lenguaje coloquial al lenguaje simbólico.*
Operar algebraicamente*: comprende utilizar las propiedades y operaciones de los distintos conjuntos numéricos para operar de manera correcta.*
Graficar*: se refiere a realizar figuras, dibujos o diagramas para representar y/o sintetizar la situación planteada, como ayuda para su comprensión y análisis.*
Comunicar*: consiste en explicar, justificar, fundamentar todo el proceso llevado a cabo en la resolución del problema, desde el inicio hasta la respuesta misma.*

6. Ejemplo de una experiencia en clase

Una compañía de dulces fabrica una barrita. La golosina de forma rectangular tiene 10 cm de largo, 5 cm de ancho y 2 cm de grosor. Debido a un incremento en los costos, el fabricante ha decidido disminuir el volumen de la barra en un 28 %. El grosor será el mismo, pero el largo y el ancho se reducirán en la misma cantidad. ¿Cuál será el largo y el ancho de la nueva barra?

Este problema se propuso a un grupo de 36 alumnos de primer año de la carrera de Licenciatura en Economía, en su segundo día de clase de la materia Matemática 1. El problema no presenta gran dificultad para su resolución. Fue elegido como "experiencia piloto", es decir, como primera situación de trabajo grupal de la materia con los siguientes propósitos generales: a) observar el desenvolvimiento del alumno en un grupo b) observar si hay división de tareas y c) lograr la integración entre ellos.
Se describen a continuación los momentos de la clase, los obstáculos detectados y las competencias matemáticas analizadas. Por último, se sintetizan algunas conclusiones.

Momentos de la actividad
En la actividad se notaron tres momentos:

Primer momento
Profesor
- Entrega una hoja por grupo, en la cual se enuncia el problema a resolver. Les informa las consignas del trabajo: leer el problema y volcar en la hoja la resolución del mismo.
Alumnos
- Reciben la hoja y en primer lugar lo leen y comentan. Se observa que entre ellos se hacen preguntas acerca del mismo ("¿qué hay que hacer?", "¿qué nos pide?", "¿cuál es la incógnita?").

Segundo momento
Profesor
- Recorre los grupos ante el llamado de los mismos, para responder preguntas, evacuar dudas. El profesor debe tener en cuenta aquí su rol: ayudar al alumno. En palabras de G. Polya (1989): "*Una de las tareas más importantes del maestro es ayudar a sus alumnos. Tarea nada fácil. Requiere tiempo, práctica, dedicación y buenos principios. (...) Lo mejor es, sin embargo, ayudar al alumno en forma natural. El maestro deberá ponerse*

en su lugar, ver desde el punto de vista del alumno, tratar de comprender lo que le pasa por la mente, y plantear una pregunta o indicar algún camino que pudiese ocurrírsele al propio alumno."

Alumnos

- Los alumnos reunidos en grupos se abocan a la resolución del problema. Se consultan entre ellos y al profesor. Se observan distintos funcionamientos en los grupos. La mayoría muy dinámicos, unos pocos prácticamente estáticos, casi sin diálogo. Algunos trabajando juntos, otros intentando resoluciones en forma individual. En algunos grupos surgieron "lideres" que condujeron el trabajo del grupo. En la mayoría hay un intercambio de información entre los miembros, explicando unos a otros sus ideas.

El profesor luego retira las hojas de los alumnos.

Tercer momento

En esta etapa se lleva a cabo una puesta en común. Se puede hacer la resolución en el pizarrón por parte de los mismos alumnos, del profesor o ambos. En esta actividad, debido a que ya había finalizado el horario de clase, se debió realizar el cierre en la clase siguiente.

El profesor primero devuelve la hoja a cada grupo y pasan al pizarrón dos grupos que muestran cómo lo resolvieron. Se produce un rico intercambio entre el grupo del pizarrón y el resto de la clase.

Obstáculos

Las dificultades que los alumnos encontraron en el camino por resolver el problema fueron:

1) **Cálculo del volumen de la barrita**. Algunos pocos alumnos no recordaban cómo calcular el volumen de la barrita, por lo cual el profesor optó por escribir en el pizarrón la fórmula de cálculo de volumen de un paralelepípedo para todos.
2) **Comprensión del enunciado del problema**. La parte del problema que dice "*El grosor será el mismo, pero el largo y el ancho se reducirán en la misma cantidad*" no fue comprendida por dos grupos, quienes entendieron que había que reducir en un 28 % el largo y ancho, por lo cual calcularon el 28 % de 10 cm y de 5 cm, y con estos nuevos valores, dejando constante el espesor en 2 cm, hallaron el volumen de la "nueva barrita".
3) **Graficar la "nueva barrita**". Algunos grupos no pudieron realizar el gráfico con las nuevas medidas de la barrita usando variables. Dos grupos sí lo hicieron utilizando dos variables, una para el largo y otra para el ancho, lo cual se transformó en un nuevo obstáculo, ya que no supieron cómo continuar.
4) **Planteo de la ecuación**. No todos los grupos lograron llegar a plantear la ecuación donde se relaciona el valor del nuevo volumen de la barrita (72 cm^3) con las nuevas medidas del largo y ancho, y el espesor.
5) **Resolución de la ecuación**. En la aplicación de la fórmula de resolución de una ecuación cuadrática (conocida también como fórmula de Baskara) se visualizaron algunas dificultades de los alumnos en el reemplazo y cálculo de valores.
6) **Justificación**. La obtención de dos raíces hace necesaria la explicación de por qué se elige una de ellas como solución y se descarta la otra. Fundamentar las decisiones tomadas en ciertos momentos es uno de los obstáculos más comunes.

Esto pone en evidencia la falta de vocabulario para explicar sus acciones, más allá de que las mismas hayan sido o no correctas.

Competencias

En cuanto a las competencias matemáticas analizadas, se obtuvieron los siguientes porcentajes:

Competencias	Utilizar lenguaje simbólico	Operar algebraicamente	Graficar	Comunicar
Porcentaje de logro	63,6 %	72,7 %	91 %	9 %

7. Conclusiones finales

Es casi imposible formular conclusiones con un cierto grado de validez y generalización a partir de una sola actividad en clase. Esta experiencia forma parte de una propuesta de trabajo que, además de la actividad relatada, incluyó otras similares en cuanto a que fueron tareas grupales y se basaron en la resolución de problemas, pero diferentes en la dificultad y en los contenidos.

Respecto a la actividad relatada, el alto porcentaje de logro en la competencia *Operar algebraicamente* era esperable, ya que los alumnos que se encuentran cursando esta asignatura han aprobado un curso de nivelación en matemática, en el cual prepondera este tipo de ejercitación, por lo que han reforzado la práctica de esta operatoria. Conocen las propiedades de las operaciones de los conjuntos numéricos, pueden aplicarlas en la resolución de ejercicios, conocen las fórmulas (por ejemplo la de resolución de ecuación cuadrática), saben realizar cálculos sencillos (por ejemplo cálculo de un volumen de un paralelepípedo).

También fue elevado el porcentaje de logro de *Utilizar lenguaje simbólico*, ya que la mayoría logró plantear la ecuación correspondiente, aunque en dos grupos utilizaron dos variables, y eso se convirtió en un obstáculo que no pudieron superar, abandonando la tarea.

En el caso de *Graficar* el porcentaje fue muy alto. En algunos grupos la primera acción fue dibujar la barrita original y luego la nueva barrita. En otros primero hicieron cálculos de los volúmenes, y luego graficaron. Probablemente esto sea producto de la insistencia del docente que hizo a los alumnos en que busquen distintas formas de representación de la situación.

Por último, el porcentaje de logro de *Comunicar* fue muy bajo, menor al diez por ciento. Esto refleja que los alumnos no pueden relatar lo que están haciendo, aunque sea correcto. Les cuesta explicar el camino que siguieron para llegar al resultado.

Los porcentajes obtenidos fueron aproximadamente los esperados. En actividades posteriores se analizaron más competencias matemáticas específicas. La intención también es hacer un seguimiento para observar si los porcentajes de logros de las diferentes competencias evolucionan o no favorablemente.

Respecto a los propósitos generales se observó que:

- En la mayoría se generaron debates acerca de los diferentes aspectos del problema. En tres grupos no hubo casi diálogo, y se observó que los integrantes intentaban la resolución en forma individual, cada uno en su hoja.
- En la mayoría de los grupos hubo una división de tareas explícita: un integrante del grupo era quien sacaba las cuentas en calculadora, otro el que “pasaba en limpio” en la hoja a entregar, otro le dictaba leyendo desde el borrador, etc.
- Al finalizar la tarea, y en la clase siguiente, se notó que algunos que no se

conocían se saludaban y sentaban juntos.

Por último, y a modo de conclusión, la resolución de problemas y el trabajo grupal permiten una interacción entre pares que posibilita, entre otros aspectos, el diálogo e intercambio de ideas, fomentando la ayuda mutua, la explicación de uno hacia otro, la organización, la división de tareas y la corrección mutua. Se logra un trabajo cooperativo, que favorece la integración de los miembros. La inclusión de un análisis de la actividad planteada mediante competencias permite realizar una nueva mirada, evaluando a los alumnos en base a sus logros, y detectando sus dificultades.

Referencias

Brun, J. (1990). *La résolution de problemes arithmétiques – Bilan et perpectives*. Math-Ecole, Neufchatel, num. 141.

Charnay, R. (1994). *Aprender (por medio de) la resolución de problemas*. En C. Parra e I. Saiz (Comps.), Didáctica de matemáticas. Aportes y reflexiones (pp. 51-64). Barcelona: Paidos.

Lasnier, F. (2000). *Réussir la formation par competences.* Guérin. Montreal.

Niss, M. (1999). *Competencies and Subject Description*. Uddanneise, 9, pp. 21-29.

Polya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas. México.

Santaló, L. (1986). *La matemática en la educación*. Editorial Docencia. Buenos Aires.

ORGANIZACIÓN DE TAREAS MATEMÁTICAS SEGÚN NIVELES DE COMPLEJIDAD COGNITIVA: UNA MIRADA DESDE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

Francisco Rojas[1]*; Horacio Solar*[2]
[1]Centro Felix Klein – USACH; [2]Universidad Católica de la Santísima Concepción
francisco.rojass@usach.cl; hsolar@ucsc.cl

Resumen
En el marco del proyecto FONIDE 511091, en el cual se realiza un trabajo con docentes para el desarrollo y comprensión de un Modelo de Competencia Matemática (MCM), mostramos una experiencia con profesoras de primer y segundo año de primaria, en temas relativos al campo aditivo en dichos niveles, en la cual se evidencia que la comprensión paulatina de dicho modelo puede llevar a las docentes a organizar la actividad matemática, haciendo evolucionar la complejidad de las tareas matemáticas siguiendo patrones implícitos de organización curricular en el aula.

Palabras clave: competencias matemáticas, niveles de complejidad, tareas matemáticas.

1. Introducción

Actualmente, el *enfoque por competencia* es considerado en la comunidad internacional como una propuesta educativa que va más allá del aprendizaje de contenidos, y apunta a la formación de ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos, permitiéndoles identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo (OCDE, 2003).
Sin embargo, es esencial que los docentes cuenten con herramientas claras para su trabajo en aula. En investigaciones desarrolladas en los últimos años (Espinoza et al., 2008; Solar, 2009), se ha logrado consolidar un Modelo de Competencia Matemática (MCM) que permitiría a los docentes articular dicho trabajo. Para ello, hemos propuesto una metodología de trabajo docente, en la cual buscamos la comprensión de dicho modelo por parte de los profesores e impactar en el aula por medio de actividades bien organizadas siguiendo el MCM como modelo didáctico para la gestión del conocimiento matemático.

2. Modelo de Competencia Matemática (MCM)

El desarrollo del Modelo de Competencia Matemática (MCM) ha pasado por diversas etapas de consolidación. En una primera instancia realizamos una revisión en profundidad sobre la literatura que había sobre competencias matemáticas. La primera conclusión que obtuvimos fue que no hay un consenso en la noción de competencia matemática, ni hay una estructura concreta que permita explicar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas basándose en un enfoque por competencias. A partir de aquí, nuestro primer propósito fue llegar a un acuerdo sobre el aspecto relevante y diferenciador de las competencias: organizar la matemática escolar no solo por contenidos tales como álgebra, geometría, aritmética, sino que también destacar los procesos matemáticos tales como: modelizar, resolver problemas, argumentar, razonar y comunicar.
Para tal propósito, el modelo debía articular los *contenidos* con los *procesos*. Por una parte, los contenidos matemáticos los estructuramos en términos de Organizaciones

Matemáticas (Chevallard, 1999), basándonos en la Teoría Antropológico de lo Didáctico (TAD), ya que es un marco teórico que permite caracterizar detalladamente las estructuras matemáticas en la escuela. Por otra parte, se debe considerar que las competencias matemáticas son un objeto de logro en el largo plazo. De ahí que es relevante estudiar y articular su progreso con el estudio específico de los contenidos matemáticos. Dicho progreso o evolución de las competencias se caracterizó en términos de niveles de complejidad de la actividad, siguiendo la estructura piramidal sugerida por de Lange (1995) y los grupos de competencia formulados en PISA (OCDE, 2003).
Teniendo estos elementos en consideración, el modelo se conforma por tres componentes principales:

- *Competencia matemática*: en base a los estándares propuestos por la NCTM (2003) y las competencias matemáticas propuestas por Abrantes (2001), Niss (1999) y PISA (OCDE, 2003) acordamos elegir y optar por *procesos matemáticos nucleares* que denominamos competencias matemáticas, las cuales organizan y articulan el currículo de matemáticas. Estas competencias están compuestas por procesos específicos presentes de forma transversal a los contenidos matemáticos (NCTM, 2003).
- *Organizaciones matemáticas*: consideramos contenidos matemáticos estructurados según tareas y técnicas matemáticas, variables didácticas y condiciones de realización de dichas tareas (Chevallard, 1999).
- *Niveles de complejidad cognitiva*: se definen tres niveles de complejidad, organizados en función de las tareas y los procesos que conforman la competencia: niveles de reproducción, conexión, reflexión. La expresión nivel de complejidad se adopta de los grupos de competencia de PISA (OECD, 2003), basados en la pirámide propuesta por de Lange (1995).

3. Metodología de trabajo docente

En base a los resultados obtenidos del proyecto en que se desarrolló el MCM (Espinoza et al., 2008), surge la necesidad de estudiar cómo el profesor desarrolla un proceso de comprensión de las competencias matemáticas que ha de trabajar con sus estudiantes. En este sentido, ¿qué herramientas nuevas para la enseñanza le entrega al profesor de matemáticas el MCM? ¿De qué manera puede el profesor modificar su práctica docente al considerar un modelo didáctico de estas características? ¿Cuáles son las condiciones para que un profesor desarrolle actividades que potencien el nivel de reflexión en los estudiantes? ¿Cuál es una forma adecuada para generar un proceso de apropiación del MCM?
Para enfrentar estas preguntas, nos hemos involucrado en el desarrollo de una metodología de trabajo docente en torno al MCM que promueva la reflexión pedagógica necesaria para incorporar en las prácticas de aula el enfoque por competencias. Consideramos necesario que antes de enfocarnos en el aprendizaje y el desarrollo de las competencias en el estudiante, para lo cual se requerirían estudios longitudinales extensos temporalmente, es indispensable centrarnos en la enseñanza, discutiendo con profesoras y profesores el modelo de competencias matemáticas propuesto, reflexionando sobre su gestión en el aula y en cómo se llevan a cabo y concretizan en actividades matemáticas relevantes.

En este trabajo conjunto entre profesores e investigadores, es muy relevante el papel que juega la reflexión profesional, en este caso la reflexión de la práctica (Schön, 1983). Estos procesos reflexivos permitirán al docente cuestionar su conocimiento profesional, tanto el relativo al conocimiento pedagógico general, como el referido al conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1987). En este sentido, el análisis conjunto de experiencias clínicas de enseñanza se posiciona como un elemento fundamental de la metodología de trabajo docente. La reflexión y análisis de estas prácticas permitirán observar el nivel de comprensión de los profesores sobre las características que deben tener las situaciones didácticas y su implementación en el aula para el desarrollo de las competencias matemáticas.

El trabajo con los docentes se lleva a cabo en un Seminario (ocho sesiones), el cual está dividido en dos partes. En la primera parte del seminario (primeras cuatro sesiones), se estudian las componentes del MCM, analizando los casos clínicos y realizando algunas actividades de tipo taller, donde se evidencie y se ponga en práctica el trabajo anterior. La primera sesión se ha enfocado en el estudio de las competencias y procesos matemáticos, la segunda en los componentes constituyentes de una organización matemática, la tercera en los niveles de complejidad cognitiva y la organización de tareas matemáticas en base a éstos, y la cuarta ha servido de síntesis del MCM. En la segunda parte del Seminario (quinta a octava sesión), los docentes analizan algunas de sus prácticas (grabadas entre las sesiones anteriores) y llevan a cabo un proceso de diseño de una secuencia de aprendizaje sobre los problemas y técnicas de cálculo relativas al campo aditivo para el primer y segundo curso de primaria.

Al finalizar este Seminario, las profesoras participantes implementarán en sus aulas las secuencias diseñadas, las cuales serán estudiadas para determinar el grado de apropiación del MCM. Dicha implementación será finalmente discutida en sesiones grupales de trabajo, con análisis de las prácticas realizadas, dando la oportunidad a las docentes de optimizar sus producciones, y cerrando así el ciclo de reflexión profesional.

Antes de pasar a explicar la experiencia de organización de tareas matemáticas realizadas por las docentes en la tercera sesión del Seminario, mostraremos brevemente las ideas más relevantes acerca de los niveles de complejidad, considerados como una parte central del MCM.

4. Niveles de Complejidad: condiciones y procesos

Si bien la discusión sobre niveles de complejidad de los problemas matemáticos se ha desarrollado principalmente bajo un punto de vista evaluativo, es posible caracterizar las propias actividades de aprendizaje, entendidas como tareas matemáticas que progresan debido a variables didácticas, definiendo de esta forma ciertas condiciones de realización para dichas actividades (Espinoza et al., 2008).

El marco teórico de PISA, que recoge fuertemente los trabajos desarrollados por de Lange (1995), establece grupos de competencias, en el sentido del grado de competencia que tiene un estudiante para realizar una tarea matemática propuesta. De hecho, en los resultados empíricos de la prueba PISA se confirma que los estudiantes que resuelven problemas de mayor complejidad, también responden a los problemas de complejidad inferior. Esto permite sostener que la caracterización en *niveles de complejidad* de las tareas matemáticas permite evidenciar con mayor claridad el nivel de competencia que logran los estudiantes. De esta forma, los niveles de complejidad se distinguen por las demandas cognitivas a las cuales está sujeto el estudiante y que están

implicadas en los procesos requeridos y por las condiciones de las tareas matemáticas a realizar.

En el siguiente cuadro se definen los tres niveles de complejidad en los términos anteriores, y se tratan las maneras en que se interpretan cada una de éstas.

Reproducción	Este nivel requiere esencialmente de la reproducción del conocimiento estudiado: conocimiento de hechos, representaciones de problemas comunes, ejecución de procedimientos rutinarios.
Conexión	Este nivel se apoya sobre el nivel de reproducción, conduciendo a situaciones de solución de problemas que ya no son de mera rutina, pero que aún incluyen escenarios familiares o casi familiares.
Reflexión	Este nivel incluye un elemento de reflexión por parte del estudiante sobre los procesos necesarios o empleados para resolver un problema, relacionado a la capacidad de los estudiantes para planificar estrategias de resolución y aplicarlas en escenarios de problemas que contienen más elementos y pueden ser más «originales» (o inusuales) que los del nivel de conexión.

Tabla 1. Niveles de Complejidad Cognitiva (Espinoza et al., 2008, p. 19)

El paso de un nivel de complejidad a otro se puede explicar en términos del grado de familiaridad de la actividad y grado de reflexión que requiere el estudiante. Una actividad en un nivel de reproducción demandará procesos cognitivos limitados; en cambio, una actividad en un nivel de reflexión requerirá en el estudiante poner en juego una serie de dichos procesos. La tesis que hemos desarrollado en otros estudios (Espinoza et al., 2008; Solar, 2009) y que continuamos en esta investigación, es que el nivel de complejidad cognitiva de una actividad matemática puede ser explicada en términos de las condiciones de realización de una tarea y los procesos cognitivos que demandan. Mientras más procesos cognitivos, más demanda tiene la tarea y por tanto mayor nivel de complejidad; por otra parte al complejizar las condiciones de realización de la tarea más complejidad adquiere la actividad. En consecuencia, el nivel de complejidad de una actividad se obtiene al articular los procesos y las condiciones de realización de la tarea matemática.

5. Organización de Tareas Matemáticas

En el marco de la metodología de trabajo docente, queremos mostrar un episodio en donde las profesoras, al verse expuestas a la necesidad de organizar una serie de tareas matemáticas siguiendo los niveles de complejidad, lo hacen de distintas formas y con distintos criterios.

Este tema se trató en la tercera sesión del Seminario, la cual tuvo como propósito estudiar el nivel de complejidad de las actividades como el tercer componente del MCM. En primer lugar, las participantes analizaron un video de una docente que gestionó una situación ya estudiada en sesiones anteriores, pero donde cambiaban las condiciones de realización, para posteriormente establecer una secuencia que ordenara las condiciones de una tarea matemática, según el nivel de complejidad.

Finalmente, las docentes debían organizar en tres clases, a modo de secuencia didáctica, un conjunto de tareas matemáticas. Éstas se señalan a continuación:

A. Resolver problemas de cambio y composición directos con números del 0 al 100, usando combinaciones aditivas básicas.

B. Resolver problemas de cambio y composición inversos con números del 0 al 100, usando combinaciones aditivas básicas. C. Resolver problemas de cambio y composición inversos con números del 0 al 100, con números de dos cifras más un dígito cualquiera. D. Calculan mentalmente adiciones y sustracciones del 0 al 100, extendiendo las combinaciones aditivas básicas. E. Calculan mentalmente adiciones y sustracciones del 0 al 100, en sumas de un múltiplo de 10 más un dígito cualquiera. F. Calculan mentalmente adiciones y sustracciones del 0 al 100, en sumas de números de dos cifras. G. Enuncian procedimientos para sumar y restar en un ámbito del 0 al 100, basadas en descomposición canónica. H. Enuncian procedimientos para sumar y restar en un ámbito del 0 al 100, entre múltiplos de 10. I. Enuncian procedimientos para sumar y restar en un ámbito del 0 al 100, en cálculos de número de dos cifras con un número menor que 5.

Tabla 2. Tareas matemáticas para ser organizadas en una secuencia didáctica

Dada la naturaleza de las tareas propuestas (resolver problemas, calcular, enunciar procedimientos), y en cuya redacción estaban estipuladas las condiciones de realización que obedecían a ciertas variables didácticas (ámbito numérico, tipo de problema, técnica de cálculo, relación entre los números), las docentes generaron distintas organizaciones de las tareas. A medida que compartieron el trabajo realizado, sistematizamos las distintas secuencias propuestas en la pizarra. Cuatro docentes propusieron los siguientes ordenamientos.

	Clase 1	**Clase 2**	**Clase 3**
Ana	D – E – H – G	A – B – C	F – G – H - I
Tamara	I – E – H	A – D – G	B – C – F
Carmen	I – G – D – A	H – E – C	B – F – ...
María	E – H – D – F	G – A – B – C	...

Tabla 3. Ordenamientos de las tareas matemáticas propuestos por las docentes[69]

Se discutió con las docentes cuales eran los criterios que fundamentaban cada secuencia propuesta. A continuación mostramos un extracto de lo que nos dicen dos profesoras, que corresponden a dos de las organizaciones de tareas que más nos llaman la atención.

Ana	Carmen
Bueno, primero vamos a trabajar desde la parte mental (...) Vamos jugando con las combinaciones básicas como más pequeñas (...) Pensemos, bueno, que vamos a trabajar en esta parte adición y sustracción… la verdad es que me quedé también un poco pensando en si viene o no secuenciado un sobreconteo, nos vamos a meter ahora de lleno en la adición y sustracción, entonces como para	*Bueno primero fue de procedimiento, cómo los niños lo iban haciendo, después fue de cálculo y después ellos lo final que hacían, lo último fue la resolución de problemas. Eso fue lo que nosotros quisimos hacer (...) Procedimiento de cálculo, procedimiento cómo lo hacían ellos, después el cálculo cómo ellos lo iban, cómo lo aplicaban y después fue la resolución de problemas (...) Y esa es la*

[69] Estos nombres han sido cambiados para resguardar la confidencialidad de las profesoras participantes.

irlo combinando (...) les voy entregando el cómo voy haciendo la cosa, pensando además que lo vamos a ir haciendo resolviendo problemas (...) La segunda clase vamos a resolver problemas, cómo vamos a resolver problemas, vamos a ir haciendo la combinación directa y vamos a resolver entre los directos y lo inversos. Utilizando además, bueno, la adición, suma y resta, en forma conjunta.	*idea que teníamos para las futuras, después la de descomposición canónica, que aplicara también eso mismo con la resolución de problemas. Eso, como habían tres resoluciones de problemas, una resolución en cada clase (...) Eso es lo que pretendíamos nosotros, primero ver cómo lo hace el niño, después practicar algún tipo de cálculo mental y después aplicarlo en la resolución de problemas, esa era nuestra idea.*

Tabla 4. Transcripción de lo que sostienen las docentes sobre sus organizaciones de tareas matemáticas.

El caso de Ana fue llamativo, pues ella realizó una articulación de las tareas matemáticas según el nivel de complejidad, basándose en las condiciones de realización de cada una de ellas, pero agrupándolas de manera general por género de tarea en cada clase. De la misma manera, llama la atención la organización propuesta por Carmen, quien distribuye en cada clase un tipo de tarea y éstas se complejizan clase a clase.
Las organizaciones aquí presentadas muestran las formas organizativas implícitas que tienen estas docentes, quienes como Ana sistematizan de lo más simple a lo más complejo, o quienes como Carmen organizan la enseñanza potenciando distintos tipos de actividad matemática en cada clase y articulando su complejidad en el tiempo.

6. Esquemas de organización de tareas

El episodio antes descrito nos permite abstraer la existencia de esquemas implícitos en la organización de las actividades de enseñanza. Para el caso de Ana, ella organiza las clases de manera de trabajar una solo tipo de tareas en cada una de ellas. Sin embargo, contempla los niveles de complejidad al graduar las tareas específicas según las condiciones de realización de las mismas. En el caso de Carmen, la distribución de tareas no es secuencial, sino que obedece a una estructura que podríamos llamar matricial. Verticalmente (cada clase), Carmen selecciona los tres tipos de tareas, que apuntan a distintas competencias y procesos, con lo cual los estudiantes tienen la posibilidad de desarrollar una actividad matemáticas más rica desde el punto de vista del desarrollo de competencias. Horizontalmente (a través de las clases) cada uno de estos procesos se va complejizando, de forma de que el estudiante viva un proceso de estudio que lo desafía a lo largo del tiempo, y que además es inclusivo en su construcción, evidenciando de esta forma la lógica de los niveles de complejidad. La figura 1 muestra estos recorridos.
Desde el punto de vista de la calidad de la organización, el esquema de Ana se ve atomizado por la tarea, aunque evoluciona dentro de la clase. Esto hace pensar que en los criterios de organización no se contemplan los procesos como elemento que define el nivel de complejidad, sino que sólo las condiciones de realización de las tareas. En cambio, el esquema de Carmen presenta de manera cíclica las tareas, considerando tanto la evolución de los procesos como de las condiciones de realización para definir el avance en complejidad del tema tratado.

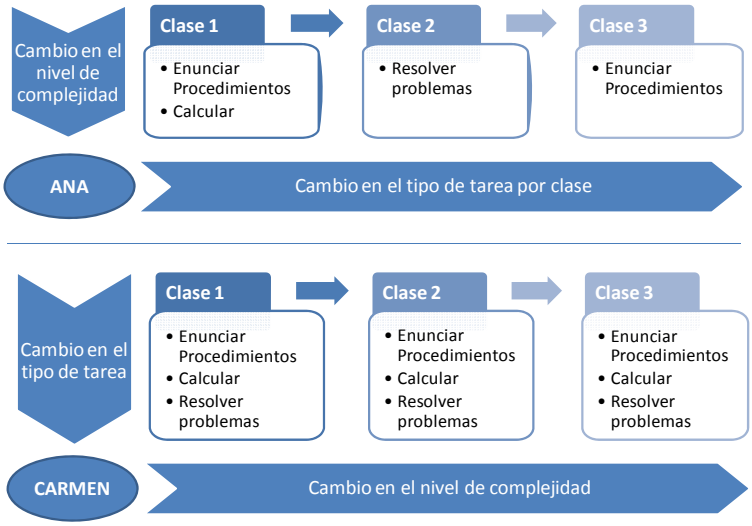


Figura 1. Esquemas de organización de tareas de Ana y Carmen

Por último, el hecho que estas estructuras surgieran de las propias docentes, nos señala que la metodología de trabajo docente, al menos en este nivel y momento del proceso de reflexión, está produciendo algunas comprensiones sobre las potencialidades del MCM para organizar la enseñanza. Tanto la riqueza teórica de la diferencia entre estas estructuras, como el aporte a la labor docente de las profesoras, son resultados que apoyan las metodologías de trabajo para la comprensión del MCM que proponemos.

7. Referencias

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des practiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques, 19(2), 221-266.

De Lange, J. (1995). Assessment: No change without problems. In T. A. Romberg (Ed.), Reform in school mathematics and authentic assessment (pp. 87-172). New York: SUNY Press.

Espinoza, L., Barbé, J., Mitrovich, D., Solar, H., Rojas, D., & Matus, C. (2008). Análisis de las competencias matemáticas en primer ciclo. Caracterización de los niveles de complejidad de las tareas matemáticas. Proyecto FONIDE DED0760. Santiago: Mineduc.

Nctm. (2003). Principios y Estándares para la Educación Matemática. España: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

Ocde. (2003). Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas. Paris: OCDE.

Schön, D. A. (1983). The Reflective practitioner: how professionals think in action. Londres: Temple Smith.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.

Solar, H. (2009). Competencias de modelización y argumentación en interpretación de gráficas funcionales: propuesta de un modelo de competencia aplicado a un estudio de caso. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES CON PARÁMETROS UN ENFOQUE DINÁMICO

Silvia Santos; Mario Di Blasi Regner
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco, Argentina
silvia.santos@live.com.ar, mario.diblasi@gmail.com

Resumen
Uno de contenidos más importantes del Álgebra y la Geometría Analítica, para estudiantes de primer año de carreras de Ingeniería, es sistemas de ecuaciones lineales.
En este trabajo presentamos una propuesta de enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales desarrollada en el marco de una investigación, que utiliza como recurso escenas dinámicas construidas con GeoGebra ®. Esta herramienta ofrece la posibilidad de utilizar diferentes representaciones (algebraica, geométrica, numérica) de uno o más objetos en forma simultánea.
Nuestro objetivo es favorecer en los alumnos el pasaje entre registros de representación semiótica, del algorítmico al verbal y/o del gráfico al algebraico, competencia que consideramos necesaria para "apropiarse" de un objeto matemático.

Palabras clave: Sistemas de ecuaciones lineales, Geometría dinámica, registros de representación, aprendizaje.

1. Introducción

En el curso de Algebra y Geometría Analítica que se imparte en la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, hemos utilizado representaciones gráficas y algebraicas de carácter dinámico, con el objetivo de promover en los estudiantes la conversión entre diferentes representaciones de los conjuntos de soluciones de un sistema de ecuaciones lineales. Según la teoría de R. Duval (1998) sobre registros de representación semiótica, esta conversión es una actividad cognitiva necesaria para lograr una aprehensión conceptual de los objetos matemáticos. Hay, además, muchos antecedentes del uso de asistentes geométricos en la enseñanza del Álgebra Lineal, tales como las investigaciones de Macías, L y Portillo, H., (2006); Uicab, R. y Oktaç, A., (2006), entre otros. Los instrumentos que utilizamos para recoger datos fueron: cuestionarios, experimentos de enseñanza, registros en video, y entrevistas en profundidad con alumnos seleccionados del grupo, luego de la experimentación.

2. Núcleo conceptual. Antecedentes

Una de las dificultades centrales del Álgebra para estudiantes de Ingeniería es el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales (SEL), no solo desde el aspecto de su resolución sino también de su conceptualización. Un alumno ha logrado la conceptualización de un objeto matemático cuando es capaz de ponerlo en uso por sí mismo en situaciones que encontrará fuera de un contexto de enseñanza y sin una indicación intencional (Brousseau G., 1986). Los SEL con parámetros, en R^2, son la "entrada" a otros conceptos tales como SEL en R^3, en R^n, independencia lineal, intersección de rectas y planos en R^3, entre muchos otros del Álgebra Lineal.
La construcción de cierto conocimiento matemático no implica necesariamente en los alumnos la adquisición de la capacidad para "cambiar" de registro de representación.

Un registro de representación se define como un sistema de signos utilizados para representar una idea u objeto matemático, que además cumple con las siguientes características: es identificable, permite el tratamiento, es decir la manipulación y transformación dentro del mismo registro y permite la conversión, consistente en la transformación total o parcial en otro registro. (Duval R., 1993)

La monumental evolución que ha alcanzado la tecnología educativa en los últimos veinte años, pone hoy a disposición de profesores y alumnos softwares de Geometría Dinámica (SGD). GeoGebra ® es un software libre para educación matemática que, desde una operatoria sencilla, ofrece diversas representaciones (algebraica, geométrica, numérica) de uno o más objetos en forma simultánea.

Nuestro modelo de enseñanza se fundamenta en los conceptos teóricos de R. Duval (1998) sobre registros de representación semiótica, en investigaciones que utilizan la Ingeniería Didáctica como metodología de investigación (Segura S, 2004) y sobre uso de asistentes geométricos en la enseñanza del Álgebra Lineal (Macías L, 2006; Uicab R, 2006).

Según la teoría de registros de representación semiótica, la comprensión no significa dar un salto desde el contenido de una representación en particular hasta el concepto puramente matemático representado sino en relacionar diversos contenidos de representación del mismo objeto. Es decir, que para la enseñanza de la matemática, lo más importante no es la elección del mejor sistema de representación sino lograr que los alumnos sean capaces de relacionar varias maneras de representar los contenidos matemáticos (Duval R ,1998).

Utilizando como metodología de investigación la Ingeniería Didáctica, Segura (2004) analiza la construcción y aplicación de una secuencia didáctica que facilita el aprendizaje y solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales. Esta secuencia se diseñó con la intención de que las alumnas trabajen con diferentes registros de representación semiótica. Estuvo dirigida a alumnas de 3º año de enseñanza media de una escuela de Mendoza, Argentina. Se trabajó con lápiz y papel. Concluye que el trabajo en los tres registros de representación (verbal, gráfico y algebraico) facilita que el alumno identifique al objeto en todos los registros, puesto que se emplean de modo indistinto para representarlo.

La investigación de Macías y Portillo (2006) es un trabajo presentado en el curso de Álgebra Lineal en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Diseñaron actividades en SGD, con el objetivo de que los estudiantes descubran las relaciones entre la representación matricial de una transformación lineal (en dos y tres dimensiones) y sus propiedades geométricas. Remarca la importancia de los conocimientos previos, la indagación y la formulación de conjeturas. Realiza una crítica la enseñanza tradicional, ya que esta dirigida a una minoría de estudiantes (los futuros matemáticos de profesión).

Respecto de la utilización de la geometría dinámica, enfatiza sobre la interactividad, rapidez y fluidez de la exploración dinámica.

Uicab y Oktaç (2006) indagan la presencia o ausencia de un pensamiento sistémico en un grupo de estudiantes del programa de maestría del Departamento de Matemática de la Universidad Autónoma de Yucatán (México), al resolver problemas de extensión lineal. El planteo es de tipo geométrico, haciendo uso de SGD. Observan que los estudiantes no realizan las conexiones adecuadas entre los conceptos involucrados. Sugieren la conveniencia de diseñar actividades en las que los estudiantes no sean

dependientes del profesor y se los estimule a generar su propio conocimiento, hecho que podría ayudarles a desarrollar las conexiones para solucionar problemas.

3. Metodología

La propuesta estuvo dirigida a estudiantes de un curso de Álgebra y Geometría Analítica que cursan el primer año de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Facultad Regional Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional. Dicha asignatura es anual, con una carga horaria de 6 horas semanales.

Tuvo lugar en la 5ª semana de clases del ciclo 2011; participaron 37 alumnos y los dos investigadores, uno de ellos en el rol de "observador no participante" y el otro como "profesor".

Previamente, en la 1ª semana de clases, se realizó una presentación del software GeoGebra ®. Se mostraron brevemente sus distintas barras de herramientas y se solicitó que lo instalaran en sus computadoras para "explorar" en forma personal.

La experiencia tuvo una duración aproximada de 90 minutos y se desarrolló en el aula donde habitualmente se dicta clase. Se utilizaron las computadoras portátiles personales de 10 alumnos. Los alumnos trabajaron en grupos de 3 o 4 integrantes.

Imagen 1: Vista general de la clase

Imagen 2: Grupo de alumnos trabajando

Se impartieron las siguientes pautas generales: cada alumno debía leer las consignas de la Actividad 1; en base a ellas, modificar la escena original tantas veces como le fuera necesario y anotar sus conclusiones respetando el tiempo indicado; una vez transcurrido ese lapso se haría una puesta en común; no estaba permitido pasar a la Actividad 2, antes del cierre de la Actividad 1; no se debía corregir lo escrito; de igual modo se trabajaría con cada una de las Actividades.

Se entregó en forma impresa una secuencia de 6 actividades a cada alumno y se pidió que abrieran la escena diseñada en GeoGebra ®.

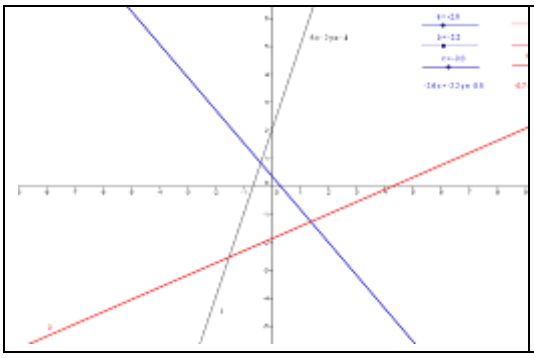


Imagen 3:Escena dinámica inicial

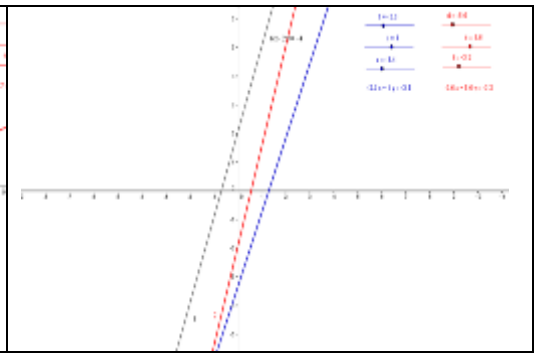


Imagen 4 :Escena dinámica modificada por T. B. en la Actividad 2

La Actividad 1 se elaboró con el objetivo de observar si los alumnos distinguían la presencia de los registros de representación gráfico y algebraico. La Actividad 2, en cambio, se orientó hacia el uso del SGD. Las restantes Actividades se diseñaron con la intención de favorecer en los alumnos el pasaje entre registros de representación semiótica, del gráfico al algebraico y/o del algorítmico al verbal.

Presentamos, a modo de ejemplo, una de las actividades que se propone a los alumnos:
- *Indique las posibles posiciones relativas de las rectas* ***r*** *(fija),* ***s*** *y* ***g*** *(móviles) de modo tal que, el siguiente sistema de ecuaciones lineales sea incompatible. En ese caso, teniendo en cuenta que cada uno pudo representar diferentes rectas, ¿encuentran alguna condición que deban cumplir los parámetros* ***a, b, c, d, e,*** *y* ***f*** *?*

$$\begin{cases} 6x - 2y = -4 \\ a\,x + b\,y = c \\ d\,x + e\,y = f \end{cases}$$

4. Algunos resultados

A partir del análisis de los distintos registros de la experiencia se observa una excelente disposición de los alumnos a participar en la propuesta, respetando las pautas indicadas. Se realizó una buena administración del tiempo. Durante la experiencia algunos pocos alumnos trabajaron solo con lápiz y papel.

En general, se pone de manifiesto una seria dificultad para interpretar consignas y expresar verbalmente conclusiones y utilizan equívocamente algunos términos como, por ejemplo, "*múltiplo*".

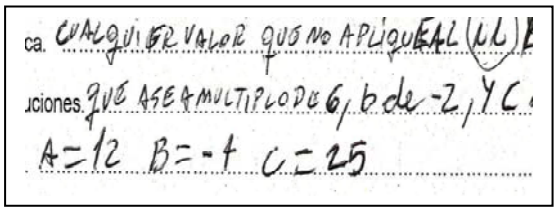


Imagen 5: Uso erróneo del término "múltiplo"

En la Actividad 1, como se esperaba, la mayoría de los alumnos no percibió la presencia de ambos registros de representación: gráfico y algebraico. Se mostraron sorprendidos cuando en la puesta en común un alumno afirmó: *"Al mover un deslizador también cambian los coeficientes de las ecuaciones, no solo la posición de la recta"*.

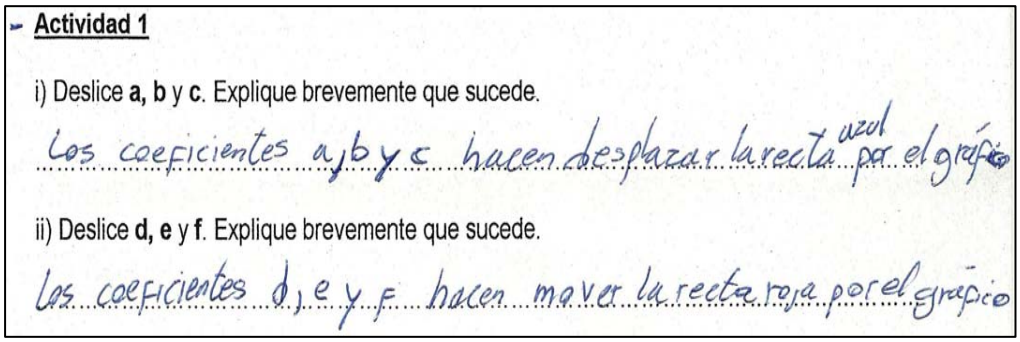


Imagen 6: Ausencia de reconocimiento de registro algebraico

A medida que se fueron desarrollando las distintas actividades, las puestas en común fueron cada vez más ricas en debates, con aciertos y errores.

En la Actividad 6, que se mostró como ejemplo, la mayoría de los alumnos logró relacionar las distintas representaciones: gráfica, algebraica y numérica proponiendo ejemplos de las variadas situaciones que podían presentarse.

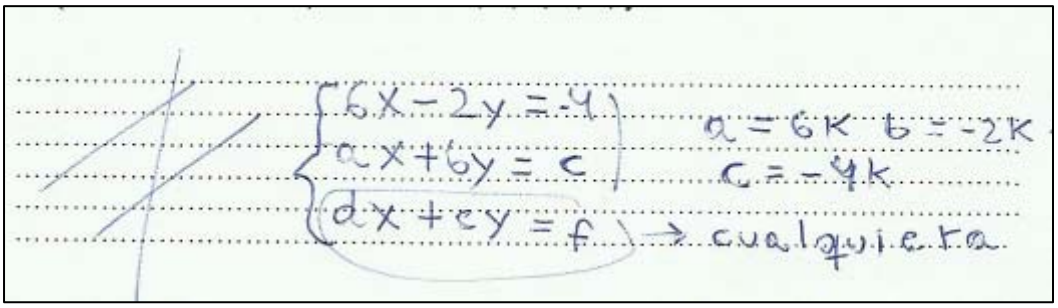


Imagen 7: Producción del alumno A.M. en la Actividad 6.

En clases posteriores se abordaron los contenidos rectas y planos en R^3 y distancias, donde se pudo observar que, a diferencia de años anteriores, los alumnos hacían conversiones del registro geométrico al algebraico y del algebraico al geométrico de manera autónoma en la resolución de problemas.

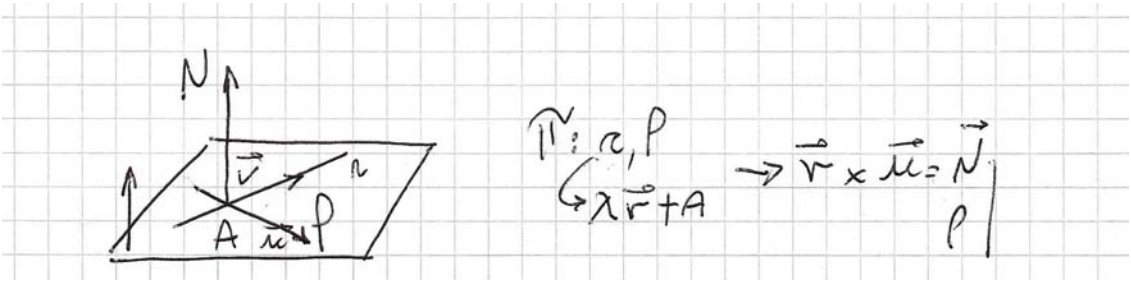


Imagen 8: Producción de L. P. Pasaje de registro verbal a geométrico y de geométrico a algebraico en la resolución de un problema de la unidad temática Rectas y Planos.

5. Conclusiones

Trabajar en el aula habitual (no en un laboratorio de informática) con las computadoras personales creó un poco de "desorden" inicial. Los alumnos trabajaron en un ambiente familiar, con sus profesores, pero con una propuesta completamente diferente. Se mostraron interesados y activos en todo momento. Al finalizar la clase el alumno O.I. pidió que les enviáramos por correo electrónico las actividades impresas y las escenas SGD. Al despedirse, la alumna M. M. dijo: *"hasta el martes profes, disfruté mucho la clase"*. Para D´Amore (2006) el saber adquirido es el resultado de la elaboración de la experiencia con la que se aprende. Esta elaboración consiste en la interacción entre el individuo y su ambiente, pero además en el modo en que internaliza el mundo externo.

En lo referido al objetivo de la propuesta, favorecer la utilización de diferentes registros de representación se observa, como ya mencionáramos anteriormente, que los alumnos hacen conversiones del registro geométrico al algebraico y del algebraico al geométrico de manera autónoma y sin indicación expresa en la resolución de problemas relativos a otros contenidos.

Con respecto al diseño de las actividades, se deberá realizar algunos pequeños ajustes en las consignas de modo tal que la experiencia se pueda completar en un lapso de tiempo menor.

6. Referencias bibliográficas

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques.7 (2)*, 33-115.

D´Amore, B. (2006). Conclusiones y perspectivas de investigación futura. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa. Número Especial.* 301-306.

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annale de Didactique et de Sciences Cognitives. 5*, 37-65.

Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En F.Hitt (Ed.) *Investigaciones Matemáticas Educativas II*. México.: Grupo Editorial Iberoamérica.

Macías Gutiérrez, L y Portillo Lara, H. (2006). Transformaciones Lineales con Cabrí. *Memorias del III Congreso Iberoamericano de Cabri*. Bogotá. Colombia.

Segura, S. (2004). Sistemas de ecuaciones lineales: una secuencia didáctica. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa. 7 (1)*, 49-78.

Uicab, R. y Oktaç, A. (2006).Transformaciones Lineales en un ambiente de Geometría Dinámica. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa. 9 (3)*, 459-490.

CARACTERIZANDO LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE ESTUDIANTES ACERCA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO

Pablo D. Vain[1]; Margarita delC. Benítez[2]; Claudia D. Lagraña[3]
[1]Fac.de Humanidades y Cs Sociales (UNaM); [2]Fac. Cs. Exactas, Químicas y Naturales (UNaM); [3]Fac. Cs. Exactas, Químicas y Naturales (UNaM)
pablodaniel.vain@gmail.com; mbenitez@fceqyn.unam.edu.ar; claudialagrana@gmail.com

Resumen
El propósito del presente trabajo es presentar la metodología y las categorías de análisis de una investigación llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) con estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería que pretendió caracterizar las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de los mismos.
Entre los objetivos de la ICIEC y IIEMEM se menciona "favorecer la difusión, el conocimiento y la integración de referenciales Didácticos, Cognitivos y Epistemológicos en Enseñanza de las Ciencias y la Matemática" permitiéndonos, a través de esta comunicación, dar a conocer el marco teórico metodológico y las categorías conformadas y asumidas para sistematizar e interpretar las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de alumnos de ingeniería desde un modelo psicosocial.

Palabras clave: Representaciones sociales - conocimiento matemático - aprendizaje de la matemática

Supuestos teóricos metodológicos que sustentan el trabajo:
En este trabajo el enfoque para estudiar las representaciones sociales (RS) se inscribe en la denominada Escuela Clásica; desarrollada por Denise Jodelet en estrecha relación con la propuesta de Serge Moscovici. Por ello, el énfasis está más en el aspecto constituyente, que en el aspecto constituido de la representación. Para comprender estos aspectos de las RS, es importante recordar la noción de construcción social de la realidad implicada en la conceptualización de RS: "La representación social es, a la vez, **pensamiento constituido** y **pensamiento constituyente**. En tanto que pensamiento constituido, las representaciones sociales se transforman efectivamente en productos que intervienen en la vida social como estructuras preformadas a partir de las cuales se interpreta, por ejemplo, la realidad. Estos productos reflejan en su contenido sus propias condiciones de producción y es así como nos informan sobre los rasgos de la sociedad en las que se han formado. En tanto que pensamiento constituyente, las representaciones no solo reflejan la realidad sino que intervienen en su elaboración. La representación social constituye en parte el objeto que representa. No es el reflejo interior, es decir, situado en la cabeza de los sujetos, de una realidad exterior, sino que es un factor **constitutivo** de la propia realidad. La representación social es un proceso de **construcción de la realidad** y debemos entender esta afirmación en un doble sentido: primero, en el sentido de que las representaciones sociales forman parte de la realidad social, contribuyen pues a configurarla y, como parte sustancial de la realidad, producen en ella una serie de efectos específicos. Segundo, en el sentido de que las

representaciones sociales contribuyen a construir el objeto del cual son una representación. Es porque la representación social construye en parte su objeto por lo cual este objeto es, en parte**, realmente** tal y como aparece a través de su representación social" [El resaltado es del original] (Ibáñez, 1988)[70]

Teniendo en cuenta el planteo anterior, se puede decir que el aspecto constituyente del pensamiento son los procesos. El enfoque que se centra en este aspecto es el procesual, que descansa en postulados cualitativos y privilegia el análisis de lo social, de la cultura y de las interacciones sociales. Desde esta perspectiva, la mirada está en el proceso social, en el contenido de la RS y no en los mecanismos cognitivos.

En conformidad con el planteo teórico anterior, y particularizando el mismo a nuestro caso, sostenemos que las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de los estudiantes de Ingeniería se ponen en juego en sus procesos de aprendizaje. Este supuesto nos lleva a la pregunta inicial que orienta esta investigación: ¿Cuáles son las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de los estudiantes de Primer Año de las carreras de Ingeniería?

El aprendizaje de la Matemática es un proceso en el cual el estudiante construye el sentido del conocimiento matemático. Desde la perspectiva matemática "...el sentido del conocimiento matemático se define no sólo por la colección de situaciones donde este conocimiento es realizado como teoría matemática; no sólo por la colección de situaciones donde el sujeto lo ha encontrado como medio de solución, sino también por el conjunto de concepciones que rechaza, de errores que evita, de economías que procura, de formulaciones que retoma, etc."[71]

Sin embargo, afirmamos que el sentido del conocimiento matemático[72] que construye el alumno en el proceso de aprendizaje no se limita solamente a la perspectiva mencionada. Sino que los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática son esencialmente procesos sociales, y por lo tanto el sentido del conocimiento matemático que construye el alumno es una actividad cognitiva, llevada a cabo en situaciones de interacción social en las que el sujeto, como sujeto social, hace intervenir en su elaboración ideas, valores y modelos provenientes de una cultura peculiar.

En consecuencia, en el sentido que otorga el alumno al CM a través de su aprendizaje, están presentes -en forma manifiesta o latente- las representaciones sociales sobre el dominio en cuestión. Por otra parte, desde la línea teórica iniciada por Serge Moscovici, preguntarse por las representaciones colectivas, implica interesarse por la forma en que se interpreta -en este caso- el conocimiento matemático, las percepciones sobre este objeto de conocimiento y la posición que se fija en relación con él. Se puede decir que conocer o establecer una representación social, implica determinar qué se sabe (información), qué se cree, cómo se interpreta (campo de la representación) y qué se hace o cómo se actúa (actitud).[73].

---

[70] Citado por ARAYA UMAÑA, S. (2002). LAS REPRESENTACIONES SOCIALES. EJES TEÓRICOS PARA SU DISCUSIÓN. Cuaderno de Ciencias Sociales N° 127. FLACSO, Sede Académica Costa Rica. Costa Rica. Pag. 37.

[71] BROUSSEAU, G. (1983). en: PARRA, C. y SAIZ, I. (Compiladoras). DIDÁCTICA DE MATEMÁTICAS. APORTES Y REFLEXIONES. (1994). Editorial Paidós. Buenos Aires.

[72] En adelante CM.

[73] JODELET, D en NIEVA REYES, B. y LIEBANO, S. (1998). LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DENTRO DEL PROCESO DE SALUD ENFERMEDAD ORAL EN POBLACIONES URBANO–MARGINALES Y SU RELACIÓN CON LOS DISCURSOS Y LAS PRÁCTICAS INSTITUCIONALES. Revista de la Federación Odontológica Colombiana. Nº 194. URL: http:/ www.encolombia.com/foc. índice.htm

Adoptando esta perspectiva, para reconocer las representaciones sociales del conocimiento matemático en los estudiantes de Ingeniería, consideramos necesario indagar los patrones de interpretación del conocimiento matemático que utiliza el alumno y las actitudes asumidas, como sujeto y como miembro de un grupo, para dar sentido y asignar significados a su aprendizaje matemático, en el marco de los significados negociados por los protagonistas en la vida real de la institución, y en particular, del aula.

Acerca de la metodología:
Cabe señalar que asumimos este estudio como un itinerario móvil y sujeto a permanentes redefiniciones, en el cuál la relación teoría-empiria es dialéctica, y por lo tanto el diseño de a investigación no ha sido lineal, sino espiralado.[74]
Por otra parte y, en concordancia con los supuestos teóricos descriptos, la metodología de trabajo en este estudio se estructura sobre la triangulación entre métodos cuantitativos y cualitativos pero por la naturaleza del problema -de múltiples significados– es predominantemente cualitativa.
En función de estos presupuestos teórico-metodológicos, hemos optado por centrarnos en el sondeo por encuesta y las entrevistas en profundidad, mediante grupos focales.

Sondeo por encuestas:
La encuesta que aplicamos tuvo un carácter exploratorio de la problemática, por cuanto no se buscó establecer conclusiones estadísticamente significativas. La intención de incluir una técnica cuantitativa obedeció, centralmente, a la idea de realizar una triangulación de métodos (cuantitativos y cualitativos). Por lo tanto, su inclusión no pretendió corroborar hipótesis, ni convalidar estadísticamente datos obtenidos cualitativamente, sino simplemente lograr una aproximación a como los involucrados perciben el problema.
El cuestionario se organizó mediante 26 preguntas. Alguna de ellas (9), referidas a datos personales que permitieron contextualizar la población y realizar cruces entre variables como: sexo, edad, estudios previos, etc. Las restantes (17) indagaban acerca de la relación del estudiante con la matemática y de la trayectoria escolar de los mismos; como así también, sobre las representaciones sociales en torno al conocimiento matemático. A fin de llevar a cabo un rápido procesamiento se estableció una codificación para las preguntas y cada una de las categorías de respuesta. Esto propició la conformación de grupos focales para realizar avanzar sobre la entrevistas en profundidad.

Grupos Focales
(También Grupo de Discusión) "Se define como una conversación cuidadosamente planeada, diseñada para obtener información de un área definida de interés en un ambiente permisivo, no directivo."[75] Vieytes afirma que estos grupos son "Muy

[74] Ver, por ejemplo: SIRVENT, M. EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN. Oficina de Publicaciones. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires, 2003. y/o TÓJAR HURTADO, J. PLANIFICAR LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. UNA PROPUESTA INTEGRADA. Ediciones FUNDEC. Buenos Aires, 2001. y/o GALLART, M. en FORNI, F. y Otros. MÉTODOS CUALITATIVOS II. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, 1992.
[75] KRUEGER, R. (1991). EL GRUPO DE DISCUSIÓN. GUÍA PRÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA. Madrid: Pirámide. (Síntesis de FERNÁNDEZ, F.

adecuados cuando el objetivo requiere la recolección de información en profundidad sobre las necesidades, preocupaciones y percepciones de un colectivo social determinado."[76]

Freidin señala que "La conformación de los grupos focalizados requiere que los grupos sean homogéneos internamente y heterogéneos entre sí, teniendo en cuenta los rasgos clasificatorios seleccionados para su constitución."[77] En nuestro caso, las condiciones y criterios de estratificación fueron las que se exponen en el cuadro siguiente. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones y criterios de estratificación para conformación de los grupos focales

ACTORES	CONDICIONES	CRITERIOS DE ESTRATIFICACIÓN
Estudiantes FCF	Ser Estudiantes de las Carreras: • Ingeniería Forestal • Ingeniería en Industrias de la Madera	- Género. - Edad. - Rendimiento en Matemáticas. - Gusto por las Matemáticas..
Estudiantes FCEQyN	Ser Estudiantes de las Carreras: • Ingeniería en Alimentos • Ingeniería Química	- Género. - Edad. - Rendimiento en Matemáticas. - Gusto por las Matemáticas.

Para el análisis de los datos y teniendo en cuenta que los datos de las entrevistas son cualitativos, utilizamos el *análisis de contenido* en el sentido que lo define Behar (1991).[78]

Para la conformación e interpretación de las categorías de representaciones sociales del conocimiento matemático, y con el objeto de sistematizar su estudio, consideramos -siguiendo a Ernest (1994)[79]- dos apartados dentro de la epistemología de las matemáticas: *la ontología de las matemáticas* (que nos aproxima al estudio de la naturaleza del objeto matemático) y *la gnoseología de las matemáticas* (que se ocupa de la actividad matemática, de la acción sobre los objetos).

Como en este trabajo, este conocimiento se inscribe en el sistema universitario, para cada apartado hemos considerado fundamentalmente aquellos aspectos epistemológicos del conocimiento matemático que se proyectan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Es decir, que el plano epistemológico constituye el nivel de reflexión sobre el objeto de investigación.

El otro referente metodológico, que complementamos con el descripto y que adoptamos para desglosar de un modo operativo distintas facetas de la categoría representación social, así como para presentar de forma ordenada las cuestiones que se tratan en el plano epistemológico, es el instrumento analítico denominado La Rejilla que fue

---

Proyecto de Investigación: Subjetividad, Violencia y Ética educativa II. FCEQyN. UNaM. Director: Luis Nelli). Pag. 1

[76] VIEYTES, R. (2004). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN EN ORGANIZACIONES, MERCADO Y SOCIEDAD. Buenos Aires: De las Ciencias. Pag. 633.

[77] FREIDIN, B. (2000). LOS LÍMITES DE LA SOLIDARIDAD. LA DONACIÓN DE ÓRGANOS, CONDICIONES SOCIALES Y CULTURALES. Buenos Aires: Lumiere.

[78] Citado por FLORES MARTÍNEZ, .P (1998). Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre la Matemática, su Enseñanza y Aprendizaje. Granada: Comares. Op. Cit. Pág. 123.

[79] ERNEST (1994). Citado por FLORES MARTÍNEZ, .P. Op. Cit. Pág. 41 Este planteo de Ernest lo utilizamos implícitamente para la caracterización de las matemáticas en el Marco Teórico.

generado por Flores Martínez, P. (1998)[80] El autor emplea la Rejilla para describir, de manera sincrónica, un amplio abanico de posiciones y formas de concebir las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje. Consideramos pertinente su utilización dado los fines que perseguimos. Con las dos dimensiones planteadas se construye la Rejilla[81] que aparece a continuación.

Cuadro2:. La Rejilla

PLANO	**APARTADOS**	
	Ontología	**Gnoseología**
Epistemológico	Categoría 1: **La naturaleza de las matemáticas** Categoría 2: **La relación de las matemáticas con la realidad** Categoría 3: **La utilidad de las matemáticas** Categoría 4: **Características de la organización del conocimiento matemático**	Categoría 5: **Las formas de desarrollo del conocimiento matemático** Categoría 6: **La adquisición del conocimiento matemático**

Como se podrá observar, cada casilla de la rejilla se convierte en una categoría, de una variable bidimensional (Plano, Apartado).

Categoría 1: La naturaleza de las Matemáticas

En la naturaleza de las matemáticas, y desde el punto de vista ontológico, las preguntas que se suscitan están vinculadas al origen del conocimiento matemático (CM) y a la razón de ser del CM. Aquí están presentes, las ideas de las distintas corrientes filosóficas sobre el pensamiento matemático; por ejemplo la visión del CM de los plantónicos, los racionalistas, empiristas, formalistas y otros. Algunas de las preguntas que se trabajan en este apartado son: ¿qué son los objetos matemáticos? ¿qué tipo de existencia tienen los objetos matemáticos? ¿qué relación tienen los objetos matemáticos con la naturaleza?, ¿por qué surge el conocimiento matemático?

Categoría 2: La relación de las matemáticas con la realidad

Este apartado trata, fundamentalmente, de la conexión del conocimiento matemático con la realidad. En este sentido surgen las siguientes preguntas: ¿a qué se debe que, la matemática, pueda ser el instrumento que permite en tantas otras ciencias, desentrañar y expresar lo real?, ¿cuál es la causa de todo esto?, ¿qué le confiere su fuerza a las matemáticas?, ¿a qué se debe la matemática pueda modelar la realidad? y otros interrogantes en torno a esta cuestión.

Categoría 3: La utilidad de las matemáticas

Otro aspecto con el que los estudiantes caracterizan a la matemática es la utilidad. Davis y Hersh (1988)[82] tratan la "utilidad matemática" partiendo de la consideración que una cosa es útil si tiene la capacidad de satisfacer una necesidad humana. Estos autores dan cuenta de los múltiples significados que el término útil encierra y ponen así de manifiesto que los significados de "utilidad matemática" abarcan elementos de tipo

[80] FLORES MARTÍNEZ, .P. Op. Cit. Pág. 123-133.

[81] Cabe señalar que esta rejilla es una Rejilla reducida respecto a la generada por FLORES MARTÍNEZ, .P. quien considera más planos de reflexión. También se plantean diferencias en algunos aspectos considerados en cada casilla Op. Cit. Pág. 123-133.

[82] DAVIS, P. y HERSH, R. (1988). EXPERIENCIA MATEMÁTICA. Editorial Labor SA. Barcelona. Pag.68.

estético, filosófico, histórico, psicológico, pedagógico, comercial, científico, tecnológico y matemático. Siguiendo este punto de vista, algunas de las preguntas que se plantean en la utilidad de la matemática son: ¿qué necesidades satisfacen las matemáticas?, ¿qué significados se otorgan a la palabra utilidad? ¿qué tipo de elementos encierran los significados?.

Categoría 4: Características de la organización del conocimiento matemático

En este apartado los aspectos incluidos se definen por la naturaleza de la matemática, o bien la esencia y la relación de la matemática con la realidad física, los elementos que la constituyen y las relaciones que ligan entre sí a dichos elementos. En términos prácticos podríamos pensar que el CM se cristaliza en un conjunto de objetos ligados entre sí por diversas relaciones, esto es, en una organización matemática. Dicha organización está constituida por determinados elementos, tiene una dinámica, presenta cualidades, utiliza recursos para su funcionamiento y se desarrolla de determinadas maneras. En este apartado se consideran estas cuestiones.

Categoría 5: Las formas de desarrollo del conocimiento matemático

En sentido estricto, las formas de desarrollo de las matemáticas está vinculado a una actividad reservada a los investigadores, que desarrollan las matemáticas y crean matemática nueva. Pero aquí adoptaremos el planteo de Chevallard, Bosch y Gascón, 1997)[83], quienes sostienen que en sentido amplio, se puede decir que *el que aprende matemáticas* también "crea" matemáticas nuevas. Si bien los estudiantes de las universidades sólo crean, excepcionalmente, conocimientos nuevos para la humanidad, sí crean matemáticas nuevas para ellos en tanto aprendices.

Las preguntas vinculadas a la actividad matemática y a la forma de encontrar el conocimiento matemático, son: ¿qué es hacer matemáticas? ¿cómo se generan los conocimientos matemáticos? ¿qué son las actividades matemáticas? ¿cómo se emplean las matemáticas?.

Categoría 6: La adquisición del conocimiento matemático

Este apartado se define a partir de las respuestas que dan los alumnos a: ¿cómo se adquiere el conocimiento matemático? Teniendo en cuenta el marco en que se desarrolla este trabajo, la adquisición del conocimiento matemático está vinculada al aprendizaje de las matemáticas. Por ello, en esta categoría se incluirán unidades de análisis que se refieren al proceso sistemático, deliberado, por el que el alumno llega a apropiarse del conocimiento matemático en la universidad. Aquí están contenidas, entre otros aspectos, los aspectos socio-afectivos.

Consideración

La aplicación de la rejilla nos permitió identificar 6 categorías para el análisis de las entrevistas en profundidad y avanzar hacia la caracterización de las representaciones sociales acerca del conocimiento matemático de los estudiantes de primer año de ingeniería de la UNaM. El estudio de los contenidos y significados de cada una de estas categorías forman parte de la investigación pero de la cual no nos ocupamos en esta presentación.

[83] CHEVALLARD, Y., BOSCH, M. y GASCÓN, J. (1997). ESTUDIAR MATEMÁTICAS. EL ESLABÓN PERDIDO ENTRE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE. Editorial Horsori.. Barcelona. Pág. 56.

Referencias Bibliográficas:

- Araya Umaña, S. (2002). Las Representaciones Sociales. Ejes Teóricos Para Su Discusión. Cuaderno de Ciencias Sociales N° 127. FLACSO, Sede Académica Costa Rica. Costa Rica.
- Brousseau, G. (1983). en: Parra, C. y Saiz, I. (Compiladoras). Didáctica De Matemáticas. Aportes Y Reflexiones. (1994). Editorial Paidós. Buenos Aires.
- Chevallard, Y., Bosch, M. y Gascón, J. (1997). Estudiar Matemáticas. El Eslabón Perdido Entre La Enseñanza y Aprendizaje. Editorial Horsori.. Barcelona.
- Davis, P. y Hersh, R. (1988). Experiencia Matemática. Editorial Labor SA. Barcelona.
- Freidin, B. **(**2000). Los Límites De La Solidaridad. La Donación De Órganos, Condiciones Sociales y Culturales**.** Buenos Aires: Lumiere.
- Gallart, M. en Forni, F. y Otros. (1992). Métodos Cualitativos Ii. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
- Jodelet, D en Nieva Reyes, B. y Liebano, S. (1998). Las Representaciones Sociales Dentro Del Proceso De Salud Enfermedad Oral En Poblaciones Urbano–Marginales Y Su Relación Con Los Discursos Y Las Prácticas Institucionales. Revista de la Federación Odontológica Colombiana. Nº 194. URL: http:/ www.encolombia.com/foc- índice.htm
- Krueger, R. (1991). El Grupo De Discusión. Guía Práctica Para La Investigación Aplicada. Madrid: Pirámide. (Síntesis de FERNÁNDEZ, F. Proyecto de Investigación: Subjetividad, Violencia y Ética educativa II. FCEQyN. UNaM.). Pag. 1
- Sirvent, M. (2003). El Proceso De Investigación. Oficina de Publicaciones. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires.
- Tójar Hurtado, J. (2001). Planificar La Investigación Educativa. Una Propuesta Integrada. Ediciones FUNDEC. Buenos Aires
- Vieytes, R. (2004). Metodología de La Investigación En Organizaciones, Mercado y Sociedad. Buenos Aires: De las Ciencias. Pag. 633.

¿CÓMO ENSEÑAR LOS PRIMEROS NÚMEROS? LA PERSPECTIVA DE NIÑOS DE DISTINTOS SECTORES SOCIOCULTURALES

Flavia Santamaría[1], *Gabriela Matozza*[1] *y Cecilia Bordoli*[2]
[1] Ctro Regional Univ Bariloche de la Univ. Nac. del Comahue, [2] IFDC El Bolsón
f.i.santamaria@gmail.com

Resumen
Conocer las concepciones elaboradas por los niños acerca de cómo se aprende y cómo se enseña la notación numérica es particularmente relevante en tanto median y operan de manera más o menos implícita en los procesos que ellos ponen en práctica al aprender y aprovechar la enseñanza. Entrevistamos a 44 alumnos de primer grado en cuatro escuelas públicas rionegrinas de distintos sectores socioculturales. Las entrevistas fueron transcriptas textualmente. Se presentan los resultados del análisis lexicométrico de un conjunto de preguntas referidas a la enseñanza según dos posicionamientos diferentes: haber sido enseñado y enseñar. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el léxico empleado por los alumnos de tres de las cuatro escuelas consideradas. El análisis de las respuestas indica diferencias en las concepciones de los niños según los sectores socioculturales en los que habitan, en los dos posicionamientos anteriormente mencionados.

Palabras claves: concepciones, enseñanza, notación numérica, primer grado, sectores socioculturales medios y marginados.

1- Introducción

En el proceso de aprender a anotar números, además de adquirir conocimiento sobre las funciones y convenciones del sistema de notación numérica posicional de base 10, los niños van elaborando concepciones acerca de cómo se aprende y cómo se enseña ese conocimiento (Scheuer *et al.,* 2010a). El conocimiento de esas concepciones es particularmente relevante en tanto median y operan de manera más o menos implícita en los procesos que los niños ponen en práctica al aprender y al aprovechar la enseñanza que se les brinda. Estas concepciones operan orientando sus metas, sus acciones, las decisiones que toman, la valoración de los productos. En el presente trabajo se investigan las concepciones de niños de primer grado que provienen de distintos sectores socioculturales, acerca de la enseñanza de la notación numérica. Para situar el estudio, se brinda un somero panorama del aprendizaje temprano del número y se reflexiona sobre las habilidades mentalistas implicadas al enseñar.

La perspectiva de los investigadores acerca del aprendizaje de la notación numérica

Si bien los bebés son capaces de poner en juego algunas disposiciones cuantitativas, el desarrollo del conocimiento de las propiedades y relaciones numéricas está fuertemente entretejido con la apropiación de formas culturales de representación de los números (Dehaene, 1997), tanto gestuales, como verbales y notacionales. Desde que empiezan a hablar, los niños emplean términos numéricos sobre todo en relación a colecciones de uno, dos o tres elementos, que en algunos casos son sus propios dedos (Fuson, 1988; Mix *et al.*, 2005). Una de las funciones de estos términos numéricos es la apreciación cuantitativa de una colección pequeña, algo que los niños suelen realizar sin contar, mediante la aprehensión súbita (Fischer, 1991). A partir de la socialización, la manera que se va imponiendo para determinar la numerosidad de una colección es el conteo

(Gelman y Gallistel, 1978). Pero enumerar elementos de una colección no garantiza comprender que este procedimiento informa cuántos tiene. Aproximadamente a partir de los cuatro años los niños empiezan a utilizar, en algunas situaciones, el resultado del conteo para saber si una colección es más numerosa que otra o para construir una colección con el mismo número de elementos (Sophian, 1996). Al extender la serie numérica conocida más allá del quince, los niños comienzan a detectar las reglas que subyacen a la numeración oral.

En cuanto a la notación numérica, ya a los tres o cuatro años los niños suelen atribuir significados diferenciados (etiquetación, cuantificación, orden) a numerales que aparecen en diversos contextos y soportes (Sinclair y Sinclair, 1984). Especialmente en situaciones experimentales o didácticas, se muestran dispuestos a representar con lápiz y papel colecciones pequeñas de objetos (Brizuela, 2004; Scheuer *et al.*, 2000). La notación numérica constituye una representación compacta pero opaca, cuya comprensión necesita de un proceso de coordinación entre las informaciones explícitas e implícitas (Nunes y Bryant, 1996). Progresivamente los niños comienzan a admitir que una sola cifra puede representar una colección plural. Entre la comprensión del valor ideográfico de los numerales dígitos y polidígitos hasta la comprensión del valor posicional se evidencia una importante brecha cognitiva y cronológica. Suelen ser necesarios al menos tres años de educación sistemática para comprender el valor posicional. En ese camino, los niños intentan coordinar conocimientos parciales acerca de los numerales polidígitos: la atención a la cantidad de cifras y a la información provista por la enunciación oral de los números superiores a la decena, la noción de que los mismos dígitos en distinto orden representan números distintos y que el primero "pesa" más que los que le siguen (Brizuela, 2004; Scheuer *et al*., 2000). En suma, el proceso de "alfabetización numérica" comprende el pensamiento lógico, la apropiación de herramientas simbólicas culturales y la capacidad para usar el conocimiento matemático con sentido y flexibilidad (Nunes y Bryant, 1996). El mismo comienza muy tempranamente en contextos informales pero requiere de enseñanza sistemática para alcanzar niveles más articulados de comprensión; presenta grandes variaciones según las experiencias en los entornos cotidianos y educativos de los niños.

La enseñanza desde la perspectiva de la teoría de la mente

La capacidad de enseñar de forma sistemática, deliberada y consciente es un rasgo distintivo de los humanos (Olson y Bruner, 1996), en tanto implica una relación en la que uno de los participantes procura transmitir información relevante en un área de conocimiento que entiende que los otros desconocen, conocen sólo parcialmente o en forma distorsionada. Enseñar requiere cierta motivación para compartir estados psicológicos (Tomasello *et al.*, 1993). Supone representarse los estados epistémicos y emocionales del aprendiz, sus límites, capacidades, intereses, así como los propios estados mentales del enseñante, lo que implica la habilidad para percibir algún tipo de desequilibrio en el otro e intentar subsanarlo (de la Cruz *et al.,* 2005).

En correspondencia con los distintos tipos de aprendizaje cultural (Tomasello *et al.*, 1993), la enseñanza puede asumir modalidades distintas: demostrativas, instructivas o colaborativas. En la enseñanza por demostración, el enseñante provee modelos de acciones que el aprendiz reproduce. Reconoce la potencialidad del aprendiz para imitar y se esfuerza por orientar la enseñanza hacia la demostración de cómo algo se hace bien. Una situación de enseñanza distinta, la enseñanza instructiva, es la que se desarrolla cuando un individuo al trasmitir información utiliza el lenguaje verbal y espera que el aprendiz utilice esa información en situaciones similares. Una enseñanza más

sofisticada, denominada colaborativa, requiere en cambio, comprender y adoptar las perspectivas de los aprendices (de la Cruz *et al.*, 2005).
Si bien la enseñanza es una práctica extraordinariamente compleja que se sustenta en una diversidad de lecturas mentales, epistémicas y emocionales, no es privativa de los adultos. De manera más o menos deliberada los niños, a partir de los dos años procuran enseñar a otros niños, por lo general de igual o menor edad, cuando perciben en ellos ausencia de conocimiento. Alrededor de los tres años suelen apelar a demostraciones de acciones, intentando que el aprendiz las imite; en tanto que a los cinco integran el lenguaje oral para transmitir la información (Ashley *et al.*, 1998; Maynard, 2002) y en torno a los siete años, le brindan una mayor asistencia (Strauss *et al.,* 2006).
Estudios de las concepciones de los niños acerca de la enseñanza y el aprendizaje de otros sistemas notacionales muestran que las mismas están atravesadas por historias personales que se desarrollan en contextos socioculturales particulares, caracterizados entre otros rasgos por el acceso a los bienes culturales y el tipo de prácticas culturales que se realizan y ponen en juego (Scheuer *et al.*, 2010b). Nuestro interés es indagar las concepciones elaboradas por los niños acerca de la enseñanza de la notación numérica y conocer si y cómo varían según sus contextos socioculturales de desarrollo y de aprendizaje. Para esto tendremos en cuenta la centralidad del sistema de notación numérica para el aprendizaje numérico en el nivel primario, la mediación de las concepciones de los niños acerca del aprendizaje y la enseñanza en los procesos que ponen en juego al aprender y al participar en situaciones de enseñanza, y la influencia del sector sociocultural (tanto en el aprendizaje numérico como en las concepciones de enseñanza y aprendizaje).

2- Objetivos

En este estudio nos proponemos:

- Describir las concepciones que los niños expresan acerca de la enseñanza de la notación numérica al ingreso de la educación primaria.
- Indagar la incidencia del entorno sociocultural de los niños en sus concepciones de enseñanza de la notación numérica al iniciar la escolaridad primaria.

3- Metodología

Participantes

Se entrevistaron 44 alumnos de primer grado de 4 escuelas públicas en la región andina de Río Negro. La selección de las escuelas respondió a obtener un abanico sociocultural amplio en el marco de la escolaridad pública urbana provincial:
ECC: situada en la zona céntrica de Bariloche, con alumnos mayoritariamente provenientes de sectores medios. Padres o tutores cuentan con nivel medio finalizado y algunos el nivel terciario o universitario. Trabajan en comercio, turismo e instituciones educativas, algunos son profesionales independientes.
ESC: en un barrio de Bariloche, alejado unas 10 cuadras del centro urbano, con alumnos mayoritariamente provenientes de sectores medio-bajos. Padres o tutores cuentan con primaria completa. Trabajan en la construcción, municipalidad, instituciones educativas, comercio y turismo.
EBP: en un barrio alejado 6 km del centro de Bariloche, lindante con el basurero municipal y con deficiencias en las vías públicas, viviendas y servicios, con alumnos de sectores marginados. Algunos padres o tutores cuentan con primaria completa y otros, incompleta. Trabajan en la construcción, como empleadas domésticas, algunos viven de

changas (muchos de ellas en temporada turística alta), otros de residuos que encuentran en la basura, algunos del cuidado de animales en la estepa (familias originarias de la línea sur de la provincia) y otros de planes sociales.

EOP: cercana a la ciudad de El Bolsón, aunque aislada por factores geográficos y viales, con alumnos mayoritariamente de sectores semi- marginados. La mayor parte de los jefes de familia son mujeres con primaria completa. Sus ingresos provienen del trabajo doméstico, changas, planes nacionales y municipales de ayuda a desocupados y del trabajo en comercios, transporte y porterías.

Los participantes de cada escuela se distribuyeron en forma pareja entre ambos sexos. Se contó con el aval institucional y el consentimiento de los padres de los niños voluntariamente participantes.

Procedimiento e instrumento de indagación

Se entrevistó a los niños individualmente en un lugar tranquilo de la escuela, en base a un guión estructurado de preguntas abiertas y tareas que indagaban las concepciones de aprendizaje y enseñanza en el dominio numérico. Las entrevistas, de entre 30-50 min. de duración, fueron transcriptas textualmente. Aquí analizamos un conjunto de preguntas referidas a los procesos implicados en la enseñanza según dos posicionamientos distintos, haber sido enseñado y enseñar:

- ¿Alguien te enseñó a anotar? ¿Quién? ¿Cómo? *(Enseñanza recibida)*
- Conocí a un nene/a de tu misma edad que no aprendió tan bien como vos. ¿Cómo le enseñarías? ¿Y cómo le seguirías enseñando? (*Enseñanza ejercida)*

Procedimiento de análisis

Se aplicó el análisis de datos textuales o lexicometría (Lebart *et al.*, 2000) a las transcripciones completas de las respuestas, mediante Análisis Factoriales de Correspondencias Simples (AFCS) y el Procedimiento de Selección Automática de Respuestas Modales (SARM). Se usó el programa SPAD Recherche 5.6.

4. Resultados

Damos cuenta de los resultados según las etapas del análisis lexicométrico:

1) AFCS sobre la tabla léxica individuos / palabras. El programa genera un corpus formado por las respuestas textuales completas de los 44 niños. En este caso: corpus de 3.249 palabras, con 541 distintas. Una vez aplicado el umbral de frecuencia = 6, quedaron 2.339 palabras totales, con 91 distintas. A partir del estudio de las asociaciones entre los niños y todas las palabras diferentes, un AFCS puso a prueba la influencia estadística de las características socioculturales de la población escolar en el léxico empleado por los niños en sus respuestas a estas preguntas. Los resultados brindan, para cada modalidad de la variable considerada (para cada escuela), un valor denominado test. Un valor test ≥1.96 (en módulo) permite rechazar la hipótesis nula ($p < .05$), consistente en la ausencia de influencia de las modalidades de la variable analizada sobre el corpus. El valor *test* alcanzado por las modalidades EBP, EOP y ECC (ver Tabla 1), de la variable 'Escuela' permitió rechazar la hipótesis nula. En cambio la escuela ESC no presenta un léxico propio y diferenciado de las otras 3 escuelas, por lo cual las respuestas de los alumnos de esta escuela no fueron objeto de ulteriores análisis.

Libellé	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
ESCUELA					
ESC	-0,81	1,16	-0,76	0,24	-1,88
EBP	1,19	1,37	1,04	-2,35	0,94
EOP	-0,15	-2,84	-1,07	-2,06	-0,24
ECC	0,24	-0,72	1,00	3,25	2,05

Tabla N^{0}1: Valores test de las 4 modalidades ilustrativas de la variable 'Escuela' en los 5 ejes factoriales.

El análisis del plano factorial (que no se presenta por razones de espacio), conformado por los ejes 2 y 4, permite diferenciar **tres grupos** correspondientes a las escuelas **EBP, EOP, ECC**.

2) Descripción de los grupos léxicos que resultan del procedimiento SARM. Este procedimiento presenta en orden decreciente las respuestas modales o típicas de cada parte del corpus, a partir del cálculo del perfil léxico medio del conjunto de las respuestas de los sujetos que los integran (sobre la base de la prueba $\chi 2$). Las respuestas modales son respuestas originales completas de los niños, seleccionadas por el procedimiento en razón de su tipicidad (Lebart *et al.,* 2000). Según criterios habituales, tuvimos en cuenta más de una respuesta (seleccionadas entre las de mayor tipicidad) ya que una sola no es suficiente para presentar la información aportada. Se incluyen a título ilustrativo fragmentos de las respuestas originales en cursiva, separando con // las que corresponden a participantes distintos. A continuación se describen las respuestas de las tres escuelas que presentan diferencias significativas en su léxico, según lo indicado en la Tabla N^{0}1, en relación a las preguntas sobre la enseñada recibida y ejercida.

Grupo 1: integrado principalmente por niños de la escuela ECC.

Enseñanza recibida. Los niños refieren a la docente del jardín como la promotora de sus primeros conocimientos numéricos. Según ellos, dicha maestra intenta que lo aprendido tenga sentido para quien lo aprende ([la maestra] *decía hacé los números, pero tratá de contarlos también. Y después yo ponía el 1, y después decía: a ver, ¿que sigue? ahh los años que tengo, dos*). Los niños explicitan también como estrategias de enseñanza solicitar la copia reiterada de un modelo (*me anotaba los números en un papelito, y yo los tenía que hacer hasta abajo, hasta terminar la hoja*). Además dan cuenta de regularidades en la serie numérica, que les permite el descubrimiento del potencial combinatorio del sistema y anotar sucesivos números a partir de pocos caracteres básicos (*fui aprendiendo que después del 10 va haciendo… termina con los 1. Mirá. Vos cuando estás acá, en el 10, y se repiten todos estos números. Cuando se repiten todos estos números sale 100, "100 2"* [escribe el 200 pero dice cien dos]*, "100 3*"[idem al anterior] *y 1000* [anota ese número cuando le proponen que escriba el 100 diez]). En conjunto, las respuestas dan cuenta de un aprendiz que intenta significar lo que aprende, buscando ser conciente del proceso que lo conduce a aprender. **Enseñanza ejercida.** Al dar cuenta de cómo enseñarían a un niño que no aprendió, los chicos de esta escuela manifiestan diversas estrategias: anotar palabras, contar sus letras y anotar el número correspondiente; decir un número para después anotarlo, anotar a partir de modelos, etc. (*que ella escriba su nombre, y que empiece a contar sus letras de su nombre. Porque yo haría así. Ella dice 1, y que anote el 1,…, y después que diga el 3, y que anote el 3 y así// Haciendo del 1 al 15. En un papelito los números. Ehh, los números. Los tiene que decir*). Hablan de estrategias para atraer la atención del supuesto aprendiz. Los niños refieren que es importante repetir este proceso muchas veces, así como el ajuste al ritmo del aprendiz (*vos primero escribís el número, después cuando aprende todos estos, después le enseñás, después va a tener el 1 con otros números*). Mencionan un número preciso como meta para garantizar que ha aprendido o completó el proceso de enseñanza (*después del 100, ya aprendió// y así que los vaya repitiendo hasta llegar a 100 // le enseño, le enseño hasta el 19*). Algunos niños explicitan características del sistema decimal que intentan enseñar, e incluyen la corrección del producto (*primero hay que saber los números del 1 al 10 y después los siguientes son*

de la forma 1 y otro número y así siguiendo// le diría acá te equivocaste porque capaz que pone el 10 pero primero pone el 0 y después el 1). Destacan así la importancia de enseñar las regularidades de nuestro sistema de notación decimal - posicional.

Grupo 2: integrado principalmente por niños de la escuela EBP.

Enseñanza recibida. Las respuestas típicas indican que la enseñanza de los números se ha desarrollado en un ámbito familiar. Asocian la enseñanza al dictado de números, dejando la corrección a cargo del que enseña. Dan idea de un proceso de enseñanza continuo en el que si han anotado bien los números, se deben seguir dictando nuevos números (*Me practican. Me agarran un lápiz y me dicen el dictado, lo anoto, mi mamá me lo corrige y si está bien…*). Otros chicos, en cambio, dicen que les enseñaron pero no precisan cómo (*me ayudaron a hacer los números. No sé, no me acuerdo*). Otros relacionan el enseñar a la realización de cuentas, explicitando en este caso el modo en que se lleva a cabo la enseñanza (*Sí, mi mamá. Me hacía cuentas y yo me ponía a hacer palitos y hacia palitos abajo y arriba y ahí me ponía a contar*). **Enseñanza ejercida.** Algunos niños destacan que para enseñar el aprendiz debe escuchar, buscando así modelar su comportamiento (*que me escuche. Porque viste que sino te escucha no podés hablar porque no te escucha*). Otros niños mencionan como estrategias de enseñanza ayudar a producir y nombrar los números, presentar modelos gráficos y orales (*yo la ayudaría a que haga los números y, yo le ayude a contar los números // busco un papel y le hago con un coso una hoja grande y le hago los números y ahí va a aprender, y después se lo cuento y le digo. Se lo cuento y le digo este es el 1, este es el 2, el 40, el 50 y el 100.*). Las respuestas indican que consideran que para aprender basta que alguien ocupe el rol de enseñante, pero sin mencionar que el que aprende debe participar activamente del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Grupo 3: integrado por niños de la escuela EOP.

Enseñanza recibida. Algunos niños manifiestan haber aprendido realizando actividades conjuntas con integrantes de la familia. En sus relatos comentan que el padre interviene cuando le piden ayuda. Por ejemplo, que les diga cuál es el número que ellos solos pudieron anotar (*Lo aprendí solo. Hice así y después así. Yo lo escribí y mi papá me dijo que era. Una mitad mi papá y una mitad yo*) o cuando el papá escribe números y ello motiva a que el niño le pregunte cuál es. Además refieren que el padre no le da la respuesta inmediatamente, le pide que piense y sino le puede responder, lo ayuda (*mi papá me escribía un número y me decía cuál es el número; y me decía pensá y yo pensaba; y si yo le decía no sé, me decía el 4*). El enseñante brinda demostraciones y facilita información, ajustándose a los ritmos de los niños. Los niños dan cuenta de las enseñanzas, pero no de lo que esa enseñanza les provoca. **Enseñanza ejercida.** Algunos niños explicitan haber recibido ayudas de sus padres y después haber sido ellos los que los ayudaron, pero sin precisarlas (*a mí primero me ayudó mi papá y después lo ayudé yo*). Dicen que para enseñar a anotar números presentarían un modelo gráfico, informarían su denominación y solicitarían al aprendiz que lo repita oralmente ajustando sus intervenciones a la respuesta del aprendiz (*le anotaría el número y le diría cuál es éste y si lo sabe, lo dice. Le digo yo cuál es*). Nuevamente, como en el grupo anterior, el aprendiz ocupa un rol pasivo en su propio proceso de aprendizaje.

5. Conclusiones

El análisis de las respuestas indica diferencias en las concepciones de los niños según los sectores socioculturales en los que habitan, tanto cuando hablan de cómo a ellos les

enseñaron a anotar los números como acerca de cómo ellos enseñarían a un niño de su edad que no aprendió a escribir.
Los niños de la escuela de sectores sociales medios ***(ECC)***, cuando hablan de la ***enseñanza recibida***, refieren un enseñante del ámbito escolar, que procura favorecer en el niño conexiones entre conocimientos significativos previos del aprendiz y el conocimiento numérico que se procura enseñar. Refieren una enseñanza basada en la presentación de modelos y en la copia reiterada por parte del aprendiz. Además aluden a los procesos mentales que se suscitan en el aprendiz, como por ejemplo, la captación de regularidades de la serie numérica que les permiten avanzar en el aprendizaje. Algunos niños de la escuela de sectores sociales marginados ***(EBP)***, en cambio, refieren enseñantes del ámbito familiar y se remiten a mencionar ayudas que consisten en el dictado de números o la corrección de los productos por parte del enseñante. Otros niños de este grupo no precisan cómo fueron enseñados. Algunos niños de sectores semi-marginados ***(EOP)*** refieren enseñantes del ámbito familiar. La enseñanza es llevada a cabo, en este caso, en forma conjunta; el enseñante inicia una actividad que el aprendiz completa y viceversa. El enseñante incita al aprendiz a pensar para resolver situaciones que le propone y se ajustan al ritmo de su aprendizaje. Los enseñantes facilitan información y materiales básicos de producción. Algunos niños de esta escuela dan cuenta de las enseñanzas, pero no de lo que esa enseñanza le provoca.
Los niños de sectores medios ***(ECC)***, cuando hablan de la ***enseñanza ejercida***, dan cuenta de una diversidad de estrategias de enseñanza: anotar una palabra y contar sus letras y anotar el número de letras, decir un número para después anotarlo, presentar modelos gráficos y sonoros. Se preocupan por la motivación de los aprendices. Mencionan la necesidad de enseñar de manera progresiva, repitiendo los procesos muchas veces. Estos niños muestran sus conocimientos acerca del sistema decimal que se proponen enseñar, destacando la importancia de conocer las regularidades presentes en dicho sistema y que facilitan su aprendizaje. Consideran que sabiendo hasta cierto número, es que ya lo han aprendido, porque comprendieron la base del sistema. Se muestran atentos en la corrección de las notaciones de quienes están aprendiendo, porque perciben la dificultad de lo posicional. Algunos niños de la escuela de sectores sociales marginados ***(EBP)***, señalan como fundamental para enseñar que el otro lo escuche. Buscan así modelar el comportamiento del que aprende. Mencionan algunas estrategias para enseñar como: ayudar a producir y denominar los números y, presentar modelos gráficos y orales. Algunos niños de sectores sociales semi-marginados ***(EOP),*** indican algunas estrategias para enseñar a anotar números como: la presentación de un modelo gráfico, la información de su denominación y su repetición oral.
De lo anterior se podría inferir que aquellos niños que tienen mayor conocimiento numérico además, tienen mayor conocimiento del proceso de enseñanza- aprendizaje. El conocer una variedad de estrategias de aprendizaje de un contenido posibilita al alumno el comprender cómo aprender y cómo puede enseñar a otro a aprender. En cambio, limitaciones en estos aspectos, en varios de los niños provenientes de sectores sociales marginados, condiciona comprender la regularidad del sistema y cómo superar las dificultades para poder aprender un contenido nuevo. Se podría inferir que para estos niños, el enseñar se basa en la comunicación de un saber por parte del enseñante y que, el aprender implica aceptar esa información, escuchando, estando atentos. La actividad de enseñar se convierte para los niños, en una especie de "caja negra" que se define principalmente por las acciones que se despliegan, más que por las intenciones y metas que dirigen esas acciones.

También se observa que en las respuestas de los chicos a las dos preguntas, se hacen presentes implícitamente las dos primeras modalidades de enseñanza propuestos por Tomasello *et al.*. (1993): el *grupo 1* se caracteriza por una enseñanza instructiva y demostrativa, en tanto que los *grupos 2 y 3* priorizan la modalidad demostrativa, aunque atendiendo a un mayor ajuste del enseñante al aprendiz en este caso.
Por otro lado, llama la atención la escasa descripción de la actividad del enseñante de la notación numérica. En general, en todos los grupos, la actividad identificada en quien enseña se define más en términos conductuales (brinda demostraciones y una instrucción pautada, facilita información) que mentalistas (de la Cruz *et al.*, 2011). Son contadas las evidencias de mentalización de las actividades de enseñar, las cuales sólo se observan en algunos niños del *grupo 1*.
En relación a las concepciones de los niños sobre el rol del aprendiz se aprecia que la enseñanza apenas lo promueve como agente de su propio proceso. El aprender tiene que ver con el otro, no con sí mismo. No se aprecian instancias de auto-corrección ni de reflexión de la propia acción. No obstante, en algunos alumnos del *grupo 1*, se evidencia una posición más activa respecto de su propio proceso de aprendizaje, mostrando que comienzan a tomar conciencia del proceso que les permite aprender. A su vez, se puede observar relativa consistencia entre lo que los niños expresan acerca de cómo les enseñaron y cómo ellos mismos enseñarían a otro niño.

6. Referencias

Ashley, J., y Tomasello, M. (1998). Cooperative problem-solving and teaching in preschoolers. Social Development, 7, 143-163.
Brizuela, B. (2004). Math. Dev. in Young Children: Exploring Notations. NY: Teachers CP.
De la Cruz, M. Huarte, Bello y Scheuer, N. (2005). ¿Qué piensan los niños acerca de la enseñanza de la escritura? Novedades educativas, 171, marzo 2005.
De la Cruz, M., Scheuer, N., Echenique, M. y Pozo, J. (2011). Los niños de educación inicial y primaria hablan sobre la enseñanza de la escritura. Rev. de Educ. (en prensa).
Dehaene, S. (1997). The number sense. How the mind creates mathematics. Oxford: OU Press.
Fischer, J. (1991). Le subitizing et la discontinuité après 3. En J. Bideaud, Cl. Meljac y J. Fischer (Eds.), Les chemins du nombre. (pp 235 – 258). Lille: PUL.
Fuson, K. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. En J. Bideaud y colab. (Eds.), *Les chemins du nombre* (pp. 159-179). Lille: PUL.
Gelman, R.y Gallistel (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge: Harvard UP.
Lebart, L., Salem, A. y Bécue, M. (2000). Análisis estadístico de textos. Lleida: Milenio.
Maynard, A. (2002). Cultural teaching: The development of teaching skills in Maya sibling interactions. Child Development, 73 (3), 969-982.
Mix, K., Sandhofer, C. y Baroody, A. (2005). Number words and number concepts. In R. Kail (Ed.) Advances in Child Develop. and Behavior, 33, New York: Academic Press.
Nunes, T. y Bryant, P. (1996). *Children doing mathematics*. Oxford: Blackwell.
Olson, D. y Bruner, J. (1996). *Folk Psychology and Folk* Pedagogy. En Olson, D. (eds.). Hand. of Ed. and Human Dev.: New Models of Learn., Teach. and Schooling. Cambridge: Backwell.

Scheuer, N., Merlo, Sinclair & Tièche-Christinat, (2000) Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales. REDINET. Nro Nº17032.

Scheuer, N, de la Cruz, M, Iparraguirre, M (2010a). ***El aprendizaje de distintos dominios notacionales según niños de preescolar y primer grado.*** Redalyc, 8(2):1083-97

Scheuer, N., de la Cruz, M., Pozo, J. (2010b). Aprender a dibujar y escribir. Las perspectivas de los niños, sus familias y maestros. Buenos Aires: Noveduc.

Sinclair, H. (1988). La producción de notaciones. Paris: Presses Univ. de France.

Sinclair, A. y Sinclair, H. (1984). Preschool children interpretation of written numbers. *Human Development*, *3*, 174-184.

Sophian, C. (1996). Children´s Numbers. Colorado: Westview.

Strauss, M. y Curtis, L. (1994). Development of Numerical Concepts in Infancy. En C. Sophian Ed. (1996). *Origins of Cognitive Skills* (pp. 131-155). Londres: LEA.

Tomasello,M., Kruger, Ratner (1993). Cultural Learning. Behavioral and Brain Sci., 16, 495-552.

EL CERO ENTRE LA ECUACIONES: CONCEPCIONES EN ALUMNOS DE SECUNDARIA SUPERIOR

Carla De Zan[1]; Verónica Parra[2]
[1]EEM N°1, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísica. UNLP
[2]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología. Departamento de Formación Docente. Facultad de Ciencias Exactas. UNCPBA.
CONICET
carladezan@yahoo.com.ar; vparra@exa.unicen.edu.ar

Resumen
El presente trabajo forma parte de una tesis de licenciatura en vías de desarrollo, cuyo principal objetivo es identificar y formular los conceptos y teoremas en acto que estudiantes de 4to año de una escuela Secundaria de la ciudad de La Plata, ponen en juego cuando aparece el Cero en las soluciones de Sistemas de Ecuaciones Lineales con dos incógnitas. Para ello se diseño e implementó una secuencia didáctica cuyos resultados están siendo analizados a la luz de la Teoría de los Campos Conceptuales y así poder describir, analizar e interpretar los abordajes y las conceptualizaciones de los participantes. Las dificultades observadas en el trabajo áulico y las producciones escritas de los alumnos son indicadores de la complejidad de su construcción.

Palabras clave: Cero. Concepto-en-acto. Teorema-en-acto. Teoría de los Campos Conceptuales. Sistemas de Ecuaciones Lineales con dos incógnitas.

Introducción

La problemática de investigación en torno al álgebra escolar tiene una marcada trayectoria y ha ido evolucionando con el desarrollo de las perspectivas teóricas en didáctica de la matemática (Gascón, 2001). Muchos trabajos realizados en torno al algebra y la resolución de ecuaciones (Alonso, F.; Barbero, C.; Fuentes, I.; Azcárate, A.; Dozagarat, J.; Gutierrez, S.; Ortíz, M A, A.; Riviere, V.; da Veiga C.; Grupo Azarquiel; 1993); Pinto y Fiorentini, 1997; Di Franco y Gentile, 2006; Caronía y otros, 2009, Lanner de Moura y de Sousa, 2009) dan cuanta de las dificultades que genera su estudio, por ejemplo en el uso de las jerarquías y propiedades de las operaciones al despejar una incógnita, las condiciones de equivalencia y simetría, en el manejo de las relaciones entre una operación y su inversa, entre otros. Cabe notar que, a pesar de los muchos trabajos dedicados a la problemática, las dificultades persisten.

Según Lanner de Moura y de Sousa (2005, p.12-13) "La aparición del algebra está asociada al origen del cero y fue definida por Bell (1995), según Fraile (1998), como fenómeno notable de la historia. Su aparición está relacionada con el pensamiento humano de las diversas civilizaciones. En la misma línea de razonamiento, sigue Ifrah (1998, p.237), al afirmar que "del infinito al cero hay un solo paso, lo que lleva al algebra, ya que lo nulo es lo inverso de lo ilimitado". El cero fue una "invención difícil y genial" y abrió el "camino para el desarrollo del algebra moderna y de todas las ramas de la matemática desde el Renacimiento Europeo."(Traducción propia)"

El tratamiento algebraico adecuado requiere, previamente, el establecimiento del sistema de numeración y las propiedades de la operatoria numérica, otorgándole al "cero" un papel fundamental, por su gran multiplicidad de usos y dificultades en la construcción de su noción. A pesar de lo complejo de su estudio, no hay menciones

especificas relativas al concepto del cero y su operatoria en los Lineamientos Curriculares (Diseño Curricular para la Educación Primaria, 2008). Es en este sentido, que consideramos la inclusión de la Conceptualización del Cero como otro de los factores intervinientes en la construcción de las nociones algebraicas.
Atendiendo a la complejidad en la conceptualización del cero, la dificultad que esto genera en los estudiantes para su aprendizaje y el exiguo lugar que ocupa en el Diseño Curricular, nos proponemos con este trabajo describir, analizar e interpretar los abordajes y usos que alumnos de 4to año de la Escuela Secundaria hacen en referencia al concepto de cero en el tratamiento de las soluciones de los sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas.

Antecedentes de la problemática: El cero, la aritmética y la abstracción algebraica

Algunos autores han realizado investigaciones en torno al concepto del cero y nos aportan algunas consideraciones relevantes. Según Gheverghese, (2002) el concepto de cero está asociado a términos como nada, vacío, nulo. Mientras que "no hay" refleja la existencia sin disponibilidad, "nada" refleja que no existe. Culturalmente la "nada", el "vacío" generan en los seres humanos ansiedad, inquietud emocional. La incomodidad que sienten los lleva a generar ideas sustitutas para enmascararla y evitar así su confrontación.
Por su parte Parra (1997,p. 222-223), plantea que "los procedimientos de cálculo mental se apoyan en las propiedades del sistema de numeración decimal y en las propiedades de las operaciones, y ponen en juego diferentes tipos de escritura de los números, así como diversas relaciones entre los números", permitiendo avanzar en la dirección de aprendizajes matemáticos más complejos.
"El aprendizaje matemático se va produciendo gracias a la apropiación progresiva de símbolos y organizaciones de símbolos (significados y patrones operatorios) de creciente abstracción", sostiene Alcalá Hernández, M. (2000, p.92). "El mayor o menor dominio de un código a un determinado nivel sirve de acelerador o de freno en la progresión en el aprendizaje matemático escolar" (Alcalá Hernández, M., 2000, p.92).
En este sentido, el Grupo Azarquiel (Alonso et al, 1993, p.138) sustentan la idea de que "el paso de la aritmética al álgebra supone un salto cualitativo, ya que el razonamiento algebraico es de distinta naturaleza que el aritmético. Para que tal transferencia pudiera ser resuelta con éxito debería tenerse un buen conocimiento de las propiedades y relaciones que rigen el cálculo aritmético. Los alumnos aprenden a manejar el cálculo aritmético sin tiempo ni, seguramente, posibilidades de tomar conciencia de lo que hacen". Además, en el aprendizaje del álgebra el trabajo para resolver ecuaciones plantea dificultades como: el cambio de concepto en el signo igual (pasa de ser unidireccional a implicar una situación de equilibrio y su propiedad simétrica, teniendo que utilizar propiedades referentes a ambas estructuras); con las relación entre una operación y su inversa (cuyo dominio no es fundamental para la aritmética ya que el igual se utiliza en una sola dirección), y con los números racionales.
Así mismo, Gascon (2001) sostiene que el modelo dominante del álgebra escolar la identifica con una especie de "aritmética generalizada", consistente en la generalización de un presunto "lenguaje aritmético" y en considerar el "pensamiento algebraico" como la extensión de un supuesto "pensamiento aritmético". Y en el paso de la secundaria a la universidad se da un nuevo fenómeno que es el de algebrización abrupta.
Evidentemente, en el aprendizaje de un conocimiento, se da un proceso de construcción que va de lo concreto a lo abstracto, siendo el cero, entre los conceptos abstractos

matemáticos, complejo desde sus orígenes. Sin embargo, es evidente la ausencia de una consideración o problematización particular en relación al cero y a las reglas de su operatoria, o su tratamiento en particular en ecuaciones o sistemas de ecuaciones. Esta observación y la importancia de diseñar Organizaciones Matemáticas tendientes a favorecer el desarrollo del repertorio de esquemas de los alumnos en esta área de conocimientos, le confieren gran relevancia a los resultados que puedan obtenerse del desarrollo de este proyecto.

Marco Teórico

La Teoría de los Campos Conceptuales, propuesta por Vergnaud (1990), es una teoría cognitivista, que pretende proporcionar un marco coherente y algunos principios de base para el estudio del desarrollo del aprendizaje de competencias complejas. Primeramente, fue elaborada para dar cuenta de procesos de conceptualización progresiva de estructuras aditivas, multiplicativas, relación número-espacio, y del álgebra. Los conceptos clave de la teoría de los campos conceptuales son, además del propio concepto de ***campo conceptual,*** los conceptos de **esquema** (la gran herencia piagetiana de Vergnaud), **situación, invariante operatorio** (**teorema-en-acción** o **concepto-en-acción**), y su propia concepción de **concepto**.

Los conceptos involucran un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto (referente), un conjunto de invariantes sobre las que reposa la operacionalidad del concepto (significado) y un conjunto de representaciones simbólicas (significante), y se torna significativo a través de una variedad de situaciones, siendo los esquemas evocados por el sujeto los que dan sentido a una situación dada. Los invariantes operatorios incluyen concepto-en-acción (categoría de pensamiento considerada como pertinente) y teorema-en-acción (proposición considerada como verdadera sobre lo real), y son implícitos.

Las concepciones previas de los alumnos contienen teoremas y conceptos-en acción que no son verdaderos teoremas y conceptos científicos pero que pueden evolucionar hacia ellos, y que pueden convertirse en obstáculos epistemológicos. Por ejemplo, en matemática, particularmente en álgebra, la verificación del significado de las representaciones simbólicas depende no sólo de la habilidad que el sujeto tenga para representar las entidades y las relaciones entre ellas, sino principalmente de elementos conceptuales que deben ser tenidos en cuenta (conceptos como sistema, estado, interacción, transferencia, conservación, entre otros).

En general, pocas veces los alumnos explican o expresan en lenguaje natural sus teoremas y conceptos-en-acción, pero los mismos pueden explicitarse desde la enseñanza, ayudando al alumno a construir conceptos y teoremas explícitos, y científicamente aceptados a partir del conocimiento implícito. Así, la Teoría desarrollada por Gérard Vergnaud presenta un gran potencial para describir, analizar e interpretar lo que ocurre en el aula en la conceptualización matemática.

Metodología

Esta investigación es cualitativa, de tipo etnográfico, con observación participante. Se funda en la necesidad de explorar, describir, analizar e interpretar los teoremas y conceptos en acto que ponen en juego los alumnos al resolver sistemas de ecuaciones que involucran específicamente al cero en su resolución o solución a partir de la

aplicación de un conjunto de situaciones[84]. Se realizó en un 4to año de una Escuela Secundaria de la ciudad de La Plata (E.E.M.N°1). Se trata de un curso de 25 alumnos distribuidos en 6 grupos de entre 3 y 5 integrantes cada uno. La implementación de la Secuencia fue llevada a cabo por la investigadora entre Septiembre y Noviembre del año 2010 de La Plata. Las clases se realizaron en dos encuentros semanales de una y dos horas reloj cada uno.

La Secuencia fue diseñada atendiendo a la situación socio educativa del grupo de alumnos, y el haber concebido la investigación con diseño abierto permitió realizar reconfiguraciones a la misma y readecuar las situaciones de trabajo. Si bien el estudio es predominantemente de carácter cualitativo, se realizaran conteos que acompañen la aparición de las categorías, que permitan registrar las nociones que se puedan reiterar con marcada frecuencia.

En el proceso de registro se utilizó el escaneado y fotocopiado de las producciones de cada situación trabajada en la clase, su devolución y discusión en la clase siguiente, previo al trabajo con la nueva situación. La docente-investigadora realizó un registro escrito de sucesos particulares acontecidos durante alguna de las clases.

Preguntas de la Investigación

Se propone a los estudiantes una serie de situaciones de resolución de sistemas de ecuaciones lineales en las que pueden aparecer los siguientes tipos de soluciones: $x = 0$, $y = 0$, $(x;y) = (0;0)$, $0 \cdot x = 0$, $0 \cdot x = k$; y nos interrogamos:

- ¿Cómo interpretan algebraicamente y gráficamente esos resultados?¿Qué teoremas-en-acto y/o conceptos-en-acto se pueden formular en el caso de x = 0, y = 0 o (x,y) = (0;0)? En los casos 0.x = 0 o 0.x = k, ¿logran los alumnos, hacer una interpretación del significado subyacente, que implica que "vale para *cualquier valor de x,* incluyendo al cero" y "no hay *ningún valor de x* que satisfaga la ecuación"?
- ¿Qué teoremas-en-acto y conceptos-en-acto surgen ante una situación conflictiva?

Análisis y Resultados Parciales

La realización de un trabajo diagnóstico mostró serias dificultades en la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones, por lo que se desarrollaron actividades de revisión y familiarización tendientes a abordar las actividades de la secuencia reduciendo obstáculos adicionales. Para ello se propuso, como actividad preparatoria, el trabajo sobre un problema con solución matemáticamente, pero inapropiada para el contexto del problema, lo que generó expresiones de desconcierto e intentos por cambiar la situación.

Igualmente en la cuarta clase, desde la implementación de la secuencia, se discutió sobre interpretación de consignas y resolución de sistemas ya que se seguían detectando dificultades que interferían en el foco de las situaciones, por ejemplo un sistema en el que x=0 arribaban a otro resultado y se perdía la posibilidad de discutir sobre su significado.

En la séptima clase y con posterioridad al trabajo sobre la segunda situación se propuso una actividad adicional sobre operaciones con el cero, originada en las dificultades de cálculo. La misma se realizó en parejas (trece) y con discusión sobre las respuestas presentadas por cada grupo anticipando la entrega de la tercera situación. En el caso de la operación $a : 0 =$; los teoremas-en-acto puestos en evidencia fueron tres: ´Si a un número lo

[84] Ver Anexo I.

divido por cero entonces da el mismo número´ (cinco parejas), ´Si a un número lo divido por cero entonces da cero´ (siete grupos), mientras que un solo equipo sostuvo que no se podía resolver.
En los Sistemas Compatibles Determinados pueden formularse algunos teoremas-en-acto surgidos de las respuestas escritas por los propios alumnos en sus producciones: ´ Ya que se trata de un número más, si alguna de las incógnitas es cero entonces el sistema tiene solución´, (tres de los grupos), ´Si alguna de las incógnitas es cero entonces el sistema no tiene solución´ (un equipo) pero ´si es distinto de cero entonces si tiene´ (Ej: "*la a y la c no tienen solución, pero la b la tiene…En la a la ´y´ da cero, en la b da puntos que se pueden encontrar en una recta, y la c la ´y´ y la ´x´ dan cero*"). En relación a la interpretación gráfica surge que ´Si las incógnitas son distintas de cero entonces los puntos se pueden ubicar en la recta´.
De igual manera, en los Sistemas Compatibles Indeterminados cinco de los grupos manifiestan dificultades en la operatoria y resolución de ecuaciones proponiendo como solución x = 0 en vez de $0.x = 0$, y de ahí diferentes opciones de resultados. De las respuestas surgen: ´Si no hay un valor puntual para ´x´ e ´y´ entonces no tiene solución´ (un grupo arriba a 0=0), y ´Si la solución verifica las ecuaciones y el punto pertenece a la recta entonces tiene solución´.
Por último en los Sistemas Incompatibles pueden definirse: ´Si al reemplazar el valor de x se obtienen diferentes valores de y entonces el sistema no tiene solución´(de tres grupos), ´Si se obtienen absurdos como 0=-5 o 0=-1 entonces no existe solución´(uno equipo). Un grupo no logra terminar la resolución por lo que puede interpretarse que ´si la incógnita desaparece entonces no se puede resolver´. Por último, del sexto equipo puede expresarse como teorema-en-acto que ´Si encuentro un valor para x pero no verifican las ecuaciones ni la gráfica entonces el sistema no tiene solución´.

Consideraciones Finales

Es de notar que la interpretación analítica varía en relación a la gráfica y en varios grupos fue utilizada como herramienta de contrastación y rectificación de lo concluido inicialmente. Del caso $0.x = 0$ no puede asumirse que la conceptualización "vale para todo x" se encuentra consolidada, a lo sumo los alumnos encuentran alguna solución particular. También se observa en la situación $0.x = k$ que la mayoría de los grupos expresan la inexistencia de solución, observándose en tales casos errores de cálculo o imposibilidad de verificación, no pudiendo, entonces, afirmarse que hayan logrado conceptualizar la generalización de la noción: "no hay *ningún valor de x* que satisfaga la ecuación".
Ante las situaciones conflictivas y superado el desconcierto inicial, los alumnos adoptan, en general, la postura de resolver y responder acorde a lo encontrado, solo en pocos casos intentan algo nuevo y solo en uno de ellos abandonaron la actividad. De lo analizado hasta el momento puede evidenciarse, una vez más, la dificultad manifiesta en la operatividad con el cero, y su persistencia a lo largo de la implementación de la Secuencia, su interferencia en la conceptualización de Sistemas de Ecuaciones Lineales con dos Incógnitas y la necesidad de profundizar el abordaje de este concepto con mayor profundidad y a más temprana edad.

Referencias Bibliográficas

Alcalá Hernández, M. (2000). La construcción numérica: ¿de lo concreto a lo abstracto? *Epsilon*, 48, 16 (3), 75-94.

Alonso, F.; Barbero, C.; Fuentes, I.; Azcárate, A.; Dozagarat, J.; Gutierrez, S.; Ortíz, M A, A.; Riviere, V.; da Veiga C.; Grupo Azarquiel. (1993) *Ideas y actividades para enseñar Álgebra*. Matemáticas: cultura y aprendizaje Nº 33 Ed. Síntesis.
Caronía, S., Berentt, E.; Lesiw G. (2009) Sistemas De Ecuaciones. Una Meta Reflexión Sobre La Práctica Profesional. *SOAREM*, 11 (40), 25-35.
Di Franco, N; Gentile C. (2006) (ESEL)-Equivalencia En Sistemas De Ecuaciones Lineales. *SOAREM*, 8 (31), 31-42.
Diseño Curricular para la Educación Primaria. (2008) Primer Ciclo Volumen 1. Dirección General de Cultura y Educación. Primera edición. La Plata. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.
Diseño Curricular para la Educación Primaria. (2008) Segundo Ciclo Volumen 1. Dirección General de Cultura y Educación. Primero edición. La Plata. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.
Eliza de André, M. (1998) *Etnografia e o estudo da prática escolar cotidiana y o estudo de caso etnográfico*. *Etnografía de la Práctica escolar*, 35-64.
Gascón, J. Bosch, M. Bolea, P. (2001). ¿Cómo se construyen los problemas en didáctica de las matemáticas? *Educación Matemática*, 13 (3), 22-63.
Gheverghese J. G. (2002) The enormity of zero. *Revista Brasileira de Historia da Matemática*, 2 (4), 155-167.
Hernández Sampieri, R.; Collado, C.; Lucio, P. (1997) *Metodología de la investigación*. MacGraw Hill. México Capítulo 1, 2 y 3, 1-56
Lanner de Moura y de Sousa (2005*)* O lógico-histórico da álgebra não simbólica e da álgebra simbólica: dois olhares diferentes. *Zetetiké*, 13 (24), 11-45. CEMPEM– FE. UNICAMP
Martínez Montero, J. (2001) Los efectos no deseados (y devastadores) de los métodos tradicionales de aprendizaje de la numeración y de los algoritmos de las cuatro operaciones básicas. *Épsilon*, 49, 13-26.
Moreira, M.A. (2002) *"A teoria dos campos conceituais de vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área"*. Investigações em Ensino de Ciencias, Instituto de Física, UFRGS, Brasil. Disponible en http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7n1_a1.html Último acceso: 13/06/2011
Parra, C. (1997) *Cálculo mental en la escuela primaria. Didáctica de la Matemática. Aportes y reflexiones*. Paidos.Cap. 7, 219-272.
Pinto, R y Fiorentini, D. (1997) *Cenas de uma aula de älgebra: Produzindo e negociando significados para "a coisa"*. Zetetiké, 5 (8), 45-71. CEMPEM– FE /UNICAMP.
Rodríguez Gómez, G. (1999) *Metodología de la investigación cualitativa*. Ed. Aljibe.
Vergnaud, G. (1990) La teoría de los campos Conceptuales. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10 (2-3), 133-170.

Anexo I: Conjunto de Situaciones

Situación 1

De ser posible, hallen la solución a los siguientes sistemas de ecuaciones:

a. $\begin{cases} 3x+2y=6 \\ -x+3y=-2 \end{cases}$ b. $\begin{cases} 2x-y=-3 \\ x+2y=6 \end{cases}$ c. $\begin{cases} 2(x-2)=y-4 \\ y+x=0 \end{cases}$

Observen sus resultados y respondan:

El sistema, ¿tiene solución? ¿Por qué? ¿Qué elementos de la resolución les permiten elaborar esa conclusión?

¿Cómo interpretan ese resultado? Elaboren una situación que sea ejemplo de este sistema. Expliquen que creen que ocurrirá con las rectas en la interpretación gráfica. Representen gráficamente y contrasten sus respuestas previas.
Elaboren una conclusión que exprese la relación entre lo que obtuvieron al resolver analíticamente y lo que surgió de la representación gráfica del sistema

Situación 2: Idem 1 con $\begin{cases} 2x - 2 = y \\ -y + 2x = -3 \end{cases}$

Situación 3: Idem 1 con $\begin{cases} 2x + y = 4 \\ 4x + 2y = 8 \end{cases}$

ANÁLISIS DE ERRORES EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE VALOR INICIAL

Angélica R. Arnulfo; Cintia G. Cianciardo; José A. Semitiel
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Universidad Nacional de Rosario
semitiel@fceia.unr.edu.ar

Resumen
El siguiente trabajo de investigación se centra en el análisis de errores cometidos por alumnos de un curso de Análisis Matemático III del Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), en la resolución de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden con condición inicial (problema de valor inicial, PVI). Está enmarcado en el proyecto 1ING299 "*El aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales como herramientas de modelización en la Matemática básica para las carreras de Ingeniería*" dirigido por la Lic. Martha Fascella de la FCEIA – UNR.

Palabras clave: problema de valor inicial – errores – análisis de errores.

1. Introducción

En nuestro proyecto de investigación 1ING299 "*El aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales como herramientas de modelización en la Matemática básica para las carreras de Ingeniería*" dirigido por la Lic. Martha Fascella de la FCEIA – UNR, nos dedicamos básicamente al estudio de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales mediante la modelización de problemas. Sin embargo a través de diferentes investigaciones que hemos realizado al respecto, observamos algunos errores frecuentes que cometen nuestros alumnos en la resolución de problemas que involucran ecuaciones diferenciales, más precisamente en la resolución de problemas de valor inicial.

Esto dio origen a la presente investigación donde observamos que nuestros alumnos habitualmente aplican en forma mecánica un teorema, es decir, hacen caso omiso a las hipótesis que el mismo requiere y usan directamente su tesis. También hemos detectado que no realizan un análisis retrospectivo de la solución obtenida.

La investigación resultó de una experiencia llevada a cabo con alumnos de Análisis Matemático III, correspondiente a las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Dicha asignatura, está ubicada en el primer semestre del segundo año y sus contenidos básicos son: ecuaciones diferenciales ordinarias, cálculo vectorial, sucesiones, series numéricas y series de potencia. Durante el cursado se rinden dos evaluaciones parciales donde la primera corresponde al tema de ecuaciones diferenciales ordinarias, mientras que la segunda evaluación parcial corresponde al cálculo vectorial. En un tercer parcial, al final del cuatrimestre, se evalúan el resto de los contenidos.

A partir de un problema propuesto en el primer examen parcial de la asignatura correspondiente a ecuaciones diferenciales ordinarias, observamos que la resolución de un PVI se hace de manera automática. Obtienen la solución general de la ecuación diferencial que el mismo contenga y seguidamente aplican la condición inicial.

Esta automatización generó soluciones erróneas debido a que no tuvieron en cuenta las condiciones necesarias impuestas por el teorema de existencia y unicidad de soluciones de un problema con valor inicial del tipo:

$$\begin{cases} y' = f(x, y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

El objetivo de este trabajo es describir estos errores y reflexionar sobre algunas de las posibles causas que conducen a ellos.

2. Marco Teórico

El estudio de los errores en el aprendizaje de la Matemática ha sido una cuestión de permanente interés en el ámbito de la Educación y Didáctica de la Matemática, que tiene una larga historia y se ha caracterizado por aproximaciones e intereses muy diferentes. La preocupación por el conocimiento erróneo y la investigación sobre los errores cometidos por alumnos, ha ocupado y ha sido motivo de interés de muchos especialistas, entre los que podemos destacar a Popper, Bachellard, Russell, Radatz, Brousseau, Davis, Werner, Movshovitz-Hadar, Zaslavsksy e Inbar, entre otros.

Es sabido que los errores forman una parte de las producciones de los alumnos durante su aprendizaje de la Matemática y a su vez son datos objetivos que encontramos permanentemente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. Los errores que cometen nuestros alumnos deben ser considerados como el resultado de procesos muy complejos en los que intervienen varias variables del proceso educativo.

Respecto al análisis, causas y clasificación de errores, diferentes especialistas han trabajado al respecto. Una investigación sobre errores cometidos por alumnos de secundaria en Matemática que quisiéramos destacar es la de Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar, que hacen una clasificación empírica de los errores, sobre la base de un análisis constructivo de las soluciones de los alumnos realizada por expertos. La categorización de los errores de estos autores está fundamentada más en el conocimiento matemático que en el procesamiento de la información.

De acuerdo a la metodología propuesta determinan seis categorías descriptas para clasificar los errores encontrados. Estas categorías son:

1. *Datos mal utilizados:* errores que se producen por alguna discrepancia entre los datos que aparecen en una cuestión y el tratamiento que le ha dado el alumno.
2. *Interpretación incorrecta del lenguaje:* errores debidos a una incorrecta traducción de hechos matemáticos descritos en un lenguaje simbólico a otro lenguaje simbólico distinto.
3. *Inferencias no válidas lógicamente:* errores que se producen por falacias de razonamiento, y no se deben al contenido específico.
4. *Teoremas o definiciones deformados:* errores que se producen por deformación de un principio, regla o definición identificable. Tenemos en este caso la aplicación de un teorema sin las condiciones necesarias, realizar una valoración o desarrollo inadecuado de una definición, teorema o fórmula reconocibles, entre otras.
5. *Falta de verificación en la solución:* errores que se presentan cuando cada paso en la realización de la tarea es correcto, pero el resultado final no es la solución de la pregunta planteada.
6. *Errores técnicos:* errores de cálculo, errores al tomar datos de una tabla, errores en la manipulación de símbolos algebraicos y otros derivados de la ejecución de algoritmos básicos.

En Matemática, son muchos los contenidos en los cuales los estudiantes cometen errores. Uno de ellos es el de la aplicación del resultado de un teorema sin previa verificación de las hipótesis del mismo, es decir los errores que se derivan de aplicar una fórmula o resultado que no se puede utilizar debido a que no se verifican las condiciones del teorema. Este tipo de hábitos, en nuestros estudiantes, lleva consigo una interesante reflexión acerca del tipo de Matemática que queremos enseñar.
Nuestra línea de investigación básicamente apunta a diseñar estrategias para que la enseñanza de las ecuaciones diferenciales en carreras de Ingeniería tenga un perfil más interdisciplinario, con mayor presencia de las aplicaciones físicas o ingenieriles y mediante la modelización de problemas. Sin embargo, no podemos dejar de lado que su enseñanza debe encararse con la finalidad de suministrar al futuro ingeniero un instrumento de elevado nivel, riguroso y apto para la obtención de resultados concretos, y es por esto que además, se debe transmitir el rigor y la sutileza de las definiciones y teoremas de la Matemática.
Adherimos a la enseñanza basada a través de la resolución de problemas, debido a que constituye el eje fundamental de cualquier proceso de enseñanza – aprendizaje en donde se encuentre involucrada la Matemática o en su defecto cualquier ciencia que dependa directa o indirectamente de la misma. Al respecto, G. Polya (1945) formuló cuatro etapas esenciales para la resolución de un problema, que constituyen el punto de partida de todos los estudios posteriores:

1. *Familiarizarse con el problema / Trabajar para una mejor comprensión:* Se refiere en este punto al análisis de la incógnita, de los datos y de la o las condiciones del problema.
2. *Buscar una idea útil*: Aquí es fundamental la orientación del profesor, quien estimula al alumno en su búsqueda, con sugerencias tales como: busque un problema análogo al propuesto y trate de resolverlo, considere solo una parte de la condición y analice como queda determinada la incógnita, piense en los datos y trate de encontrar otros, si es posible, que le permitan hallar la incógnita, etc.
3. *Ejecutar un plan*: Se trata de comprobar cada uno de los pasos y de demostrar que cada paso es correcto.
4. *Visión retrospectiva*: Corresponde a la etapa de verificación del resultado y también a las aplicaciones a nuevas situaciones.

La resolución de problemas tiene una doble función, pues tanto el docente como el alumno aprenden del error cometido. Al respecto, G. Brousseau, señala que tanto en las actuaciones del docente como en las del alumno, el error es constitutivo del conocimiento adquirido. También sostiene respecto a los errores que "*los alumnos usan inadecuadamente una fórmula o regla conocida que han extraído de un prototipo o libro de texto, y la usan tal cual la conocen o la adaptan incorrectamente a una situación nueva. Tienden así un 'puente' para cubrir el vacío entre reglas conocidas y problemas no familiares*".

3. Desarrollo

Este trabajo es el resultado del análisis de una experiencia efectuada en el primer examen parcial de Análisis Matemático III correspondiente al año académico 2011, con el objetivo de evaluar la comprensión del teorema de existencia y unicidad de soluciones de problemas de valor inicial del tipo:

$$\begin{cases} y' = f(x, y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

En la misma hemos detectado que la resolución de la ecuación diferencial dada en el PVI se efectuó de manera automática y seguidamente se aplicó la condición inicial. Sin embargo, esta automatización llevó a una situación equivocada debido a que no verificaron las hipótesis del teorema de existencia y unicidad de soluciones, el cual establece que:

Sea el problema de valor inicial

$$\begin{cases} y' = f(x,y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

Si la función real f *es continua en algún entorno* E *del plano que contenga al punto* (x_0, y_0) *entonces el PVI dado, tiene al menos una solución en algún intervalo abierto* J *que contenga al punto* x_0.

Si además, la derivada parcial $\frac{\partial f}{\partial y}$ *es continua en* E *entonces la solución del PVI dado es única en algún intervalo abierto* $J_0 \subset J$ *que contenga al punto* x_0.

Además observamos en dicha experiencia que los alumnos no verificaron si la función que obtuvieron era o no solución del PVI.

Suponemos que estos errores son debidos a la no interpretación del teorema que asegura la existencia de solución como también a la falta de visión retrospectiva correspondiente a la etapa de verificación del resultado.

3.1 El problema evaluado

Uno de los ejercicios propuestos en la evaluación, y motivador del presenta trabajo, fue el siguiente:

Resolver, si es posible, el siguiente problema de valor inicial

$$\begin{cases} \left(x^2 - 1\right)dx + \left(y^3 - 8\right)dy = 0 \\ y(1) = 2 \end{cases}$$

En la resolución de la ecuación diferencial del problema de valor incial dado, el 75% de los alumnos evaluados notó que:

$$\left(x^2 - 1\right)dx + \left(y^3 - 8\right)dy = 0 \qquad (1)$$

es una ecuación diferencial exacta, por lo que la solución general de (1) viene dada implícitamente por la ecuación:

$$\frac{x^3}{3} - x + \frac{y^4}{4} - 8y = c\,,\ c \in \mathbf{R}$$

El 20% de los alumnos reescribió la ecuación (1) de la forma

$$\left(y^3 - 8\right)dy = -\left(x^2 - 1\right)dx$$

notando que es una ecuación diferencial a variables separables, cuya solución general está dada implícitamente por la ecuación:

$$\frac{y^4}{4} - 8y = -\frac{x^3}{3} + x + c\,,\ c \in \mathbf{R}$$

Sólo el 5% restante de alumnos que asistieron a la evaluación, no pudo resolver la ecuación diferencial, como así tampoco el problema.
De los alumnos que resolvieron correctamente la ecuación diferencial (1) mediante los métodos mencionados, todos aplicaron la condición inicial

$$y(1) = 2 \tag{2}$$

obteniendo el valor de la constante $c = -\frac{38}{3}$ y llegando a la solución errónea:

$$\frac{x^3}{3} - x + \frac{y^4}{4} - 8y = -\frac{38}{3} \quad \text{ó} \quad \frac{y^4}{4} - 8y = -\frac{x^3}{3} + x - \frac{38}{3} \tag{3}$$

3.2 Análisis de los errores en la resolución del PVI

De las categorías de errores descriptas en el marco teórico por Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar, creemos que las que se ajustan a nuestra investigación son las que se refieren a: teoremas o definiciones deformados (aplicación indiscriminada de un teorema) y falta de verificación en la solución.
Con referencia a los errores cometidos en la categoría: teoremas o definiciones deformados, observemos que reescribiendo la ecuación (1) de la forma:

$$y' = -\frac{x^2 - 1}{y^3 - 8}$$

la función dada por $f(x, y) = -\frac{x^2 - 1}{y^3 - 8}$ no es continua en los puntos de la forma $(x, 2)$ para cualquier $x \in \mathbf{R}$. En particular, f no es continua en el punto de coordenadas $(1, 2)$ y por lo tanto no hay ningún entorno que contenga a dicho punto en el que la función resulte continua. Luego, no se satisface la hipótesis del teorema de existencia antes mencionado y el teorema no es aplicable al PVI dado, por lo que no se puede asegurar si el mismo tiene o no solución en algún intervalo abierto J que contenga al punto $x_0 = 1$.
Unido este hecho a la falta de verificación en la solución, que es la otra categoría en la que hemos encuadrado los errores cometidos, las respuestas dadas por los alumnos en (3) terminan siendo incorrectas pues no verifican la ecuación diferencial (1) del problema de valor inicial dado.
Entre las posibles causas por las cuales los alumnos han cometido los errores antes descriptos, pensamos que pueden ser atribuidos a:

- El alumno omite, "se olvida", que si va a utilizar un cierto teorema, primeramente tendrá que verificar que se satisfacen todas las hipótesis del mismo para luego concluir la tesis. Este es un error frecuente en estudiantes de carreras donde la Matemática es una herramienta y en particular en alumnos de Ingeniería donde hemos desarrollado la presente investigación.
- El alumno resuelve un PVI de forma mecánica y automática: obtienen la solución general de la ecuación diferencial que el mismo contenga y seguidamente aplican la condición inicial.
- En general los ejercicios y problemas propuestos en clase verifican las hipótesis del teorema de existencia de soluciones, ya sea porque en el libro de texto utilizado se presentan situaciones ideales, como también los profesores, "amparados" en la falta de tiempo y debido a considerar que las posibilidades de que se les presente un caso que falle son escasas, aplicamos resultados sin comprobar previamente las condiciones requeridas.

4. Conclusiones

Del análisis efectuado acerca de los errores cometidos por alumnos de Análisis Matemático III en la resolución de un problema de valor inicial, se sigue que los estudiantes mecanizan los conceptos y teoremas pues les parecen correctos debido a que les han funcionado en un determinado campo de validez, pero no es cierto que siempre funcionen como ya hemos visto en el problema evaluado. Además, predomina la atención en la secuenciación y encadenamiento de los "pasos" por sobre el significado de los mismos y los efectos que las alteraciones en los datos producen en los resultados.

Aunque para nosotros el estudio de errores no es el tema central en nuestra línea de investigación en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales en carreras de Ingeniería, pensamos continuar desarrollando investigaciones en estos aspectos, pues el análisis de los errores cometidos por parte de los alumnos, puede contribuir a mejorar las propuestas de enseñanza de las ecuaciones diferenciales como también mejorar la interrelación entre teoría y práctica.

Creemos que lo importante es considerar el error como una fuente de aprendizaje significativo para lograr nuevos conocimientos y que surjan nuevas ideas. Es importante que tanto el docente como el alumno, consideren el error como una herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido los errores pueden constituir un elemento importante en el progreso del conocimiento, pues el alumno se puede interesar en descubrir dónde está el error y así pueden formular preguntas, comparar resultados, procedimientos, hasta lograr identificar sus propios errores a través de sus experiencias y de su interrelación con los contenidos matemáticos.

Para finalizar el presente trabajo, creemos que es importante corregir y reflexionar de tal manera que el error sea una fue de aprendizaje significativo en el aprendizaje de un contenido matemático.

5. Referencias bibliográficas

Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologies et les problemes en Mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2), pp. 165-198.

Edwards, C. y Penney, D. (1994). *Ecuaciones Diferenciales Elementales y Problemas con Condiciones en la Frontera 3° edición*. México: Pearson Educación.

Mancera, E. (1998). *Errar es un placer: el uso de los errores para el desarrollo del pensamiento matemático*. México: Iberoamérica.

Martínez de la Rosa, F. (2006). ¿Teoremas o fórmulas?, *Suma*, 51, pp. 31-39.

Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O., Inbar, S. (1987). A veces los errores de los estudiantes se deben a nuestros propios fallos, *Mathematics Teacher*, 80, pp. 191-194.

Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O., Inbar, S. (1987). An Empirical Classification Model for Errors in High Schools Mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(1), pp. 3-14.

Palarea, M. y Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico, *Suma*, 16, pp. 91-98.

Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Radatz, H. (1980). Error analysis in mathematics education, *Journal for Research in Mathematics Education*, 10(3), pp. 163-172.

Rico, L. (1992). *Investigación sobre errores de aprendizaje en Educación Matemática*. Granada: Universidad de Granada.

Stewart, J. (1999). *Cálculo Trascendentes Tempranas 3° edición*. México: International Thomson Editores.

EXPLORACIÓN DE FORMAS LÓGICAS Y DEDUCCIONES ANALÍTICAS DE ESTUDIANTES PREUNIVERSITARIOS EN MATEMÁTICA.

Marcela C. Falsetti; Marisa Alvarez
Universidad Nacional de General Sarmiento
mfalse@ungs.edu.ar; marisa.alvarez@ungs.edu.ar

Resumen
Presentamos algunos avances realizados en el marco de un estudio exploratorio sobre aprendizaje de aspectos formales en Matemática llevado a cabo en comisiones del Curso de Aprestamiento Universitario en la UNGS. El estudio fue de tipo cualitativo, consistió en la identificación, análisis e interpretación de manifestaciones lógico-formales de los estudiantes a partir de lo expresado por ellos en el ámbito de la clase y de lo expuesto en producciones escritas. Nos referiremos particularmente aquí a: a) La refutación, b) La elaboración de cadenas deductivas, c) la deducción analítica, d) La determinación del valor de verdad de una proposición compuesta y e)la pertenencia a una clase.

Palabras clave: Formas lógicas, refutación, inferencia deductiva, deducción analítica.

1. Introducción

Mientras en la presentación del saber matemático experto los discursos, razonamientos y la exposición de razones y garantías del saber producido se soportan en reglas lógicas, es sabido que en el aprendizaje de la Matemática, la estructuración del pensamiento y del discurso no sigue necesariamente dichas reglas por esto exploramos cuáles son las manifestaciones formales que involucran aspectos lógicos de un grupo de estudiantes del Curso de Aprestamiento Universitario (CAU) de la Universidad Nacional de General Sarmiento y cómo éstas se presentan cuando validan sus producciones. El estudio fue de tipo cualitativo, consistió en la identificación, análisis e interpretación de manifestaciones lógico-formales de los estudiantes a partir de lo expresado por ellos en el ámbito de la clase y de lo expuesto en producciones escritas.

2- El contexto donde se hizo el estudio.

2.1. El Curso de Aprestamiento Universitario

El Curso de Aprestamiento Universitario (CAU) es un curso obligatorio para ingresar a todas las carreras que ofrece la Universidad Nacional de General Sarmiento. Está compuesto por tres asignaturas: Matemática, Taller de Lectoescritura y Taller de Ciencias.

La asignatura Matemática busca profundizar y resignificar los contenidos abordados en el nivel secundario: números reales, álgebra, nociones de geometría y funciones numéricas. El trabajo en el aula se desarrolla mediante actividades propuestas para todas las comisiones en un material impreso. La propuesta didáctica considera que un estudiante aprende Matemática cuando es capaz de realizar "actividad matemática" en torno a los problemas matemáticos que se le presentan, es por esto que la secuencia de cada clase se caracteriza por plantear situaciones problemáticas. De acuerdo con la propuesta didáctica, el profesor propone resolver diversos problemas promoviendo el trabajo individual y grupal en pequeños grupos, orienta el desarrollo del trabajo y luego realiza una puesta en común.

2.1.1. El perfil del grupo de estudiantes

Los estudiantes de edades entre los 18 y los 30 años en promedio, provienen de distintas escuelas de la zona de influencia de la universidad, tanto estatales como privadas. La experiencia formativa previa es muy heterogénea, algunos alumnos se encuentran cursando el último año de la escuela secundaria, otros finalizaron el nivel medio hace mucho tiempo y otros cursaron el secundario para adultos. En general, asisten a las clases y trabajan con las actividades propuestas en las mismas, sin embargo muy pocos realizan las actividades que se proponen de tarea domiciliaria.

3. Marco teórico.

En Matemática la forma de validar la producción, es decir de garantizar que los resultados de la misma cumplen con requisitos prefijados por la comunidad de práctica científica, tiene formatos bastante rigurosos (Godino y Recio, 2001). El aprendizaje de las pruebas matemáticas que validen lo producido, tanto entenderlas como realizarlas, es un asunto importante en la Educación Matemática (ICMI 2009); uno de los puntos álgidos de este aprendizaje es la adquisición y comprensión de las operaciones lógicas, de su aplicación y su alcance. Para relevar los aspectos matemáticos más formales de lo presentado por los alumnos que ingresan a la universidad cuando explican por qué lo que realizan es correcto o cómo llegan a una conclusión, introducimos la noción de *construcción formal*, con la que nos referimos: a) o bien a una elaboración discursiva o simbólica (con símbolos o registros matemáticos) donde se pone de manifiesto alguna "forma lógica", entendidas éstas como "los modos de construcción, expresión y enlace de pensamientos (y partes del pensamiento) de contenido concreto distinto"[85], b) o bien a un procedimiento algebraico sobre una expresión simbólica del cual se deriva otra expresión simbólica cuyo contexto semántico es una propiedad (por ejemplo: si a partir de la manipulación de una ecuación el conjunto solución es el conjunto referencial, entonces se concluye que las expresiones algebraicas igualadas inicialmente son equivalentes en dicho conjunto), una relación entre objetos o una fórmula de cálculo (por ejemplo: la sucesión de transformaciones algebraicas de la que se deriva la fórmula de cálculo de las raíces de una expresión cuadrática). Los procedimientos correspondientes al ítem b) los llamaremos deducciones analíticas. También llamamos construcción formal a aquella que combine lo enunciado en los ítems anteriores. De lo dicho anteriormente se infiere que las construcciones formales se caracterizan porque se expresan en alguno, o varios, de los registros semióticos matemáticos (tablas, símbolos algebraicos, ejes cartesianos, etc.) y porque conllevan alguna de las funciones cognitivas asociadas (Duval, 2001): la formación de la representación, la traducción de una representación a otra, la conversión de un registro a otro o tratamiento en el mismo registro. Para precisar las construcciones formales que identificamos, nos basamos en los trabajos de Campistrous (1993), sobre procedimientos lógicos del aprendizaje, de Valdes (1989) y Gutiérrez (on line), sobre lógica elemental y sistemas de deducción natural.

En relación con las formas lógicas en las construcciones formales, nos abocaremos en este trabajo a las inferencias deductivas, las refutaciones y las proposiciones compuestas. De estas últimas nos interesa particularmente la determinación del valor de verdad.

[85] Diccionario soviético de Filosofía

Las inferencias deductivas

- Inferencia inmediata: Es aquella conclusión que proviene de la aplicación de una regla de inferencia del "sistema de deducción natural" (Valdés, 1989; Gutiérrez, on line) que consta de ocho reglas básicas agrupadas en reglas de Implicación, de Conjunción, de Disyunción y de Negación. Entre estas formas lógicas, particularizamos: el reconocimiento de pertenencia a una clase, que se trata de una inferencia inmediata de Implicación pues: sabiendo que si un objeto posee ciertas características pertenece a una clase, al dar un objeto determinado, si se comprueba que éste posee dichas características entonces pertenece a la clase que las mismas definen.
- Cadenas deductivas: Aquéllas que se obtienen a partir de una concatenación de las reglas de arriba.

Las refutaciones

Si bien las refutaciones pueden ser analizadas por las reglas básicas de inferencia, queremos darle una entidad aparte por la importancia que tienen en el razonamiento matemático. Dentro de esta categoría incluimos a: el contraejemplo, el reconocimiento de la contradicción y la reducción al absurdo.

Las proposiciones compuestas.

Una proposición es compuesta cuando resulta de combinar otras proposiciones mediante los conectores lógicos de conjunción (□), disyunción inclusiva (□), implicación (→) y negación (¬) bajo ciertas reglas sintácticas (por ejemplo, el conector de conjunción es de tipo binario y siempre va entre dos símbolos que representen proposiciones: p□q). Hay otros conectores lógicos pero estos pueden ser expresados como una combinación de los cuatro enunciados.

3. Metodología de trabajo.

Nos abocamos a identificar y analizar las construcciones formales más usuales en el tratamiento propuesto en nuestro ámbito de las matemáticas preuniversitarias, en los temas función lineal, polinómicas y exponenciales. La metodología fue de tipo cualitativa, se basó en los datos obtenidos por: a) observación directa y participante del docente, b) producciones escritas de los estudiantes (tareas y exámenes). Para orientar la observación para cada clase se realizaba una cuidadosa planificación y análisis de las actividades a trabajar sobre la base del material del curso identificando las construcciones formales que se podían manifestar en la realización de dichas actividades y si era necesario, se realizaban algunas modificaciones para activar el uso de las mismas. Luego, en una planilla semiestructurada se registraba cuántos estudiantes hacían uso de cada construcción formal identificada y en algunos casos se especificaba el modo que en la misma se evidenciaba. También se estaba alerta para tomar nota de otras formas lógicas no previstas que pudieran surgir en el momento. El análisis previo de las actividades también estuvo presente cuando se analizaron las producciones escritas de los alumnos. Posteriormente se procedió al análisis de los datos tratando de interpretarlos estableciendo relación con lo anticipado y a la luz del marco teórico.

4- Análisis de algunos casos

A continuación se presenta el análisis correspondiente a algunas de las construcciones formales mencionadas.

5.1 La refutación

Consigna: Decidir si la siguiente afirmación es verdadera o falsa. Justificar la elección

El conjunto imagen de la función $f(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^{x-2}-3$ es el intervalo $[-3;+\infty)$.

Respuesta del alumno: Falso. Probé reemplazando y por -3 ya que está incluido en el conjunto imagen $[-3;+\infty)$.

$$-3=\left(\frac{1}{3}\right)^{x-2}-3 \Rightarrow 0=\left(\frac{1}{3}\right)^{x-2}$$

$$\log_{\frac{1}{3}} 0=\log_{\frac{1}{3}}\left(\frac{1}{3}\right)^{x-2}$$

Pero… $\frac{1}{3}$ elevado a ningún número da como resultado "0".

Imagen 1. Ejemplo de refutación

La imagen 1 muestra un caso de reducción al absurdo. El estudiante decidió que la proposición era falsa mediante el reconocimiento de una contradicción. Para provocarla, distinguió un elemento que determinó la falsedad del enunciado: el -3. Suponiendo que el conjunto imagen era el indicado, el -3 debería haber satisfecho la definición de imagen, luego debería haber existido un valor real de modo que se satisfaciera la ecuación exponencial planteada. Usando características esenciales de la exponencial, la ecuación resultó irresoluble. Este tipo de deducciones es muy poco frecuente entre los estudiantes. El abordaje más frecuente fue graficar la función y determinar, mediante observación del gráfico, el conjunto imagen. Luego compararon lo obtenido con el conjunto propuesto en la consigna para determinar que lo enunciado era falso. Es decir que compararon un conjunto, resultado de un procedimiento que saben aplicar pero poco fiable, con otro conjunto dado como dato (el supuesto conjunto imagen) y el criterio de decisión es la no igualdad entre ellos. La diferencia entre los procedimientos utilizados radica en que el primer estudiante comprende los cuantificadores que intervienen en la definición de conjunto imagen (para todo elemento perteneciente al conjunto imagen existe un elemento del dominio relacionado con él mediante la fórmula dada) y en la selección del elemento adecuado para arribar al absurdo. Por otro lado, los registros manipulados en uno y otro caso no son los mismos, en el primer caso es simbólico y en el segundo es gráfico. De todos modos, en el segundo caso, los argumentos utilizados son pertinentes y ofrecen garantías suficientes para una comunidad de producción (podría ser en este caso el aula) que acepta al registro gráfico como fiable.

5.2 La deducción analítica

5.2.1 Un caso con función lineal. Analizamos la actuación a partir de la situación siguiente que fue presentada a los estudiantes luego de haber realizado un problema de conversión de precios donde se aplicaban las propiedades de la función proporcional numéricamente.

Consigna: Dada $f: R \rightarrow R, f(x)=mx$,

Escribir en símbolos cómo se encuentra el correspondiente de una variable x_1.
¿Cuál es desarrollo analítico que permite verificar que: "El correspondiente de la suma de dos valores es la suma de los correspondientes de cada uno de ellos."? Encontrar en el problema los cálculos en los que se trabaja con esta propiedad.
¿Cuál es el desarrollo analítico que permite verificar que: "El correspondiente del producto de dos valores es el producto de un valor y el correspondiente del otro."? Encontrar en el problema los cálculos con los que se trabaja con esta propiedad.
De los 33 estudiantes observados, sólo dos atinaron a escribir simbólicamente $f(x_1+x_2)=f(x_1)+f(x_2)$ traduciendo sólo el enunciado dado y como no lo relacionó con la expresión funcional dada, no continuó la deducción. Otro escribió $f(x_1+x_2)=m(x_1+x_2)$ pero no continuó con la deducción. En la puesta en común se les presentaron las dos expresiones y se les pidió que elijan cuál de ellas les parecía correcta. Observaron por sus medios que mediante la propiedad distributiva se podía continuar desarrollando la segunda expresión para obtener la primera. Todos identificaron fácilmente dónde se utilizó esta propiedad. La segunda condición $f(kx)=kf(x)$ fue deducida sin dificultad.

5.2.2 Un caso con función polinómica. En *Imagen 2* el alumno realizó un gráfico de una función polinómica que cumpliera con la condición de positividad pedida. Además de las raíces que obtuvo por la manipulación algebraica y de acuerdo a los datos, infirió que -1 era raíz. Luego manipuló la expresión polinómica para encontrar el factor al cual impondría la condición que -1 fuera raíz. Usó la fórmula resolvente para la ecuación cuadrática y al igualar a la pretendida raíz -1, obtuvo el parámetro.
El hecho que comprobara que el valor obtenido satisficiera que -1 es raíz doble nos hace pensar que entiende la relación entre la condición de multiplicidad de la raíz y el conjunto de positividad solicitado, aunque no fuera explicitado.

Consigna: Sea la función polinómica $f:\Re\to\Re$ dada por $f(x)=2(x^3-9x)(x^2+2x+c)$. Hallar el valor de c para que $C^+=(-3,-1)\cup(-1,0)\cup(3,+\infty)$

Respuesta del alumno:

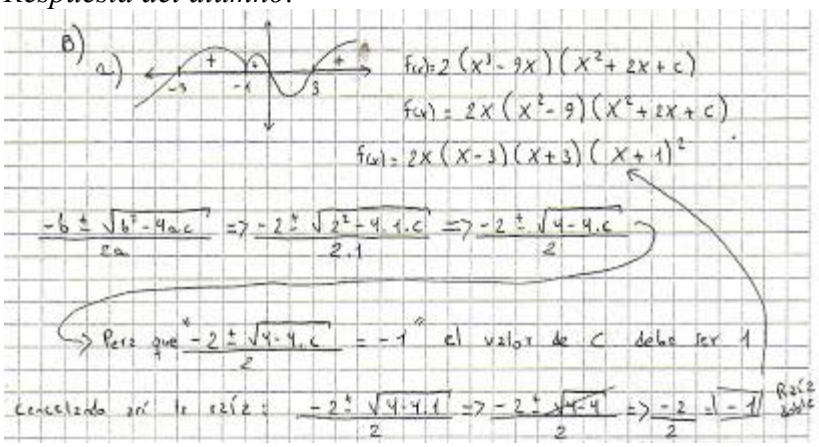


Imagen 2. Ejemplo de cadena deductiva.

5.3 La determinación del valor de verdad de una proposición compuesta.
Analizamos el siguiente caso en donde aparece una conjunción

Consigna: Decidir si la siguiente afirmación es verdadera o falsa y justificar la respuesta: La expresión de la función polinómica $f : R \to R / f(x) = 2x^3 - 2x^2 + 4x - 5$ *es divisible por la expresión de* $g : R \to R / g(x) = x - 1$ *y por la de* $h : R \to R / h(x) = x + 2$.

Para resolver esta actividad algunos estudiantes usaron la regla de Ruffini y otros el teorema de resto para determinar si f es divisible por g. Concluyen que f no es divisible por g. Pocos reconocieron que dado que g no divide a f la afirmación es falsa y no es necesario analizar si f es divisible por h. La mayoría analizó si h divide a f con el mismo método empleado antes, dado que h no divide a f concluyen que la afirmación es falsa. En estos modos de plantear la situación, se presentan dificultades para analizar la validez de proposiciones compuestas por una conjunción de proposiciones simples. En este caso, los alumnos analizan la validez de cada una de las proposiciones simples pero creemos que no les queda claro cómo estos valores de verdad determinan el valor de verdad de la proposición compuesta. Puede suceder que no entiendan la forma de determinar el valor de verdad de una conjunción o bien que el lenguaje natural los induzca a realizar ambas cosas.

5.4 El reconocimiento de pertenencia a una clase

En el caso de hacer uso de definiciones y propiedades para reconocer la pertenencia a una clase, se presentan dificultades cuando el alumno conjetura que el objeto pertenece a la clase pero analíticamente encuentra un resultado que no logra interpretar, en el siguiente caso se ilustra esto.

Consigna: Sea la función $f : R \to R$ *cuya expresión es de la forma* $f(x) = a(x-h)^2 + k$ *(con a, h y k reales,* $a \neq 0$*). La expresión de f, ¿corresponde a una función cuadrática? ¿Por qué?*

Para resolver este problema el alumno interpretó que *h* corresponde a la coordenada *x* del vértice, entonces reemplazó h con $-\frac{b}{2a}$ y que *k* corresponde a la coordenada *y* del vértice entonces (erróneamente) la reemplazó por *c* y planteo la igualdad: $a\left(x+\frac{b}{2a}\right)^2 + c = ax^2 + bx + c$ por la que pretende comparar simbólicamente dos expresiones distintas de funciones cuadráticas. Al resolver la ecuación obtuvo $\frac{b^2}{4a}=0$ y no supo interpretarlo. Este alumno trabajó con un caso particular, sin reconocerlo, donde la coordenada *y* del vértice es *c*. Aún sin obtener una conclusión general, podría haber interpretado que en este caso $b = 0$ y la expresión corresponde a una función cuadrática (particular), pero no lo hizo. Un aspecto a destacar en el procedimiento anteriormente descripto es que el alumno reconoció que el resultado hallado no era el esperado. Ante el mismo problema, otros estudiantes plantearon la ecuación $a(x-h)^2 + k = ax^2 + bx + c$. Aplicaron propiedad distributiva en el primer miembro y luego identificaron los coeficientes obtenidos con los de la expresión correspondiente a los parámetros *b* y *c*. Usaron, sin explicitarlo, el criterio de igualdad entre polinomios. Nuevamente la igualdad aparece como un criterio de decisión. En este caso se plantea la igualdad de una expresión dada a la fórmula ax^2+bx+c con letras prefijadas. Subyace una idea muy estática sobre la expresión de una función cuadrática, pareciera que lo que la caracteriza es la disposición de esas letras (y no otras) acompañando a las potencias

de la letra *x*. Otros asignaron valores numéricos a los parámetros *h* y *k* y luego desarrollaron la expresión para compararla con la forma polinómica. Los alumnos que realizaron estos últimos procedimientos aseguraron que la expresión analizada pertenecía a la clase de funciones cuadráticas.

6- Conclusiones.

A partir de lo registrado de las clases, notamos que mayoritariamente las cadenas deductivas no cuentan con los conectores lingüísticos que se traducen en los conectores lógicos; los párrafos son segmentados, sin ilación interna, de modo que aun cuando la conclusión fuera la correcta no es evidente que concluya de lo expuesto. En relación con la refutación notamos que el razonamiento por reducción al absurdo, el reconocimiento de contradicciones y el uso de contraejemplos son poco frecuentes en los estudiantes aunque en la clase se insista con este tipo de argumentaciones. Para identificar la pertenencia a una clase, la dificultad se presenta en el grado de generalidad en el cual se realiza el análisis.

Un recurso muy utilizado por los estudiantes es tratar de plantear una igualdad al inicio del análisis o la resolución, tal como fue ilustrado en las secciones 5.1 y 5.4. Plantear de este modo una igualdad, hace que los objetos se "encapsulen" trabando el acceso a los cuantificadores que eventualmente aparecen en la definición de los mismos, o bien que se complique el análisis pues hay que tener en claro el significado de los objetos que se igualan en cada paso de la deducción analítica. Observamos además que el lenguaje simbólico, usado tan ineludible y naturalmente en las clases de Matemática por los profesores en general, resultó más bien obstaculizador, tanto en el desarrollo de las formas lógicas como en las deducciones analíticas por la confusión entre el signo y su significado.

7. Referencias

Campistrous, L. (1993) Lógica y Procedimientos Lógicos. Centro de documentación e información pedagógicas del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ciudad de La Habana. Cuba.

Díaz Godino, J., Recio, A. (2001) Significados institucionales de la demostración matemática: implicaciones para la educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias.* 19 (3), 405-414.

Diccionario soviético de filosofía, (1965) Ediciones Pueblos Unidos, Montevideo.

Duval, R. (2001). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. Investigaciones en matemática educativa II. *México: Grupo Editorial Iberoamérica. pp. 173-201.*

Gutiérrez, C.M. Introducción a la lógica. Accesible en www.ucm.es/info/pslogica/cdn.pdf.

Proceedings of the ICMI Study conference 2009: Proof and Proving in Mathematics Education. Vol. 1. Accesible en http://140.122.140.1/~icmi19/files/Volume_1.pdf

Valdés, L.M. (1989) Lógica elemental. En Lógica y Lenguaje. Garrido, M (editor)- Tecnos. Madrid. España.

¿CÓMO CONCIBEN LA MATEMÁTICA LOS DOCENTES DE UNA FACULTAD DE AGRONOMÍA?

Boubée, C.[1;2]*; Sastre Vázquez, P.*[1]*; Delorenzi, O.*[1,2]*; D´Andrea, R.*[3]
[1]Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul. Argentina. [2]ISFD Nº156: "Dr. Palmiro Bogliano". Azul. Argentina.
[3]Facultad de Química e Ingeniería, Universidad Católica Argentina. (UCA).
cboubee@faa.unicen.edu.ar; psastre@faa.unicen.edu.ar; rdandrea@uca.edu.ar

Resumen
La contribución de este trabajo radica en identificar y categorizar creencias y concepciones sobre la Matemática, que poseen tres docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía (UNCPBA), considerados casos de estudios. Esta comunicación se enmarca en un proyecto de investigación acreditado, recientemente finalizado, y forma parte de un Trabajo Profesional de Especialización en Docencia Universitaria.
La metodología empleada es de corte cualitativo y la entrevista semi estructurada, el instrumento principal de recolección de datos. Los casos se seleccionaron a través de entrevistas a informantes claves, identificando a los docentes que utilizaban la Matemática en sus asignaturas, perteneciendo estas al ciclo profesional de la carrera de Ingeniería Agronómica. Para el análisis de las concepciones que poseen los docentes sobre la Matemática se utilizaron categorías preestablecidas por Ernest (1989), partiendo de la identificación de distintas creencias evidenciadas por los docentes, y tomándolas como indicadoras de dichas concepciones.

Palabras clave: Matemática. Creencias. Concepciones. Ingeniería Agronómica.

1. Introducción.

En la carrera de Ingeniería Agronómica (IA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) los alumnos cursan tres asignaturas que incluyen contenidos matemáticos. Las asignaturas "Matemáticas" pertenecen al Departamento de Ciencias Básicas, que incluye, como su nombre lo indica, las asignaturas que se consideran herramientas básicas para el resto de la carrera y de las que las asignaturas del Ciclo Superior –que llamaremos asignaturas "no-matemáticas"– son usuarias.
En el nuevo plan de estudio de la carrera se incluye la siguiente actualización: *"Se generó en tercer año un espacio de práctica integradora a través de la realización de un ejercicio de integración que debe necesariamente combinar contenidos de materias básicas agronómicas con los de básicas, debiendo el alumno lograr la realización de un trabajo científico elemental"*.
Esta integración de las materias "básicas agronómicas" con las materias "básicas", queda establecida en esta modificación. Pero como todo cambio, son las personas quienes lo hacen efectivo, motivo por el cual se hace fundamental conocer sus concepciones y creencias sobre las ciencias básicas –en particular la Matemática– y la utilización que ya hacen de estas ciencias en sus asignaturas.
Con este trabajo pretendemos contribuir, parcialmente, a la identificación e interpretación de las concepciones y creencias sobre la Matemática que poseen docentes de la Facultad de Agronomía de la UNCPBA considerados casos de estudio. Hacer

explícitas las concepciones y creencias sobre la Matemática puede constituir un importante paso inicial para futuras modificaciones, articulaciones, integraciones, trabajos interdisciplinarios, etc.
Las investigaciones actuales relacionadas con las creencias y la Matemática se orientan hacia la comprensión del sistema de creencias de los estudiantes y/o de los docentes, el origen de las creencias, la comprensión de cómo influyen las creencias en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, y el grado de permeabilidad de las creencias nocivas al proceso de cambio. (De Faría Campos, 2008).
En el presente trabajo analizamos lo que los docentes seleccionados manifiestan sobre cómo conciben la Matemática, cómo está constituida, como se construye, cómo la valoran, a partir de expresiones recuperadas a través de entrevistas semi estructuradas, identificando de esta manera las concepciones sobre esta ciencia que predominan en sus apreciaciones.

2. Creencias y Concepciones

Numerosos autores han investigado respecto de las concepciones y creencias sobre la Matemática que poseen los profesores y su relación con su práctica docente, y han puesto de manifiesto que estas relaciones no son simples ni directas (Carrillo, 1998; Gómez-Chacón, 2003; Moreno Moreno y Azcárate Giménez, 2003; Parra, 2005; Vila y Callejo, 2005).
Las visiones alrededor de la Matemática y de su enseñanza y/o aprendizaje pueden llamarse "creencias" (Vila y Callejo, 2005). En una primera aproximación a este concepto podemos decir que las creencias son una forma de conocimiento, personal y subjetivo, que está más profunda y fuertemente arraigado que una simple opinión; se construyen a través de experiencias, informaciones, percepciones, etc., y de ellas se desprenden ciertas prácticas. Gozan de cierta estabilidad pero son dinámicas, ya que la experiencia o el contraste con otras creencias las pueden modificar; es decir, están sometidas a evolución y a cambio. Una creencia, entonces, es un tipo de conocimiento, una opinión fuertemente arraigada, produce hábitos, determina intenciones, se compone de cognición y de afecto.
Las concepciones, en cambio, para algunos autores (Ponte, 1994; Thompson, 1992; Carrillo, 1998) son "organizadores implícitos de los conceptos, de naturaleza esencialmente cognitiva y que incluyen creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan. El carácter subjetivo es menor en cuanto se apoyan sobre un sustrato filosófico que describe la naturaleza de los objetos matemáticos".
Tanto las concepciones como las creencias tienen un componente cognitivo, la distinción entre ambas reside en que las primeras son mantenidas con plena convicción, son consensuadas y tienen procedimientos para valorar su validez, y las segundas, no (Thompson, 1992).
En particular Carrillo, (1998:7), refiriéndose específicamente a concepciones sobre la Matemática, da la siguiente definición, que adoptamos en nuestra investigación: "La concepción de un profesor sobre la Matemática (o su enseñanza) es el conjunto de creencias y posicionamientos sobre la Matemática (o su enseñanza) que supone el investigador posee el profesor, tras el análisis de sus opiniones y de las respuestas a preguntas sobre su práctica respecto a temas relativos a la naturaleza de la Matemática (o de la enseñanza de la Matemática)".

3. Concepciones sobre la Matemática

Ernest (1989) establece tres tipologías con relación a las concepciones respecto de la Matemática, según se consideren su naturaleza, el fin que persigue, su origen y su evolución:

1) *Concepción Instrumentalista:* Quienes poseen esta concepción de la Matemática, la entienden como un conjunto de resultados, de marcado carácter utilitario, cuya veracidad y cuya existencia no están sujetas a discusión o revisión. Los elementos que conforman su núcleo son los resultados, entendidos como un conjunto de reglas y herramientas, sin una vinculación teórica (conceptual) ni práctica determinada. El fin que persigue la creación del conocimiento matemático es el desarrollo de otras ciencias y técnicas, quedando, por tanto, fuera de la Matemática. Desde una perspectiva pragmática, se ve en la creación y uso de algoritmos el principal impulsor de la construcción del conocimiento matemático, cuyo objetivo es dar explicación, bajo un punto de vista determinista, a las relaciones causa-efecto existentes, utilizando la argumentación empírica como instrumento que otorga validez a los resultados.

2) *Concepción Platonista:* La Matemática se concibe como un cuerpo de conocimiento preexistente dotado de una estructura lógica, lo que le otorga un carácter objetivo, absoluto, universal, libre de valores y abstracto. Los elementos que conforman su núcleo son los conceptos y los valores racionales, derivados éstos del grado de significatividad de su estructura. El fin que persigue la creación del conocimiento matemático es el desarrollo de la propia Matemática, que, aun siendo consciente de sus posibles aplicaciones, se desarrolla de forma independiente respecto de ellas. Desde una perspectiva dogmática, el conocimiento matemático se concibe como preexistente al individuo, estando, por tanto, tan sólo sujeto a su posible descubrimiento, pero no a creación. El objetivo de su construcción es dar explicación a problemas surgidos en la propia Matemática o en otras ciencias, con el apoyo de resultados ya obtenidos. El instrumento que otorga validez a los resultados matemáticos es el razonamiento lógico (basado en una teoría axiomática).

3) *Concepción centrada en la Resolución de problemas:* En el marco de esta concepción, la Matemática se toma como un conocimiento sometido a una revisión constante que depende del contexto social, cultural y científico, lo que hace que la veracidad de sus resultados y procedimientos sea relativa. Los elementos que conforman su núcleo son las estructuras conceptuales, que permiten un entramado de relaciones entre conceptos y tópicos, así como los procedimientos matemáticos específicos y las estrategias generales. El fin que persigue la creación del conocimiento matemático es el desarrollo de las capacidades intelectuales del ser humano, quedando la evolución de la Matemática, por tanto, subyugada al progreso humano. Desde una perspectiva dinámica, la Matemática se concibe como campo de creación continua, teniendo como principal impulsor la resolución de problemas. El conocimiento matemático se construye, bajo un punto de vista antropológico, por interacción social, para dar respuesta a los problemas sociales, culturales, económicos, etc., empleando para su validación una combinación de procesos inductivos y deductivos.

4. Encuadre Metodológico

Enmarcamos metodológicamente este trabajo en la lógica de la investigación cualitativa y en el paradigma interpretativo o hermenéutico. La investigación cualitativa es inductiva, holística y es adecuada cuando la finalidad es comprender a las personas en su propio contexto, escuchando sus voces y privilegiando su cualidad humana.

En el marco de la metodología cualitativa se inscribe el estudio de casos, que utilizamos en nuestro trabajo, y que puede entenderse como una investigación ideográfica centrada en las personas y sus propias características. Es el estudio de *"la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes"* (Stake, 1999:11). Centramos nuestro interés en su potencial para producir información sobre singularidades, particularidades, acciones, situaciones. La entrevista semi estructurada fue la estrategia privilegiada en esta investigación. El recorte empírico lo conformaron los docentes de la carrera de IA de la Facultad de Agronomía de la UNCPBA, con sede en Azul, del cual se seleccionaron casos a estudiar (muestreo intencional), constituidos por aquellos docentes de tercer año de la carrera, que utilizan la Matemática en sus asignaturas, según se desprendió de las entrevistas a informantes claves. En este trabajo se estudiaron tres "casos reputados" (Sirvent, 2006) ya que los casos fueron seleccionados a partir de lo que manifestaron los informantes contactados.

5. Resultados y Discusiones

A partir de la información brindada por los informantes claves seleccionamos tres casos de estudio:

1) El docente que constituye el caso número 1 (Docente 1), es Profesor Adjunto con dedicación exclusiva, y está a cargo de dos asignaturas de la carrera de IA, una de tercer año, que es la que nos interesa en este trabajo. Es un hombre joven, aproximadamente de 40 años, Ingeniero Agrónomo, graduado en la Facultad de Agronomía en la cual realizamos esta investigación, y con una carrera de posgrado en curso. No tiene formación docente específica, aunque manifiesta que le interesaría hacer algún estudio formal al respecto.

2) El Docente 2 es Profesor Titular con dedicación Exclusiva y tiene alrededor de 60 años de edad. Es Ingeniero Agrónomo y tiene a cargo una asignatura de tercer año de la carrera de IA, desde hace aproximadamente veinte años.

3) La Docente 3 se desempeña como Jefe de Trabajos Prácticos con dedicación Exclusiva y se halla a cargo de las actividades prácticas de una asignatura de tercer año de IA. Es Ingeniera Agrónoma, egresada también de la Facultad sede de esta investigación. Es una joven docente (aproximadamente 35 años) y consideramos que la proximidad, tanto en edad como en cargo docente, con quién realizó la entrevista colaboró para que ésta fuese sumamente distendida y cordial. Posee formación de posgrado (Magister) en una temática vinculada a su área específica de trabajo, y no posee formación docente, aunque aspira lograrla prontamente y la valora de manera muy positiva.

A partir de las transcripciones de las entrevistas y de los estudios de casos en profundidad, se construyeron categorías vinculadas a los aspectos planteados como relevantes en la investigación. Particularmente en este trabajo nos centramos en las concepciones sobre la Matemática que evidencian los docentes entrevistados, a partir de las creencias identificadas a través de sus apreciaciones.

Para analizar las concepciones de los docentes sobre la Matemática, se tomaron como categorías los tres tipos de concepciones presentados por Ernest (1989), recordando que las categorizaciones se realizan a través de las creencias evidenciadas por los docentes, tomadas como indicadores de sus concepciones (Carrillo, 1998).
A continuación se indican las categorías construidas con algunas de las expresiones recuperadas de los discursos. No transcribimos todas las frases vinculadas a una categoría, sino que utilizamos algunas expresiones como ejemplos.

Sobre la concepción de la Matemática	
Categoría	**Expresiones**
Concepción Instrumentalista.	*"Veo a la Matemática como una herramienta para entender la realidad".* **Docente 1** *"Uno tiene conceptos matemáticos y después le da problemas que ellos [los alumnos] puedan resolver [aplicándolos]".* **Docente 2** *"Para mí [la Matemática] es una herramienta".* **Docente 3**
Concepción centrada en la Resolución de Problemas.	*"Para mí la Matemática o las cuestiones matemáticas siempre tuvieron esa parte de desafío que tienen para todos los matemáticos (...) vos al tipo [al Matemático] le das un problema y el tipo se enfrasca y lo toma como tal, como un desafío".* **Docente 1** *"A través de la Matemática la podés representar [a la realidad] en una forma más simplificada, aislando aquellos factores que van a ser los principales, los más determinantes para explicar lo que vos querés explicar, o para entender lo que querés entender".* **Docente 1** *"[La Matemática] se construye como todo proceso, seguramente irán para adelante, desconozco mucho, irán para atrás...".* **Docente 1** *"Ciencia es lo que hacen los científicos, es lo que la comunidad de científicos acepta como tal y que es cambiante según la época, las corrientes dominantes. Y supongo que, sin intentar ser demasiado preciso, para la Matemática debe pasar lo mismo".* **Docente 1** *"[Mis alumnos] veían la Matemática en su funcionamiento real, solucionando problemas".* **Docente 2** *"[A la Matemática] yo la tomaba como un juego. (...) Resolver problemas matemáticos para mí es gratificante".* **Docente 2** *"Para mí [la Matemática] es una ciencia que permite resolver problemas de una manera más fácil.* **Docente 2**

	"La Matemática…es una forma de razonar. (…) El estilo o la forma de razonamiento que te da la Matemática para mí son fundamentales". **Docente 3** *"[La Matemática] sirve para resolver distintos problemas, (…) se relaciona con todo… con cosas de la vida".* **Docente 3**

En cuanto a las concepciones sobre la Matemática, podemos reconocer prevalencia de creencias vinculadas a alguna de ellas, pero coexisten indicadores de más de un tipo de concepción, en un mismo docente.
De este modo, podemos decir que el Docente 1 posee una concepción más próxima a la Concepción centrada en la Resolución de Problemas, ya que menciona, en otros términos, que la Matemática es una construcción social, cuya finalidad es la resolución de problemas, a través de sus estructuras conceptuales. También se evidencia en este docente una creencia asociada a la Concepción Instrumentalista de la Matemática, al verla como herramienta para entender la realidad. De todos modos, priman los aspectos vinculados a la primera concepción sobre la Matemática, e incluso esta última creencia presenta ambigüedad y puede ser asociada también a la Concepción centrada en la Resolución de Problemas.
El Docente 2, de modo semejante al Docente 1, manifiesta poseer creencias vinculadas principalmente a la Concepción centrada en la Resolución de Problemas, y en menor medida, a la Concepción Instrumentalista de la Matemática. De manera casi permanente hace referencia a la importancia que tiene la Matemática en la resolución de problemas de distinta índole. También hace explícita una visión que puede denominarse "aprendo-aplico" de esta ciencia, es decir, primero debe aprenderse y luego ser utilizada, aplicada como herramienta.
Finalmente, la Docente 3 también se encuentra próxima a las Concepciones Instrumentalista y centrada en la Resolución de Problemas. Así, explicita su visión de la Matemática como herramienta (Concepción Instrumentalista), útil para la resolución de distintos tipos de problemas y valorizando su modo de razonamiento propio (Concepción centrada en la Resolución de Problemas). De la entrevista se desprende que coexisten casi con iguales pesos relativos, los dos tipos de concepciones sobre la Matemática mencionados.

6. Conclusiones

El estudio de casos permite profundizar en una temática de interés, escuchando la voz de los sujetos involucrados, en su propio contexto y considerando sus particularidades y singularidades. La explicitación de creencias y concepciones sobre la Matemática, en los diferentes actores del sistema educativo universitario en general, y en los docentes en particular, junto al análisis crítico de las mismas, puede redundar en discusiones constructivas sobre la posibilidad de integración de contenidos en la carrera de Ingeniería Agronómica, la colaboración entre docentes, la conformación de equipos interdisciplinarios y la articulación entre los distintos ciclos de la carrera.
En las concepciones de estos docentes sobre la Matemática predominan aspectos vinculados a la Concepción centrada en la Resolución de Problemas (Ernest, 1989), evidenciando también creencias vinculadas a la Concepción Instrumentalista de la Matemática. Todos los docentes consideran que la resolución de problemas es el motor de esta ciencia, su principal impulsor.

Consideramos que el análisis realizado constituye un insumo, parcial pero esencial, para establecer acuerdos y plantear integraciones de la Matemática con otras asignaturas de la carrera, focalizando en una concepción particular de la misma, centrada en la resolución de problemas.

7. Referencias

Carrillo, J. (1998). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la matemática y su enseñanza: metodología de la investigación y relaciones*. Huelva. Publicaciones de la Universidad de Huelva.

De Faría Campos, E. (2008). *Creencias y Matemáticas*. En *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. Año 3. Nº 4. Pp.9-27.

Ernest, P. (1989). *The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model*. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13–34.

Gómez-Chacón, I. (2003). *La tarea intelectual en matemáticas: afecto, meta-afecto y los sistemas de creencias*. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, Vol. X, No. 2, pp. 225-247.

Moreno Moreno, M y Azcárate Giménez, C. (2003). *Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales*. En *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 2, 265-280.

Pajares, M.F. (1992). *Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct*. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

Parra, H. (2005). *Creencias matemáticas y la relación entre actores del contexto*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Vol. 8, 3, 69-90.

Ponte, J.P. (1994). *Mathematics teachers' professional knowledge*. *Proceedings of the 18th PME Conference*, vol. I, 195-210. Lisbon.

Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid, Morata.

Sirvent, M. T. (2006). *El proceso de investigación. Investigación y Estadística Educacional 1*. *Notas de clases*. UBA. Facultad de Filosofía y Letras.

Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona. Paidós.

Thompson, A.G. (1992). *Teacher's Beliefs and Conceptions: a Synthesis of the Research*. En Grouws, D.A. (Ed.). *Handbook on Mathematics Teaching and Learning*. New York. McMillan.

Vila, A. y Callejo, M. L. (2005). *Matemática para aprender a pensar. El papel de las creencias en la resolución de problemas*. Madrid. Narcea.

MODELAGEM E ETNOMATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Isabel Cristina Machado de Lara; Maria Salett Biembengut
PUCRS – Brasil
isabel.lara@pucrs.br / maria.hein@pucrs.br

Resumo
Neste artigo apresenta-se parte de uma pesquisa cujos dados advieram de estudantes de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. De um tema-guia - *nanotecnologia*, os mestrandos deveriam elaborar uma proposta pedagógica para estudantes de Educação Básica onde conteúdos de matemática, física, química e biologia fossem integrados, numa perspectiva transdisciplinar. Buscou-se apoiar na Modelagem e Etnomatemática como métodos de ensino e pesquisa. A disciplina (64 h/a) organizou-se em dois momentos: explicitação do referencial teórico pelos professores, e desenvolvimento de propostas pedagógicas se utilizando de alguma aplicação de nanotecnologia pelos mestrandos. Objetivo da pesquisa foi analisar possibilidades e dificuldades dessa proposta. Os mestrandos tiveram dificuldade em identificar conceitos de ciências e matemática nas pesquisas sobre nanotecnologia. Uma razão encontra-se na estrutura curricular da Educação Básica a Superior, sob a responsabilidade de um professor 'especialista na área ou na disciplina', cujo padrão preexistente torna-se regulador e impede que mudanças se produzam.

Palavras-chave: transdisciplinaridade, modelagem matemática, etnomatemática

1. Introdução

A Lei de Diretrizes e Bases Brasileiras – LDB – n º 9394 de 1996, define para a última etapa da Educação Básica, o Ensino Médio, o currículo dividido em três grandes áreas do conhecimento, estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais: *Linguagens* e *Códigos*: *Língua Portuguesa, Educação Artística* e Outros Idiomas; *Ciências da Natureza*, *Matemática e suas Tecnologias*: *Física*, *Química*, *Biologia*, Matemática; e Ciências Humanas: História, Geografia, Sociologia e Filosofia (BRASIL, 1996).

Na área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, nas diretrizes curriculares específicas, a LDB indica que: (i) se faça um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, integrando e articulando os conhecimentos de forma interdisciplinar; (ii) que os métodos de ensino e de avaliação sejam organizados de tal forma que o estudante ao final do Ensino Médio "demonstre domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna"; que (iii) "compreendam as ciências, matemática e tecnologia como construções humanas; que (iv) entendam como se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas; que (v) relacionem o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; e que (vi) saibam identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos (LDB, art.36, § 1º) (BRASIL, 1996).

Desse modo, para que se promova conhecimento científico ao estudante durante sua formação básica é preciso que se reorganizem as disciplinas articulando-as. Isso mostra que o ensino das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática precisa estar

entrelaçado de forma a tornar o conhecimento dinâmico dispondo ao estudante ferramentas e meios que lhe facilitem diversos níveis de expressão, sejam lingüísticos ou tecnológicos. Para isso, os professores de Ciências da Natureza e Matemática precisam saber integrar os conteúdos dessa área de forma que os estudantes possam aprender a partir de situações-problema e, ao mesmo tempo, serem instigados a fazer pesquisa sobre temas que lhes despertem interesse.

Para proporcionar esta formação é necessário que os professores saibam lidar com esse contexto em todas as fases de escolaridade, em especial nos cursos de formação de professores. Nesse sentido, foi proposta a disciplina Ciências, Matemática e Realidade do curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Sob a orientação de cinco professores com respectivas formações: Biologia (1), Físico (1), Químico (1), Matemático (2), dezoito mestrandos elaboraram uma proposta pedagógica, numa perspectiva transdisciplinar, buscando integrar as disciplinas de Ciências e Matemática a partir de um tema-guia: nanotecnologia. Buscou-se apoiar na Modelagem e Etnomatemática como métodos de ensino e pesquisa.

2. Modelagem Matemática: propósitos para a Educação

A Modelagem é um conjunto de procedimentos requeridos na elaboração de um modelo. O processo de Modelagem pode ser utilizado em qualquer área do conhecimento. E um modelo é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa. Essa representação pode se expressar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas.

Nas Ciências, o processo de Modelagem requer do modelador conhecimento científico e capacidade de fazer uma leitura do fenômeno, dentre outras habilidades (BIEMBENGUT, 2004). Nesses termos, o modelo é expresso utilizando alguma linguagem representativa (textos, diagramas, desenhos, gráficos, fórmulas, representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais) que levam à solução do problema ou permitem a dedução de uma solução.

Representar uma situação real, criar um modelo, segundo Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), envolve uma série de procedimentos. Esses procedimentos podem ser agrupados em três etapas, subdivididas em sete sub-etapas, a saber: (a) Interação: reconhecimento da situação-problema → delimitação do problema e familiarização com o assunto →referencial teórico; (b) Formulação e Resolução: formulação do problema →hipótese, formulação de um modelo → desenvolvimento e resolução do problema a partir do modelo → aplicação; e (c) Modelo: interpretação da solução e validação do modelo → avaliação.

A Modelagem Matemática nas Ciências não é uma idéia nova. Sua essência sempre esteve presente na criação das teorias científicas e, em especial, na criação das teorias físicas e matemáticas. A tecnologia, as técnicas ou os objetos que hoje se dispõe derivam de criações mais simples. O que parece simples, possivelmente, já fora bem menos simples quando surgiu, considerando as habilidades e o conhecimento requerido. O valor desse desenvolvimento está nas contribuições e nas modificações concebidas por muitos criadores, cuja apropriação de conhecimento necessário foi possível graças ao método de transmissão da tradição artesanal, pelo preceito e exemplo.

Como a Modelagem está na raiz do processo criativo e perfaz o caminho da investigação científica, nas últimas três décadas, em diversos países, vem crescendo um movimento em defesa deste método no processo de ensino e aprendizagem da

matemática. Preocupações do que, como, quanto e para que ensinar matemática têm fortalecido as pesquisas na área de Educação Matemática.

A defesa pela Modelagem como método de ensino e aprendizagem em todos os níveis de escolaridade, em diversos países, tem aumentado significativamente, pelo fato de propiciar ao estudante fazer uso da matemática para compreender uma situação ou resolver um problema de outra área do conhecimento; isto é, integrar matemática a outra área do conhecimento e em especial, área que o estudante apresenta interesse. A Modelagem no ensino de matemática com foco na pesquisa dos estudantes sobre um tema de seus interesses, além de uma aprendizagem matemática mais significativa, possibilita a eles estímulo à criatividade na formulação e na resolução de problemas e senso crítico em discernir os resultados obtidos. Portanto, sustenta o currículo de matemática em todos os níveis (BASSANEZI, 2002).

Em sala de aula a Modelagem pode instigar o interesse dos estudantes em conhecer e compreender o mundo em que habitam, na medida em que o professor desenvolve temas atuais e maneje os elementos formais requeridos de forma a tornar familiar, compreensível. O que pode atrair os estudantes é a compreensão de questões de assuntos que eles têm certa percepção, via meios de comunicação ou informativos, e a possibilidade de torná-las familiar (BIEMBENGUT, 2009). Como disse Lévy (1995, p.27), "nas interações com as coisas, se desenvolve competências. Por meio das relações com os signos e com a informação se adquire conhecimentos. Em relação com os outros, mediante iniciação e transmissão, faz-se viver o saber".

A competência em Modelagem desenvolve nos estudantes algumas habilidades: na identificação das questões relevantes e das respectivas, variáveis, relações ou suposições; formulação destas questões em termos matemáticos; na representação dos entes envolvidos de maneira apropriada, discutindo e justificando; na validação da solução; e ainda, na cooperação com os colegas, construindo mutuamente os conhecimentos gerados durante a atividade de Modelagem. Trata-se de um processo que requer maior empenho nos estudos, na pesquisa e na interpretação do contexto.

Desde que a Modelagem tem sido defendida na Educação Matemática tem gerado concepções, por conseqüência, adoções distintas e se estabelecendo tendências. Tendência de Modelagem na Educação Matemática é entendida como toda ação e prática de Modelagem por professores, baseados no conhecimento e na interpretação que mostram em seus trabalhos desta natureza a partir da concepção que possuem. Embora existam concepções e tendências distintas, segundo Biembengut (2009), elas convergem no entendimento de que a Modelagem pode contribuir não somente para aprimorar o ensino e a aprendizagem, como também, para provocar uma reação e interação entre corpo docente e discente envolvidos na contínua e necessária produção do conhecimento. Uma partilha mútua de experiências adquiridas. Conforme Maturana e Varela (2001, p.71) no fazer se conhece e "todo ato de conhecer produz um mundo".

3. Etnomatemática: uma visão transdisciplinar

Na estrutura escolar, a interação entre corpo docente e discente, possibilitada pela Modelagem, contribui para desfragmentação do conhecimento. Pois, a fragmentação contribui para a iniquidade entre pessoa e grupo cultural e compromete sua capacidade de interpretar e se utilizar desses conhecimemtos em suas práticas profissionais. A própria concepção de trabalho e as condições de exercício profissional podem ser alteradas, na medida em que novos processos tecnológicos passem a figurar o mercado de trabalho. (LARA, 2007).

Segundo D'Ambrosio (1997), o fato de se conservar a estrutura escolar em disciplinas e em suas especialidades faz que a formação acadêmica do docente mantenha-se compartimentada sem a visão do todo e de como essas disciplinas se integram e se interagem, impossibilitando esse docente de dar conta dessa natureza de trabalho. Assim, o D'Ambrosio defende a ética da diversidade como sendo um novo relacionamento com o meio em sua totalidade e as diferenças que nele coexistem. Ele afirma que para que ocorra uma reflexão contemporânea faz-se necessário um novo modo de pensar, um pensar transdisciplinar.

Nesses termos, a transdisciplinaridade é uma atitude, um modo de perceber que a aquisição do conhecimento e o modo como ele se propaga pode envolver processos diversificados quando comparados em diferentes grupos de pessoas; sejam esses culturais ou sociais. Por assim, respeito, solidariedade e cooperação aos modos de conhecer e explicar, eliminando possíveis hierarquias. A perspectiva transdisciplinar reconhece que a pessoa adquire conhecimento por meio da construção e reconstrução do fazer e do saber e, ainda, da interação entre ambos.

De acordo com D'Ambrosio: "A fundamentação teórica que serve de base à transdisciplinaridade repousa sobre o exame, na íntegra, do processo de geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento." (1997, p. 15). "A aquisição ocorre através de maneiras, modos, técnicas ou artes (*techné*) de explicar, conhecer, entender, lidar, conviver (*matema*) com a realidade natural e sociocultural (*etno*) na qual o indivíduo está inserido." (D'AMBROSIO, 1997, p. 16). E, é neste contexto que se propõe a Etnomatemática como proposta transdisciplinar.

A etnomatemática ao estudar o modo que diferentes grupos procedem ao resolver problemas em seus contextos, contribui para o reconhecimento de que o fazer desses grupos produz saber. Um saber a princípio diferente daquele formalizado pela escola.

Na Etnomatemática, a transdisciplinaridade funda-se no reconhecimento das várias ações humanas para compreender, não apenas objetos de estudo bem definidos ou de estudos multidisciplinares ou interdisciplinares, mas sim, o mundo como um todo, na sua integralidade. As dimensões mais reconhecidas e interpretadas, de acordo com D'Ambrosio (1997) são a sensorial, a intuitiva, a emocional e a racional. Desse modo, a Etnomatemática se constitui como uma área de pesquisa que busca compreender modos como se geram, organizam e difundem o conhecimento das pessoas em seus afazeres e vivências.

Historicamente, a matemática surge da necessidade do ser humano de resolver problemas de sua realidade, do seu contexto, do seu grupo cultural. Por meio de representações pictóricas, gráficos, fórmulas, enfim, de modelos, a pessoa gerou e gera conhecimento, necessário muitas vezes para a sua sobrevivência e sua transcendência, organiza esse conhecimento e socializa entre seus pares.

Assim, a Modelagem Matemática e a Etnomatemática confluem em alguns pontos. Além de ambas perfazerem o caminho da investigação, podem propiciar ao estudante em qualquer nível de escolaridade, uma aprendizagem mais significativa possibilitando: melhor compreensão dos conceitos matemáticos frente à aplicabilidade; a integração da matemática com outras áreas do conhecimento; estímulo à criatividade na formulação e resolução de problemas; discernimento de valores e concepções dos antepassados; valorização das competências das culturas sociais; realização da pesquisa científica (BIEMBENGUT, 2009).

4. Execução da proposta e alguns resultados

Por meio de encontros anteriores ao início da disciplina de Ciências, Matemática e Realidade do curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, os professores discutiram o cronograma e os procedimentos metodológicos que seriam adotados ao longo das 64 horas/aula.

Com uma perspectiva transdisciplinar o grupo de docentes escolheu como tema-guia a *Nanotecnologia*. A partir deste tema, os 18 estudantes, em dupla, elaboraram uma proposta pedagógica a partir da nanotecnologia aliada a tópicos de seus interesses e conteúdos de Matemática e Ciências para os Anos Finais do Ensino Fundamental ou para o Ensino Médio. Os componentes da proposta foram: introdução, referêncial teórico, atividades pedagógicas, considerações finais e referências. O referencial teórico deveria apresentar as diferentes leituras realizadas ao longo do semestre referentes ao tema-guia e aos tópicos da proposta, as quais deram os subsidios para por em prática a proposta pedagógica. A disciplina organizou-se em dois momentos: explicitação do referencial teórico pelos professores, e desenvolvimento de propostas pedagógicas se utilizando de alguma aplicação de nanotecnologia pelos mestrandos.

No primeiro momento, nas 30 primeiras horas/aula da disciplina, os professores revesaram-se ministrando palestras sobre a perspectiva transdisciplinar e sobre questões que convergiam ao tema-guia. A preocupação foi discutir sobre transdisciplinaridade e realizar atividades, levando em conta que durante a formação inicial de professores, fosse em Química, Física, Biologia ou Matemática, a maioria dos mestrandos não havia tido contanto com alguma experiência transdisciplinar.

No segundo momento, 34 horas/aula, ocorreram duas etapas. Na primeira etapa, 18 horas/aula foram destinadas para elaboração da proposta pedagógica. Os docentes participavam dos encontros percorrendo todas as duplas com esclarecimentos, sugestões e orientações. Nas últimas 16 horas/aulas, em forma de seminários, os mestrandos apresentaram suas propostas pedagógicas, expondo o referencial teórico utilizado, explanando as atividades pedagógica e, quando necessário e possível realizando algumas atividades.

Vale ressaltar, que na formação das duplas solicitou-se um mestrando de cada área, o que facilitaria diferentes olhares no encaminhamento do projeto. Os assuntos escolhidos foram: Nanotecnologia e eletrônicos (Matemática e Biologia); Nanotecnologia e esportes (Matemática e Física); Nanotecnologia e a água do mar (Matemática e Biologia); Nanofarmacus (Química e Biologia); Telhas e nanotecnologia (Matemática e Biologia); Nanotecnologia aplicada a embalagem de alimentos (Matemática e Biologia); Cerâmica e Nanotecnologia: uma evolução na engenharia de materiais (Matemática e Física); Nanocompósitos (Matemática e Biologia) Nanotecnologia e citologia (Matemática e Biologia).

Durante as orientações, evidenciou-se que em alguns assuntos foi mais difícil visualizar conteúdos de diferentes disciplinas, não sendo imediata a integração de mais de duas disciplinas. No início cada dupla, por consequência de sua formação especializada conseguia perceber apenas a sua área de conhecimento, contudo à medida que as discussões se aprofundavam, as propostas iam apresentando aos poucos características interdisciplinares, avançando para uma visão mais transdisciplinar.

Todos os assuntos estavam voltados para problemas atuais. Assim, responder a algumas perguntas baseado-se apenas em uma fração do conhecimento, tornava-se cada vez mais difícil. Os mestrandos eram incentivados a integrar saberes e competências adiquiridas

ao longo da sua formação acadêmica, ultrapassando os limites do seu conhecimento especializado na busca de uma atitude transdisciplinar.

5. Considerações Finais

Nessa pesquisa objetivou-se analisar dificuldades e possibilidades de mestrandos de Educação em Ciências e Matemática elaborar uma proposta pedagógica para estudantes de Educação Básica integrando conteúdos matemáticos, físicos, químicos e biológicos numa perspectiva transdisciplinar. As dificuldades encontram-se: na duração da disciplina (64 h/a) não é suficiente para suprir todas as possíveis lacunas deixadas pela formação do professor e na disponibilidade da maioria dos mestrandos para efetuar um estudo complementar, fora dos limites da disciplina; e as possibilidades situam no interesse de alguns mestrandos que já atuam como professores da Educação Básica em aprender para mudar suas práticas, a despeito das dificuldades que possam surgir.

Os cursos de pos-graduação em Educação primam por levar o professor-mestrando a refletir sobre as questões educacionais e sugerir algumas ações pedagógicas que possam melhorar o desempenho de seus respectivos estudantes. Essa proposta na disciplina Ciências, Matemática e Realidade deste Mestrado em Educação em Ciências e Realidade surgiu de resultados de pesquisas dsos professores responsáveis pela disciplina, cujos dados empíricos advieram de práticas de sala de aula. Por exemplo, as pesquisas realizadas se utilizando da modelagem matemática na Educação Matemática mostram que os estudantes outra visão da matemática, da realidade que o cerca, do conhecimento.

Como os mestrandos dessa disciplina foram capazes de elaborar propostas pedagógicas, mesmo que estejam aquém do que poderiam realizar supõe-se que mesmo não dispondo de apoio para utilizar a modelagem matemática em todas suas práticas de sala de aula, outro entendimento e outra ação devem surtir em suas ações pedagógicas.

Os fatores que podem contribuir para o professor de matemática não alterar sua prática apesar das dificuldades apresentadas por muitos dos estudantes, são: as multiocupações que a maioria desses mestrandos-professores está envolvida devido aos interesses e as necessidades diversas, os desinteresses de muitos estudantes em todos os níveis por aprender, e as prescrições nas políticas educacionais. Uma mudança da magnitude enfrentada requereria um comprometimento das autoridades para uma reestruturação das escolas de todos os níveis, levando os professores a terem necessidade de alterar suas práticas e os estudantes interesse em aprender.

Se o pesquisador olhar para um longo período de tempo atrás, pode traçar as continuidades que levaram e levam a quase nenhuma mudança significativa no processo de ensino e aprendizagem no sistema Educacional brasileiro ou americano. Se espera contribuir com o processo educacional, será preciso que cada professor ou pesquisador seja capaz de retificar, continuamente a Educação e sem emenda transformar o conhecimento científico para atender às novas exigências emergidas e inesperadas a cada momento e ainda, ter opções para estender outros campos de interesses ou afins (BIEMBENGUT, 2009).

Traçados assim os limites, é possível extrair alguns princípios gerais concernentes a ação pedagógica do professor e proporcionar algumas perspectivas que possa impulsionar mudanças, ainda que lentas, na Educação Matemática. As idéias acumuladas nesta pesquisa permitiram, melhor compreensão de cada variável analisada, alimentando os resultados de suas experiências que permitirão criar novos sentidos, outro ponto-referência para que realize novo percurso.

Na dificuldade momentânea de transformar a estrutura educacional vigente, a proposta é convocar professores pesquisadores de Educação Matemática a continuar a busca por caminhos, processos e métodos necessários para adquirir conhecimentos à manutenção da vida e mais, para instigar o interesse e a necessidade de professores e estudantes para esta causa.

6. Referências

Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino Aprendizagem com Modelagem Matemática*. São Paulo: Contexto.

Biembengut, M. S. (2004). *Modelagem Matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática*. 2ª ed. Blumenau.

_____. (2009). *Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem Matemática na Formação Continuada dos Professores*. Relatório de Pesquisa – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Brasil. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=414>. Acesso em: Julho de 2009.

D' ambrosio, U. (1997). **Transdisciplinaridade.** São Paulo: Palas Athena, 1997.

Lara, I. C. M. (2007). *Exames Nacionais e as 'verdades' sobre a produção do professor de matemática.* Porto Alegre: UFRGS, 2007. 248f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Levy, P. (1995). *A Inteligência Coletiva*. São Paulo: Loyola.

Maturana, H. R.; Varela, F. G. (2001). *A Árvore do Conhecimento*. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena.

APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO

Vílchez Báez Ángel Andrés
Universidad del Zulia, Venezuela.
angelvilchez1501@gmail.com

Resumen
En el contexto del conocimiento profesional de los docentes de matemática se analizó el papel que juegan las teorías sobre el aprendizaje de la geometría en la construcción del conocimiento didáctico del contenido de estos docentes. Esta investigación se realizó asumiendo los principios de la etnografía educativa en el marco en la metodología cualitativa, aplicada a un estudio de casos. Para el desarrollo se contó con la participación de cinco docentes en formación de la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física de la Universidad del Zulia, Venezuela. La información se obtuvo a través de, dos entrevistas a cada participante, la observación de las clases de matemática donde enseñaron contenidos de geometría y el análisis de los planes de clases. Como principal hallazgo se tiene que los docentes desconocían dichas teorías y desarrollaron clases tradicionales, se recomienda revisar plan de formación.

Palabras claves: Aprendizaje de la geometría, Conocimiento didáctico, Geometría.

1.- Introducción

En el presente reporte se desarrolla la experiencia obtenida durante una investigación que abordó el estudio de la construcción de conocimiento didáctico del contenido, en el marco del conocimiento profesional del docente, por parte de docentes en formación de matemática, específicamente, en el ámbito referido a las teorías sobre el aprendizaje de la geometría. Correspondiente al programa de matemáticas de séptimo grado de educación básica.

Durante el desarrollo se presentan, en primera instancia, las teorías de referencias utilizadas, las cuales consideran el conocimiento profesional del docente, conocimiento didáctico del contenido, aprendizaje de la geometría y su enseñanza correspondiente y los contenidos de geometría que se deben trabajar en el correspondiente año escolar.

En la segunda parte se presenta una breve reseña de cómo se desarrollo el trabajo, el propósito que lo guió, como se obtuvo la información y los hallazgos.

2.- Conocimiento Didáctico del Contenido

Intentar ubicar la aparición del concepto de conocimiento didáctico del contenido, dentro de las complejas estructuras del campo educativo, obliga a remontarse a la década de los ochenta, cuando se planteaban amplias reformas en los sistemas educativos de los estados que conforman a los Estados Unidos de Norteamérica. En este contexto marcado por las discusiones e investigaciones, el profesor Lee S. Shulman, de the *Stanford University*, publicó los artículos: Those who understand: knowledge growth in teaching. (1986) y Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform (1987), en los cuales abordó el proceso educativo desde su experiencia e investigaciones. En el desarrollo de estos artículos, es el primero en plantear un análisis sobre lo que él denominó el conocimiento base para la enseñanza, en el cual distingue

siete categorías, y una de éstas la presenta con el nombre de conocimiento de contenido pedagógico, llamado posteriormente conocimiento didáctico del contenido.

El concepto que originalmente presentó Shulman fue "Pedagogical Content knowledge", sin embargo Marcelo en el 1993, lo adopta como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), por considerar que de esta forma expresa con mayor rigor semántico el significado de dicho concepto (Nemiña y col, 2005).

A manera de introducción del concepto de conocimiento didáctico del contenido se puede asumir la posición de Marcelo (2005), el cual afirma que en el contexto actual,

> "existe un acuerdo generalizado respecto a la necesidad de que los formadores posean un conocimiento adecuado del contenido que han de enseñar. Estamos, además, en presencia de un debate abierto sobre qué tipo de conocimiento disciplinar deben poseer los profesores. Al respecto se ha argumentado, en primer lugar, que los profesores necesitan conocer menos acerca del contenido que otros especialistas en la misma materia: necesitan conocer lo que el curriculum y los libros de texto requieren. En segundo lugar, se ha apuntado lo contrario: que los profesores necesitan conocer más que otros sobre su materia, particularmente, cuestiones referidas a normas sociales, así como a la utilidad y relevancia para la vida cotidiana. Por último, se argumenta que el conocimiento de los profesores ha de ser diferente, puesto que debe ser explicito. Los que comparten este planteamiento afirman que el conocimiento disciplinar de los profesores es diferente en la medida en que es un conocimiento para ser enseñado, de ahí que debe organizarse no sólo en función de la propia estructura disciplinar, sino pensando en los estuantes a los que va dirigido". (p. 54)

Esta última posición en el debate parece lo deseable en el proceso de enseñanza de cualquier materia, sin embargo ¿cuál categoría del conocimiento que los profesores deberían poseer, puede ayudar a que los docentes respondan en forma adecuada, a las exigencias de dicho proceso?: entre las categorías del conocimiento del profesor,

> "el conocimiento didáctico del contenido adquiere particular interés porque identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza. Representa la mezcla entre materia y didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los estudiantes, y se exponen para su enseñanza.
>
> El conocimiento didáctico del contenido es la categoría que, con mayor probabilidad, permite distinguir entre la comprensión del especialista en un área del saber y la comprensión del pedagogo" (Shulman, 2005, p. 11).

Por otra parte se encuentra la descripción que hace Marcelo (2005, p. 54) de esta categoría del conocimiento profesional de los profesores:

> "el conocimiento didáctico del contenido aparece como un elemento central de los saberes del formador. Representa la combinación adecuada entre el conocimiento de la materia a enseñar y el conocimiento pedagógico y didáctico referido a como enseñarla. El conocimiento didáctico del contenido, como línea de investigación, representa la confluencia de esfuerzos de investigadores didácticos con investigadores de materias específicas preocupados por la formación del profesorado. El conocimiento didáctico del contenido nos dirige a un debate en relación con la forma de organización y de representación del conocimiento, a través de analogías y

> metáforas. Plantea la necesidad de que los profesores en formación adquieran un conocimiento experto del contenido a enseñar, para que puedan desarrollar una enseñanza que propicie la comprensión de los estudiantes"

Esta es la idea central que encierra el concepto de conocimiento didáctico del contenido, el cual es importante para la investigación educativa actual, ya que, en su concepción, atiende la acción docente antes, durante y después de la actividad de enseñanza, y aun más, brinda la posibilidad de ir adecuando los programas de formación de profesores a las necesidades de la sociedad. Esta concepción fue referencia fundamental en el desarrollo de la investigación que acá se presenta y por tanto los elementos que conforman el conocimiento didáctico del contenido fueron referentes para acciones a tomar en búsqueda de la información pertinente.

Para cerrar el punto de la idea general del conocimiento didáctico del contenido, se hace mención a la posición que últimamente asumen algunos investigadores que consideran que es suficiente el nombre de conocimiento didáctico, debido a que en la educación el contenido trabajado ya es pedagógico, y al hablar de conocimiento didáctico ya está implícito un contenido, al respecto se tiene la siguiente posición, "la formación de profesores debería pasar de preocuparse por desarrollar en los futuros profesores estrategias para convertir en pedagógico un contenido que supuestamente no lo es, a reconocer el carácter inherentemente pedagógico de este contenido" (Gómez, 2007, p. 107).

3.- Aprendizaje de la geometría (Construcción del conocimiento geométrico)

La investigación educativa ha presentado varias posibilidades de abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geometría. Coincidiendo con lo expuesto por, Pérez (2002), Alsina, Burgués y Fortuny, (1997) y Alsina, Fortuny y Pérez (1997) se asumió que uno de los modelos más acertado sobre el aprendizaje de la geometría es el presentado por Pierre y Dina Van Hiele. Este modelo sostiene que una persona frente a una actividad de tipo geométrico, se encuentra en uno de los cinco niveles de pensamiento siguiente:

- Nivel 0: los individuos sólo reconocen figuras globalmente. No reconocen sus partes ni sus componentes. No explicitan las propiedades determinantes de las mismas. Pueden, sin embargo, reproducir una copia de cada figura particular o reconocerla.
- Nivel 1: los individuos pertenecientes a este nivel pueden analizar las partes y propiedades particulares de una figura. Las propiedades se establecen experimentalmente.
- Nivel 2: determinan las figuras por sus propiedades. Se pueden comprender las definiciones que describen las interrelaciones de las figuras con sus partes constituyentes.
- Nivel 3: pueden desarrollar secuencias de proposiciones para deducir una propiedad de otra.
- Nivel 4: están capacitados para analizar el grado de rigor de varios sistemas deductivos. Pueden apreciar la consistencia, la completitud e independencia de los axiomas de una geometría.

El nivel de pensamiento que posea cada educando le posibilita construir las representaciones mentales que reestructuran, progresivamente, su conocimiento sobre la geometría, si el docente de matemáticas puede reconocer el nivel en el cual se

encuentra cada uno de los estudiantes que atiende, puede actuar con pertinencia en su intención de lograr que sus discípulos aprendan geometría.

Desde el inicio de la presentación de este trabajo se dijo que la situación problemática que se abordó estaba ubicada en el campo de la enseñanza de las matemáticas, particularmente en el área de la geometría. En consecuencia, los profesores encargados de enseñar esta materia deben tener las competencias que les permitan realizar con éxito esta labor.

En una situación ideal los mas capacitados de una sociedad, los que tienen mejor dominio de una materia, deberían ser los docentes (Tonucci, 1995), por tanto los profesores de matemáticas deberían tener, entre muchas otras, competencia matemática. ¿Que se entiende por esta última?, una versión que aborda lo que se puede entender sostiene:

> "competencia matemática, es una capacidad del individuo para identificar y entender la función que desempeñan las matemáticas en el mundo, emitir juicios fundados y utilizar y relacionarse con las matemáticas de forma que se puedan satisfacer las necesidades de la vida de los individuos como ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos" (OECD, 2006)

La geometría como área del conocimiento matemático, exige de los docentes que la enseñan, las mismas competencias que se piden en cualquier tópico del área.

Sin embargo, para los docentes de matemática que respetan el espacio que debe ocupar la geometría en las clases, la enseñaza de estos contenidos implica un compromiso de planificación y uso de estrategias que se adecue a las condiciones cognitivas y académicas de sus estudiantes. La tarea de conocer a sus discípulos, antes de decidir la forma de abordar la enseñanza de geometría, es ineludible para los docentes, ya que "sólo con la complicidad del profesorado será posible que todos los educandos tengan la oportunidad de vivir "su" aventura geométrica" (Alsina, Fortuny y Pérez, 1997)

Además de lo placentero que puede ser para un estudiante tener la oportunidad de disfrutar el estudio de la geometría, esta actividad puede generar en el estudiante grandes beneficios, esto se puede afirmar porque la investigación educativa ha demostrado que:

> "Mas allá del contenido particular de este conocimiento, más que otras áreas en Matemáticas, puede utilizarse para descubrir y desarrollar diferentes formas de pensamiento. Esta debe ser una meta esencial en la enseñanza de la geometría. Se debe conseguir una mayor comprensión y una práctica equilibrada de sus procesos cognitivos esenciales. Lo que significa que se requieren situaciones específicas de aprendizaje para coordinar y diferenciar los distintos tipos de procesos de visualización y razonamiento (Duval, 1998, p. 51).

4.- Figuras geométricas planas

Para presentar este concepto se inicia con los elementos que caracterizan a las figuras (Duval, 2004, p.157), al respecto se entiende que:

> "Para que pueda haber figura o gráfico es necesario que haya un contraste sobre un soporte material homogéneo (hoja de papel, pantalla de video…), de manera que se destaque alguna cosa identificable en tal campo perceptivo. El contraste, primer elemento de toda representación visual, forma una "mancha visible", o más precisamente, "la implantación" de una

mancha visible. Esta implantación es susceptible de algunas variaciones visuales que pueden agruparse en dos grandes tipos:
- El tipo de variación ligado al número de dimensiones: 0 (un punto), 1 (una línea) o 2 (un área),
- El tipo de variaciones cualitativas: variaciones de forma (línea recta o línea curva; contorno abierto o contorno cerrado de un área), variaciones de tamaño, de orientación (en relación con el plano frontal-paralelo), variaciones de graduación de color, etc.

Estas distinciones permiten definir los elementos constitutivos de una figura: Toda figura aparece como la combinación de valores para cada una de las variaciones visuales de estos dos tipos, dimensionales y cualitativas. A partir de allí, es fácil determinar los elementos que van a funcionar como unidades de base representativa, es decir, como unidades figurales elementales".

Tomando como referente esta caracterización de las figuras y considerando las características del plano geométrico, se procedió a nombrar o definir, según fuera el caso, las figuras geométricas planas según Galdós (2005). Además, como contenidos matemáticos, estos son los mismos que se presentan en el Programa de Estudio y Manual del Docente, tercera etapa de Educación Básica, asignaturas Matemática y Física de la República de Venezuela (Ministerio de Educación, 1987), donde se ubican los contenidos de geometría, propuestos por la división de currículo, para ser estudiados en los cursos de matemática correspondientes al séptimo grado de esta etapa de la educación venezolana.

- Como elementos incluidos en el plano se encuentran el punto (0 dimensión) y las líneas recta y curvas (1 dimensión).
- Como figuras geométricas planas como tal se destacan las siguientes:
  - Ángulos: es la abertura formada por dos semirrectas con un mismo origen denominado vértice.
  - Polígono: porción del plano limitada por una línea poligonal cerrada.
  - Triángulo: porción de plano limitada por tres rectas que se cortan dos a dos.
  - Cuadrilátero: polígono de cuatro lados.
  - Circunferencia: es una curva cerrada cuyos puntos están en un mismo plano y a igual distancia de otro punto fijo que se llama centro.

Estas definiciones de figuras geométricas planas, se plantean para tener un referente teórico que permita contrastar con la información que se obtuvo en la investigación. Sin embargo, estas figuras pueden tener otras definiciones y desde otras perspectivas, por ejemplo, las mismas se pueden plantear desde la concepción de un lugar geométrico.

5.- Obtención, análisis de la información y hallazgos.

Bajo este marco referencial teórico se planteó la necesidad de analizar el papel que están jugando las teorías sobre el aprendizaje de la geometría en la construcción del conocimiento didáctico del contenido del docente de matemáticas.

Para cubrir este propósito se conversó con docentes de matemáticas profesionales y con docentes en formación de matemáticas que estén próximos a graduarse, sin embargo, sólo se pudo contar con la participación de cinco docentes informantes, los cuales estaban cursando el último semestre de la Licenciatura en Educación, mención Matemática y física (no quiso participar ningún graduado).

Se trabajaron los contenidos de geometría que deben enseñarse en el séptimo grado de Educación Básica, por lo tanto se realizaron reuniones con los docentes informantes para explicarles las actividades que se realizarían durante la ejecución de la investigación y como seria su participación.
En primer lugar se solicitó a cada docente que facilitara los planes de las clases de geometría que proyectaba realizar en el séptimo grado, a los mismo se le aplico un análisis de documentos.
La segunda acción consistió en grabar las clases de geometría de cada uno de los informantes en un registro audio visual bajo la técnica de la observación de clases.
Finalmente a cada docente en formación de matemática se le aplicaron dos entrevistas que se construyeron considerando el propósito, las teorías de referencia y la información obtenida en las dos primeras acciones.
El proceso de triangulación de la información obtenida se evidenció la presencia de diversas situaciones entre las cuales se pueden destacar:

- Los informantes no conocían la existencia de modelos que presenten, de forma estructurada, el proceso de construcción del conocimiento geométrico y por tanto, trabajaron los contenidos de geometría sin considerar modelos alguno y asumiendo como prioridad las estrategias presentadas por el libro de texto. Esta situación mostró que los docentes en formación de matemática desconocen la existencia de condiciones específicas, en la evolución cognitiva del sujeto que aprende geometría.
- Para presentar los contenidos de geometría se utilizaron varias estrategias, las cuales respondían a las concepciones de cada uno de los docentes participantes, sin embargo, todos ellos le dieron poco valor a los conocimientos previos de los estudiantes y, en mayor o menor medida, terminaron imponiendo las definiciones presentadas en el libro de texto, sin detenerse a contrastarlas con las concepciones de los educandos. De esta forma los docentes fueron presentando los contenidos de geometría.
- Las clases de geometría fueron presentadas en un formato que considera las etapas de inicio, desarrollo y cierre, tal cual se puede hacer con cualquier contenido de otra área del conocimiento y en ningún momento, los docentes participantes, mostraron conocer la existencia de modelos que presentan fases particulares para la enseñanza de la geometría.
- El término punto fue considerado, por todos los docentes participantes, como parte de los conocimientos que tenían bien consolidados los estudiantes.
- Los conceptos de línea recta y línea curva fueron utilizados como parte de los contenidos geométricos enseñados por los docentes en formación de matemática, sobre todo en la presentación de contenidos referidos a la circunferencia, los cuales desarrollaron todos los participantes. La presentación de contenidos de geometría no implicó, que los docentes se detuvieran a verificar que las concepciones de línea, recta y curva, que los estudiantes poseían, fueran compatibles con la definiciones presentadas en los libros de texto, todo lo contrario, se observo que uno de los informantes utilizó erróneamente estas definiciones.
- Como figuras geométricas planas se estudió la circunferencia, en las clases de todos los docentes participantes y en sólo dos de los casos considerados, se estudiaron los ángulos relacionados con la circunferencia.
- Ninguno de los docentes observados trabajo los contenidos referidos a polígonos, aunque en el programa oficial se consideran previo al estudio de la circunferencia,

sin embargo, el libro de texto utilizado presenta primero el tema referido a la circunferencia.

- Los informantes no mostraron elementos que permitan considerar que durante su formación profesional estudiaron teorías referidas a la enseñanza y al aprendizaje específico de la geometría.

6.- Referencias bibliográficas.

- Alsina, C.; Burgués, C. y Fortuny, J. (1997) Invitación a la didáctica de la geometría. Matemática, Cultura y Aprendizaje. Cuarta edición. Editorial Síntesis. Madrid. España.
- Alsina, C.; Fortuny, J. y Pérez, R. (1997) ¿Por qué geometría? Propuestas Didácticas para la ESO. Editorial Síntesis. Madrid. España.
- Duval, R. (1998) Geometry from a cognitive point of view. En Mammana C. y Villani V. (editores). Perspectives on the teaching of Geometry for the 21st Century. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Duval, R. (2004). Semiosis y pensamiento humano. Registros Semióticos y aprendizajes intelectuales. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía. 2da edición. Santiago de Calí. Colombia.
- Estepa, J. (2000) La investigación sobre el conocimiento profesional de los profesores para enseñar ciencias sociales. Universidad de Huelva. España. Disponible en: www.ua.es/didáctica/número8/simposiumhtml. Recuperado el 15 de junio de 2007.
- Gómez, P. (2007) Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Universidad de Granada. Departamento de didáctica de la matemática. Granada. España. Tesis Doctoral.
- Marcelo, C. (1993) Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido, en Montero, L y Vez, J.M. (Eds). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado.* Santiago de Compostela, Tórculo.
- Marcelo, C. (2005) "La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar". En: Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales. Gerardo Perafán y Agustín Adúriz - Bravo. Compiladores. 2da edición. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.
- Nemiña, R.; García, H. y Montero, L. (2005) La investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido en la educación física. Universidad de Santiago de Compostela. www.feadef.iespana.es/valladolid/pdf Recuperado el 15 de junio de 2007.
- Organisation for economic co-operation and development (2006) Programme for Internacional Student Assessment. Disponible en www.institutodeevaluaciones.mec.es/contenidos/noticias/marcosteóricos.pdf Recuperado el 04 de febrero de 2009.
- Pérez, R. (2002) "Construir la geometría". En: En: La geometría de las ideas del espacio al espacio de las ideas en el aula. Antonia Dornés (compilador). Editorial Laboratorio Educativo. Claves para la innovación Educativa. Grao. España.

- Shulman, L. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher. 15(2), pp 4-14.
- Shulman, L. (2005) Conocimiento y enseñanza. Fundamentos de la nueva reforma. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, (2.) Disponible en: www.ugr.es//local//recfpro/Rev 92ART2.pdf. Recuperado el 15 de junio del 2007.
- Tamir, P. (2005) Conocimiento profesional y personal de los profesores y de los formadores de profesores. Profesorado. Revista de currículo y formación del profesorado, 9,2. Disponible en: www.ugr.es//local//recfpro/Rev 92ART2.pdf. Recuperado el 15 de junio del 2007.
- Tonucci, F. (1995) Con ojos de maestro. Editorial Troquel S.A. Buenos aires, Argentina.

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP), PROPUESTAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Patricia Rojas Salinas
Universidad Tecnológica de Chile, INACAP, sede Chillán. Chile
paesrojas@gmail.com

Resumen
Basado en los deficientes resultados en el aprendizaje del Cálculo tanto, a nivel nacional como internacional, es que se torna urgente el revisar, contenidos y la metodología que se ha utilizado en algunos casos por más de 20 años. Además es necesario generar una metodología que permita al alumno encontrarse con la contextualización y provocar un aprendizaje significativo.
La Investigación exhibe una unidad didáctica, que permite enseñar en simultáneo Derivadas e Integrales; representa un Cambio Curricular de suma importancia; mediante el trabajo centrado en el alumno usando el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
El diseño de ésta investigación es Cuasi-Experimental, la metodología utilizada fue la de grupo de control y experimental, entre los resultados más importantes, encontramos que al aplicar el pos-test el grupo experimental obtuvo un mejor promedio en el contenido de derivadas e integrales.

Palabras clave: Enseñanza del Cálculo; Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Significativo

1. Introducción

En la enseñanza de la matemática nos encontramos con múltiples dificultades que van desde los errores de preconceptos por parte de los alumnos hasta el mal manejo didáctico por parte de los profesores.
El problema nace de la revisión de los programas de la asignatura de Cálculo y el intento por años, usando distintas estrategias metodológicas de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje observando el registro del rendimiento de los alumnos esperando obtener algún cambio.
Tras la revisión bibliográfica se encuentra que el problema es mayor de lo que se pensaba y nos encontramos con la necesidad de revisar el ordenamiento tradicional de los contenidos, luego de intentar rotar los conceptos y enseñar primero Integrales y luego derivadas con un nuevo intento fallido, aparece la necesidad de investigar que sucede si se enseña Derivadas e Integrales en simultáneo; se crea una definición más complementaria que presenta la Derivada y Antiderivada como inversas y la posibilidad de al Integrar un polinomio inmediatamente comprobar el resultado derivando, así se torna más sencillo la representación gráfica y se presentan rápidamente todas las propiedades y teoremas, porque no podemos olvidar que El concepto de Matemática para la Vida necesita de una pronta aplicación y contextualización de los elementos antes mencionados.

2. Diseño y Metodología

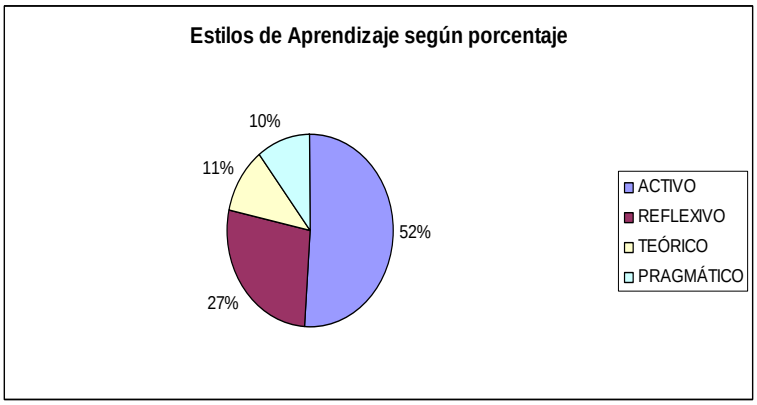
El diseño de ésta investigación es Cuasi-Experimental, de dos grupos con Pre y Post Test a ambos grupos. Para efecto de la investigación la primera variable es la que

corresponde a la nueva Modalidad Curricular de entregar los contenidos de Derivadas e Integrales en simultáneo, versus la Modalidad Curricular Tradicional que los entrega por separado representando estas una variable categórica; por otro lado la segunda variable interviniente, corresponde al rendimiento, que representa una variable intervalar. Para desarrollar el experimento se trabajó con los alumnos de Tercer año de Ingeniería en Informática de la Universidad Tecnológica de Chile, INACAP, sede Chillán, que cursan la asignatura de Cálculo en 2009, éstos se separaron en dos grupos: Grupo control y Grupo Experimental, grupos que tienen los mismos conocimientos previos que corresponden a los temas de Sucesiones y Límites, elementos necesarios para poder implantar la nueva metodología y la comparación con la tradicional.
Como los sujetos se asignan al azar a los grupos, a éstos se les aplica simultáneamente el pre-test; un grupo recibe el tratamiento experimental y el otro no (es el grupo de control); por último, se les administra, también simultáneamente un post-test.
El principal interés de esta investigación es enseñar las Derivadas en simultáneo con las Integrales y verificar su efecto en el rendimiento. Antes de aplicar este cambio metodológico, se aplica Test CHAEA, es un test que contiene 80 preguntas que se deben marcar entre cuestiones con más presencia y menos presencia, define la presencia de estilos de aprendizaje; los separa en: Activo, Reflexivo, Teórico, Pragmático el objetivo es conocer como aprenden los alumnos para generar buenos equipos de trabajo Colaborativo, ya que en el grupo de control se aplicará este cambio curricular usando la Metodología del ABP(El Aprendizaje Basado en Problemas, es uno de los métodos de enseñanza- aprendizaje que ha tomado más arraigo en las instituciones de educación superior en los últimos años, se observa un proceso inverso al aprendizaje tradicional, Mientras tradicionalmente primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, en el caso del ABP primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema.
El enfoque de la investigación es cuantitativo, Según Roberto Sampieri (2003): "Es el que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento" (Pág. 6). Es decir, se analizarán registros de rendimiento, análisis de datos de Pre y Post test.
El estudio será de tipo explicativo, Según Roberto Sampieri (2003) "Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian".(Pág.124), es decir, en la presente investigación lo que se pretende es ir más allá de la propia descripción de la enseñanza tradicional del cálculo, sino responder a las causas del mal rendimiento, el por qué ocurre y en qué condiciones se da.

3. Resultados

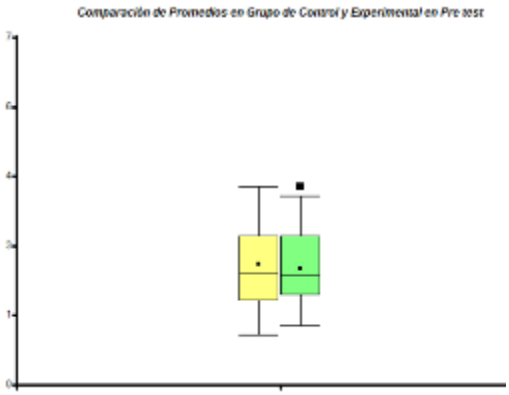
El test CHAEA fue aplicado a los 60 alumnos (La aplicación del test aparece como un objetivo emergente luego de iniciada la investigación por lo que no se presenta en el planteamiento de los objetivos iniciales, no obstante fue un mecanismo de mucha ayuda al momento de designar los equipos de trabajo en las clases prácticas).
Se presenta un gráfico con la separación del alumnado según su estilo de aprendizaje.

Gráfico Nº1: Alumnos según su estilo de aprendizaje



Al observar el gráfico se observa un gran porcentaje con la presencia de un estilo de aprendizaje activo, lo cual valida la planificación usando metodologías activas, sin embargo no podemos dejar de lado los demás estilos y el desafío se presenta en mezclar éstos de manera que todos desarrollen la mayor cantidad de estilos y complementen el trabajo. Fue de gran importancia subir el porcentaje de alumnos pragmáticos que por su habilidad de llevar la teoría a la práctica también funcionarán teóricamente bien en una metodología de ABP.
Posterior a la aplicación de CHAEA y luego de comunicar a los alumnos de su estilo de aprendizaje es que se aplica el pre test, los resultados se presentan como sigue:

Grafico Nº2: Comparación de Promedios en Pre test.



Gráficamente la información de Pre test se observa muy similar en promedio y media.
Posterior a la aplicación del Pre Test se desarrollan los contenidos de Derivadas e Integrales, al grupo de Control usando Metodología de Tipo Tradicional y con el modelo de ordenamiento de contenidos que siempre se ha usado y al grupo Experimental mezclando las metodologías de tipo tradicional con el uso de ABP y el con el cambio Curricular es decir enseñando derivadas en Simultáneo con Integrales.
Al finalizar el proceso se aplica el Post test y los resultados se presentaron como sigue:

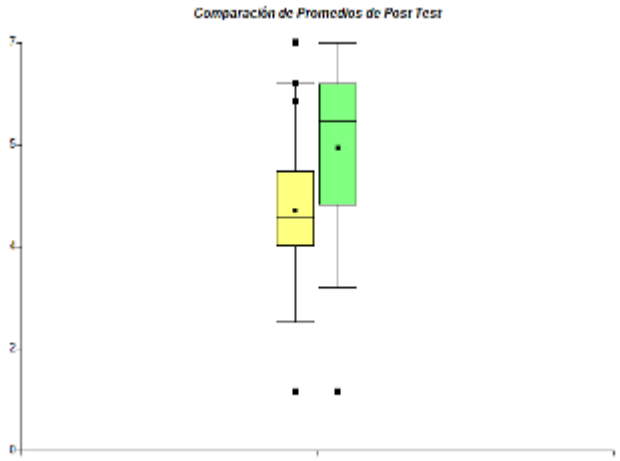
La siguiente tabla presenta un compendio de medidas de resumen entre Pre y Post test para grupos Control y Experimental:

Tabla Nº 1: Medidas de resumen Descriptivas para Pre y Post Test.

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Var(n)	CV	Mín	Máx	Mediana
Pre Test Control	30	2,43	0,84	0,70	0,68	34,43	1,00	4,00	2,25
Pretest Experimental	30	2,34	0,76	0,58	0,56	32,54	1,00	4,00	2,20
Post Test Control	30	4,11	1,27	1,61	1,56	30,88	1,00	7,00	4,00
Postest Experimental	30	5,20	1,46	2,13	2,06	28,08	1,00	7,00	5,65

Válido es mencionar que, en ambos casos existe una entrega de contenidos y ya sea usando orden y metodología tradicional por razones obvias los resultados entre pre y post test por separado para cada grupo deben subir, no obstante si analizamos por test se observa mayor diferencia entre los resultados del grupo de control.
En el grupo de Control la diferencia entre un 2,43 a un 4,11 de promedio y en le grupo Experimental de un 2,34 a un 5,20 de promedio.
La representación gráfica del post test como sigue:

Grafico Nº 3: Comparación de Promedios en Post Test



Diferencia observable entre resultados de post test para grupo experimental y de Control.
Como se menciona anteriormente es muy valioso el informar de los resultados de la investigación a todos los entes involucrados en especial a los alumnos, por esto se entrega la representación de resultado por persona tanto para el grupo de Control como para el grupo Experimental.
Finalmente para validar la Hipótesis se desarrolla el siguiente análisis:

Prueba Mac-Nemar para el Grupo de Control y Experimental y Wilcoxon:

Wilcoxon para Muestra Post Test
Se desea reconocer si existen diferencias significativas entre los Grupos Experimental y de control en el Post Test. Para analizar se recurre a la prueba de Wilcoxon en la que se analizan los resultados de la evaluación.

Tabla Nº 2: Representación Wilcoxon

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DS(1)	DS(2)	W	p(2 colas)
Post test	Notas	G. C	G. E	30	30	4,11	5,20	1,27	1,46	719,50	0,0038

Al ser de dos colas, para aceptar H_1, el valor de p debe ser menor que 0,025; pero como podemos observar en la figura anterior el valor es 0,0038 que lo hace mucho menor. La probabilidad de 0,0038 es menor que 0.025, por lo cual se acepta H_1 y se rechaza H_0 .Es decir, Existe diferencia estadísticamente significativa entre las notas del grupo de control respecto al experimental. Sumando a los resultados anteriores podemos mencionar que se valida la hipótesis inicial que usando el Cambio Curricular y metodológico que es enseñar Derivadas e Integrales en simultáneo se mejora el rendimiento de los alumnos.

4. Conclusiones

En la enseñanza de la matemática nos encontramos con múltiples dificultades que van desde los problemas de preconceptos por parte de los alumnos hasta problemas de mal manejo didáctico por parte de los profesores.

Una vez claros la nueva representación curricular es necesario pensar en el tipo de metodología, diremos la más adecuada para trabajar dichos conceptos y si bien es claro que no existe una receta y que no se debe dejar de lado la metodología tradicional nos encontramos con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), método de enseñanza-aprendizaje que ha tomado más arraigo en las instituciones de educación superior en los últimos años. El ABP, es un método que es posible utilizar en la mayor parte de las disciplinas y si lo observamos como una técnica didáctica, al ser utilizado en combinación con otras técnicas se predice un mejor aprendizaje.

Con la claridad del cambio curricular y la elección de la metodología aparece la creación de la planificación de una unidad didáctica que permita entregar los contenidos de la forma antes descrita.

Dentro del desarrollo se validó una prueba que sirvió de Pre y Post Test aplicada anteriormente a 105 estudiantes de cálculo lo que entregó un Kuder-Richarson de 93%, continuando así con el proceso de la investigación, una vez identificada la población se solicita realizar separación aleatoria de un curso original de 60 alumnos para luego tener un grupo de Control y el Experimental. Luego de la aplicación de la prueba que para efectos de la investigación representa el Pre y Post Test, si bien no se presentó en los objetivos inicialmente se aplicó test CHAEA que mide estilos de aprendizaje, la idea central de ésta aplicación es identificar los estilos para luego generar una buena conformación de los grupos de trabajo.

Otro factor que se observa al trabajar éste cambio curricular es la mayor facilidad para la búsqueda de la contextualización por parte del profesor ya que dentro de los ejemplos, por ejemplo en el área de la administración y economía, los conceptos que se trabajan siempre van enfrentando derivadas e integrales.

Una vez terminado el proceso planificado para la entrega de contenidos se aplica el Post test y lo que observamos es un aumento en el rendimiento del grupo Experimental respecto al de control según el gráfico 7.

Se puede concluir que gracias a la nueva planificación hay un mejor aprovechamiento del tiempo, que no significa una reducción de horas de trabajo para el profesor en el aula sino la posibilidad de tener más momentos para las aplicaciones.

En la tesis se ha enfrentado el problema de enseñar Derivadas e Integrales ya no de manera tradicional, sino realizando un proceso simultáneo. Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje los alumnos se presentan más motivados a participar de todo el proceso.

Para lograr un buen aprendizaje por parte de los alumnos, es este quien debe ser el actor principal y el profesor en la mayoría de los casos sólo un guía. Dentro del proceso el alumno debe aprender a elaborar sus propios procedimientos para llegar al resultado, debe aprender a resolver problemas por sí mismo y también a discutir con otros.

La enseñanza del Cálculo, no tiene por que desarrollarse utilizando metodología tradicional. Aprendizaje Basado en Problemas, Método PEER, Preguntas Creativas, Actividades de Aprendizaje; son algunas propuestas de enseñanza centrada en el Alumno.

Es muy conveniente, aplicar las definiciones, teoremas y postulados sobre Derivadas e Integrales en la solución de problemas sobre algún contexto, pues permiten al alumno conectar su aprendizaje con su entorno.

Para desarrollar una Unidad Didáctica, no basta con la experiencia y años de investigación respecto a la Enseñanza del Cálculo, sino además se necesita de la actualización en Metodologías y Didáctica de la Enseñanza de las Ciencias.

Enseñar y Aprender, Derivadas e Integrales en simultáneo puede permitir un mejor aprovechamiento del tiempo y permitirnos como planificadores una mejor utilización de éste, si bien es muy cierto que en un inicio el trabajo es mucho más complejo que trabajar con metodologías tradicionales o enseñar como curricularmente están dispuestos y distribuidos los contenidos, con el paso del tiempo nos damos cuenta que los conceptos se van descubriendo y conectando de forma mucho más rápida que lo habitual.

Antes de aplicar una nueva metodología es necesario presentar a los alumnos el nuevo modelo, la forma en que se trabaja, la forma en que se va a evaluar, etc, permitiendo al alumno el conocer el objetivo de las actividades de clase y clarificar que el uso de nuevas metodologías pretenden tenerlo a él como eje central y que el profesor pase a ser un guía.

Además al trabajar con ABP se potencia el trabajo en equipo, permitiendo que el alumno desarrolle habilidades sociales que en una metodología tradicional se presentan en menor medida y en algún caso son nula.

5. Referencias y bibliografía

Artigue, Douady, Moreno y Gómez,(1995) La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. Ingeniería didáctica en educación matemática. Ithaca: Cornell University.

Ausubel, D: (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Paidós. Barcelona.

Bernasconi ,A.& Rojas, F. (2004). Informe sobre la educación superior en Chile:1980-2003, Universidad de Talca ,Universidad Andrés Bello.

Flores,F; Gonzalez, M.(2004) Problemas de aprendizaje de la integral de línea en el contexto de la teoría electromagnética .

Hernandez,R. (2003). Metodología de la investigación.tercera edición.

Hitt,F.(1998) Dificultades en el aprendizaje del cálculo departamento de matemática educativa del cinvestav-ipn

Jimenez,M y Areizaga,A . (1997) Reflexiones acerca de los obstáculos que aparecen, en la enseñanza de las matemáticas, al pasar del bachillerato a la universidad. Universidad del país Vasco.

Kindt , M. (2005) La historia de las matemáticas en la enseñanza del análisis freudenthal instituut, Universidad de Utrecht (Holanda) .

Miguez, M; Curione, K: (2004) Aprendizaje de las ciencias. notas del curso de formación docente uefi, Facultad de ingeniería, Universidad de la república Montevideo.

Pozo.I. (1999) Aprender y enseñar ciencia ed. morata, madrid.[5] carretero, m: aprendizaje y desarrollo cognitivo. Un ejemplo del tratado el inútil combate. Artículo publicado en el libro actividad humana y procesos cognitivos. editor j. mayor, pp 145-160. alambra. Madrid, 1985.

EL ESTUDIO DE LA GEOMETRIA EN EL NIVEL SECUNDARIO

Dàttoli, Florencia Iris
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
fdattoli@fio.unicen.edu.ar

Resumen
En el presente trabajo se reflexiona sobre la necesidad de fortalecer el estudio de la Geometría en el Nivel Secundario y la incorporación en los estudios de Profesorados de Matemática de mayores contenidos en Geometría plana y del espacio. Dichas reflexiones se respaldan en el marco teórico de R. Duval y en un análisis retrospectivo del rol de la Geometría en el desarrollo de la Matemática, que muestra las causas y la inconveniencia de la introducción de la llamada Matemática Moderna a mediados del siglo anterior. Se completa con una serie de sugerencias para comenzar implementar en los estudios Secundarios ciertos cambios que pueden atenuar la problemática.

Palabras clave: Geometría. Revisión teórica. Propuesta didáctica.

1. Introducción

En los últimos años, la comunidad educativa está realizando un proceso de construcción y reflexión sobre el pensamiento geométrico, lo que constituye una contribución al desarrollo de innovaciones relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la geometría, un área fundamental para la formación, que en algunos casos no recibe el énfasis y el tratamiento pedagógico necesario en el currículo.

Los aportes de las tecnologías computacionales para potenciar su desarrollo son muy atractivos para el docente, confiando en el aspecto motivador que puede tener para los alumnos, pero se hace necesario considerar una discusión más profunda sobre otros atributos que presenta la Geometría y la manera de enseñarla durante la formación de los estudiantes.

En base a las serias dificultades que presentan los ingresantes a la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, especialmente en sus capacidades creativas, audaces, de razonamiento, de lenguaje y metacognitivas, es que se ha intentado realizar un análisis sistemático y formal de dichos problemas, enfocando el mismo desde la formación que los alumnos traen del nivel secundario. Se hace necesario realizar dicho análisis, rescatando algunos conceptos desde un análisis retrospectivo de los diferentes paradigmas que fueron ocurriendo en la Historia de la Matemática en general y de la Geometría en particular y sus consecuencias en los lineamientos curriculares de la Enseñanza Secundaria y de los Profesorados en Matemática.

El intento es configurar la presentación de algunas necesidades que debieran cubrirse en la enseñanza de nivel secundario para que los alumnos tengan un acceso menos traumático en el ingreso a la universidad y la formación de los Profesores para que puedan hacerlo posible.

2. Marco teórico

2.a. Análisis retrospectivo

A partir de la lectura de las bases históricas y la evolución del pensamiento sobre las verdades y el saber en Matemática con sus consecuencias en la enseñanza,

especialmente en mediados del siglo XX, es posible comprender las causas de la situación en que se encuentran hoy los estudiantes que llegan a la Universidad y los profesores, en su mayoría, con quienes han trabajo durante su escuela media.
Según Viviente Mateu (1988) la interpretación equivoca de Aristóteles de la Geometría como un "sistema euclídeo de eternas verdades, base de la certeza del conocimiento humano" y ante la aparición posterior de las geometrías no euclídeas (hiperbólica, elíptica y esférica) durante el siglo XIX, se procedió a tratar de axiomatizar toda la Matemática siguiendo el proceso de vigorización y formalización que Euclides inició con la Geometría Clásica. En algunos aspectos específicos, como el Análisis Matemático y la teoría de los Números dio sus buenos resultados, dando origen a la aparición de la Teoría de Conjuntos y a una intensa búsqueda del correcto fundamento de la Matemática y la consecuente evidencia de un mayor rigor en su tratamiento. Este mayor rigor fue proporcionado por la escuela formalista de Hilbert, partiendo de la noción de sistema axiomático formal, tomado en 1898 en los Grundlagen der Geometrie (Bases de Geometría). En este contexto se puso en evidencia la limitación de la axiomatización de Euclídes (quinto postulado) en la Geometría Clásica y se comenzó a poner en duda la utilización de dicha Geometría en los estudios matemáticos. Es en esta línea en la que los formalistas comenzaron a eliminar de los planes docentes la enseñanza de la geometría euclìdea sintética e introducir una algebrización cada vez mayor, basándola en una presentación axiomática sobre la estructura conjuntista subyacente. Ello eliminó la formación intuitivo-espacial y me estoy refiriendo específicamente a la consecuencia ya conocida de la incorporación de la llamada Matemática Moderna, en la década del 50 del siglo pasado, llegando a nuestro país en los diseños curriculares de los años ´60. Existen autores que aún hoy insisten en que es posible concluir que dicha modificación de los planes de estudio respondió a un movimiento social que nada tiene que ver con la matemática en sí misma. Para los grandes avances de dicha ciencia es muy poco lo que este movimiento ha representado, en cambio en la problemática de la formación esto ya se ha reconocido como un retroceso, el que no hubiese sido tan nocivo si no hubiera hecho que la geometría prácticamente desaparezca de los planes de los profesorados en nuestro país. Llegando a fines de dicho siglo y ante el nuevo paradigma de la enseñanza instalado a partir de las nuevas tecnologías, la búsqueda de "reparaciones" se orientó hacia el uso de las mismas con la esperanza de encontrar (a veces logrado parcialmente) mejoras importantes en el aprendizaje de la Matemática.

2.b. Enseñanza de la Geometría

Cuando uno se detiene a pensar en enseñar Geometría, encuentra que todo estudio puede ser localizado en alguna parte entre los extremos de una aproximación "intuitiva" y una aproximación "formal" o "axiomática". Considero que no es posible que sólo una de estas dos aproximaciones debiera ser privilegiada sino que debiera haber un interjuego dialéctico entre ellas. En el nivel universitario ya no contamos con los tiempos para ir dando un cambio gradual conforme se incrementa la edad y el nivel escolar de los estudiantes y también conocemos claramente que esto no se ha dado en los niveles anteriores. Entonces la oportunidad en el primer año de Ingeniería no es de lo más cómoda pero es un deber afrontar el desafío.
En cuanto a la diversidad de aspectos que pueden observarse en la caracterización de la Geometría y con el objetivo de enriquecer el presente análisis, es posible mencionar características relevantes, en vista de las implicaciones didácticas, presentes en ICMI

PMME-UNISON (2001) . Dicho documento presenta a la Geometría de la siguiente manera:

- ✓ como la ciencia del espacio, constituyendo una teoría de ideas y métodos mediante las cuales podemos construir y estudiar modelos idealizados tanto del mundo físico como también de otros fenómenos del mundo real.
- ✓ como un método para las representaciones visuales de conceptos y procesos de otras áreas en matemáticas y en otras ciencias
- ✓ como un punto de encuentro entre matemáticas como una teoría y matemáticas como una fuente de modelos.
- ✓ como una manera de pensar y entender en un nivel más alto, como una teoría formal
- ✓ como un ejemplo paradigmático para la enseñanza del razonamiento deductivo
- ✓ como una herramienta en aplicaciones, tanto tradicionales como innovativas

Como se puede observar en lo enumerado, la Geometría puede brindar aportes tanto desde el punto de vista del desarrollo cognitivo como el metacognitivo en el aprendizaje, y en este último sentido también contribuye a un mejor desenvolvimiento para la formación general. Desde una postura de quienes estamos comprometidos con la enseñanza de la Matemática en los niveles superiores podemos preguntarnos más aún:
¿Cuál es el papel de la axiomática en la enseñanza de la geometría?
¿Debiera establecerse un conjunto completo de axiomas desde el principio (y si es así, a qué edad y nivel escolar) o es aconsejable la introducción gradual de la axiomática?
¿La "demostración de teoremas" debiera estar restringida a la geometría?
¿Nos gustaría exponer a los estudiantes a diferentes niveles de rigor en las demostraciones?
¿Las demostraciones deberían ser herramientas para el entendimiento personal, para convencer a otros, o la búsqueda de la verdad aunque sea en un pequeño campo?
¿Debieran ser privilegiadas las afirmaciones intuitivas o las contraintuitivas?
Resulta evidente ante la observación de lo planes de estudio de los profesorados, que existe una realidad orientada hacia la enseñanza de los métodos analíticos en Geometría, hasta en los grados más tempranos a expensas de otros aspectos de la geometría. En algunas personalidades es posible encontrar un rechazo a “asomarse” siquiera a las utilidades gráficas, considerándolas de bajo nivel científico, cuando la verdadera situación es que pueden estar desconociendo el tema, máxime porque en su formación no se encontraron con ello. Se supone que la geometría analítica presenta los modelos algebraicos para las situaciones geométricas pero tan pronto como los estudiantes son introducidos a estos métodos nuevos, son empujados repentinamente a un mundo de cálculos y símbolos en los que se rompen las correlaciones entre las situaciones geométricas y sus modelos algebraicos y con frecuencia son omitidas las interpretaciones geométricas de los cálculos numéricos.
Del documento de ICMI (2001) resultan también oportunas para las presentes reflexiones, unas nuevas preguntas que han sido adaptadas y/o complementadas para esta ocasión. Ellas son:
¿De qué maneras el estudio del álgebra lineal puede potenciar el entendimiento de la geometría? ¿O es que la situación sería la inversa?
¿Cómo podemos potenciar de mejor manera la habilidad de los estudiantes para elegir las herramientas adecuadas (conceptuales, manipulativas, tecnológicas) para resolver problemas geométricos específicos?

¿Los procedimientos de trabajo debieran estar fundamentados principalmente en el papel, en la comunicación oral, en el dibujo técnico o el trabajo con la computadora?
¿Qué es exactamente lo que debiera ser evaluado y considerado para una calificación: La solución? ¿El proceso de solución? ¿Las formas de pensamiento? ¿Las construcciones geométricas?
Para dar sustento teórico a lo que se considera, es oportuno tomar a Duval, R. (1998), quien ha profundizado en gran manera por la problemática planteada. Las hipótesis de las que es posible partir, tomadas como adaptaciones de dicho marco de análisis, son aquellas en las que refieren al problema básico de la enseñanza de la geometría:

1. La actividad geométrica involucra tres clases de procesos cognitivos: la visualización, el razonamiento y la construcción.
2. Es necesario realizar durante el currículo escolar un trabajo que reconozca los diferentes procesos de visualización y de razonamiento, pues no sólo hay varias formas de ver una figura, sino también de razonar las situaciones.
3. La coordinación entre los tres procesos citados, visualización, construcción y razonamiento debe ocurrir realmente durante todo el trabajo de aprendizaje
4. Las tres clases de procesos deben ser analizados y adaptados en profundidad por parte del docente para entonces poder desarrollarlos en los alumnos.

Pero no es posible pensar a la visualización como un simple papel ilustrativo de las afirmaciones geométricas sino que es necesario tener en cuenta el concepto de Aprehensión y sus diferentes tipos según Duval, R.(2001).

1. Aprehensión perceptiva: es aquella apreciación que se caracteriza como la identificación simple de una configuración. Es la primera que aparece en el desarrollo cognitivo del alumno y es completamente independiente de cualquier proceso discursivo.
2. Aprehensión discursiva: es la acción cognitiva que produce una asociación de la configuración identificada con afirmaciones, primeramente ingenuas y posteriormente al reconocimiento de las formas y sus clasificaciones, ya matemáticas como propiedades, definiciones, teoremas, axiomas. Este vínculo debe realizarse de dos maneras, denominados por el autor como cambios de anclaje.
3. Aprehensión operativa: se produce cuando la persona lleva a cabo alguna modificación a la configuración inicial, para resolver un problema geométrico o analizar una configuración que aparece como base pseudoconcreta de un estudio analítico. Salgueiro-Dáttoli (2006). Se establecen dos niveles en este proceso:
   a) Aprehensión operativa de cambio figural: Cuando a la configuración inicial se le agregan o quitan nuevos elementos geométricos (o se remarcan) creando nuevas configuraciones para estudiar un tema o resolver un problema.
   b) Aprehensión operativa de reconfiguración. Cuando las configuraciones iniciales se subdividen y se recolocan las subconfiguraciones en otras posiciones, como las piezas de un rompecabezas.

Volviendo a los procesos involucrados en la actividad geométrica, es fundamental profundizar en el razonamiento. R. Duval diferencia al menos tres tipos de razonamiento en relación con los procesos discursivos:

1. Un proceso discursivo natural que es espontáneamente realizado en la comunicación ordinaria a través de la descripción, explicación y argumentación, en el registro del lenguaje natural.

2. Un proceso puramente configural, que puede ser asimilado como una aprehensión operativa y posible de que el alumno lo lleve a cabo justamente una ves lograda dicha aprehensión.
3. Un proceso discursivo teórico que es realizado a través de la deducción. La experiencia de la necesidad lógica está cercanamente conectada a este proceso teórico.

La geometría, más que otras áreas en Matemáticas, puede ser usada para descubrir y desarrollar diferentes formas de pensamiento. Esta debe ser una tarea esencial para su enseñanza pero se requiere obtener una práctica amplia y bien balanceada de estos procesos cognitivos subyacentes. Esto significa que se requieren situaciones específicas de aprendizaje para la diferenciación y coordinación entre varias clases de procesos en visualización y en razonamiento.

3.Conclusiones a título de propuesta

Considerando el marco teórico precedente y la realidad planteada en la introducción del presente trabajo, es posible avanzar en ciertos lineamientos que también son abonados por la propia experiencia docente. A esta altura seguramente coincidiremos en que:

- ✓ Aquel proceso que muchas veces es designado como razonamiento, se trata más bien una clase de descripción espontánea de un proceso puramente configural y éste no puede ser aceptado como un discurso teórico, aún cuando pueda proporcionar las ideas claves para una demostración. Esa brecha entre el proceso discursivo natural y el teórico conforma uno de los principales problemas de la enseñanza de la Geometría en particular y la Matemática en general, y si los profesores no tenemos una clara advertencia de ello se puede llegar a un aprendizaje más bien anecdótico de la Matemática.
- ✓ La significación de la geometría, para cualquiera que no planea transformarse en un matemático o en un ingeniero, es desarrollar habilidades de razonamiento y de representación visual y favorecer la sinergia de estos dos procesos totalmente diferentes.
- ✓ El nuevo valor de la geometría hoy se ve potenciado por las necesidades en las Ciencias de la Computación, fundamentalmente en los niveles de generación de sistemas específicos y también para el buen uso de las potencialidades de los sistemas CAD.

Tratando de llegar a los lineamientos prometidos, éstos pueden clasificarse en dos miradas:

1. En la formación de Profesores de Matemática: Debieran recuperarse tiempos en los diseños curriculares de los Profesorados para la incorporación de tópicos de Geometría Plana, del Espacio y Geometría Proyectiva, conformando así una base sustentable de conocimientos que configuren una clara inteligencia acerca de los diferentes abordajes que proporciona la formación geométrica, para llegar a estudios matemáticos superiores y poder adaptar los mismos a la enseñanza.

2. En la formación de Nivel Secundario: Los enunciados precedentes sintetizan de manera indiscutible esa oportunidad de hacer uso de la Geometría para el aprendizaje matemático en general y así aportar a la formación de los estudiantes para el ingreso al nivel universitario y quienes, si bien no avancen en estudios matemáticos superiores puedan desarrollar líneas de pensamiento con mayor validez lógica.

Si nos ubicamos en el marco de Duval pensando en cuál sería un nivel aceptable para el egreso desde el Nivel Secundario, en cuanto al camino de la aprehensión, sería deseable

al menos que los alumnos hayan transitado el de la aprehensión perceptiva, la discursiva y algunos avances en la aprehensión operativa de cambio figural.

En cuanto los procesos discursivos, la presente propuesta contempla que es irrenunciable que los alumnos terminen el Nivel Secundario sin haber desarrollado al menos el discursivo natural según como fue definido. Avanzar en el proceso discursivo teórico tal vez deba realizarse al menos en el registro de la lengua natural y, aunque en situaciones sencillas, comenzar a incursionar en la experiencia de la necesidad lógica para las afirmaciones de verdad.

Y en línea con las preguntas planteadas en el presente trabajo, algunas respuestas pueden proponerse, siempre pensando en el límite con que se debiera trabajar en el Nivel Secundario.

Si bien la axiomática en este nivel resulta sumamente problemática, en Geometría puede presentarse tanto en la Plana como en la Espacial, como verdades evidentes por medio de construcciones, juegos, mediciones. Gradualmente se puede avanzar a partir del Nivel Primario hasta que en el Secundario, y sobre la base de haber reflexionado acerca de la potencia de los axiomas básicos, introducir otros en diferentes dominios de la disciplina, aun en cuestiones algebraicas y así lograr una mayor comprensión de axiomas más abstractos,

En cuanto a la demostración de teoremas, la Geometría brinda muy buenas oportunidades para la comprensión de esa dinámica usando al menos problemas elementales. En ese proceso comienza también a estar presente el razonamiento lógico y la correlación de diferentes registros de representación (grafico, simbólico, coloquial, etc.) como así también correlaciones entre el dominio algebraico y el geométrico. Se aconseja entonces el uso simultáneo de los diferentes registros y si se trabaja en este sentido, la situación debiera ser el uso del entendimiento de la Geometría como potenciador del algebra lineal, aunque se realice en los mismos contenidos que se trabajan actualmente.

En el inicio de las demostraciones, y siempre en el Secundario, las afirmaciones intuitivas tienen una gran importancia y cuando las enunciadas por los alumnos resultan erróneas por ingenuas, es el momento de comenzar a introducir la formalidad de manera adecuada.

Como en Geometría los procesos procedimentales resultan relevantes, la habilidad de los estudiantes para elegir y usar las herramientas adecuadas se debe incentivar por medio de presentación de problemáticas de tipo manipulativas y tecnológicas, los procedimientos de trabajo debieran ser diversos como el papel, la comunicación oral, el dibujo técnico, sin descuidar la agilidad de los software adecuados y realizar también allí los mismos análisis y maquetas. En definitiva el uso de la virtualidad para el aprendizaje es una manera adecuada para comprender su importancia como una simple herramienta que está al alcance de la mano.

Y finalmente, y solamente si se ha trabajado en este sentido, entonces las evaluaciones pueden ser elaboradas en un justo equilibrio entre solución, procesos de resolución, formas de pensamiento que ha podido llevar a cabo el alumno y construcciones geométricas con los diferentes elementos mencionados.

4. Referencias

Icmi.pmme-Unison. Perspectives en l´Ensenyament de la Geometria pel segle XXI. Documento de discusión para un estudio. 2001. http://www.euclides.org/menu/articles/article2.htm. Recuperado el 14/02/11.

Duval, R. (1999). Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning. http://scholar.google.com/scholar?q=Representation,+vision+and+visualisation:+cognitive+functions+in+mathematical+thinking&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart

Duval, R. Traducción: Hernández,V. y Villalba, M.(2001) La geometría desde un punto de vista cognitivo . PMME-UNISON.
http://fractus.uson.mx/Papers/ICMI/LaGeometria.htm Recuperado el 13/05/2011.

Viviente Mateu, J. (1988) Geometría y/o álgebra geométrica. Zubía, ISSN 0213-4306, Nº 6, , págs. 91-97- http://documat.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=110213 Recuperado 20/12/2010.

Rina Hershkowitz, (2001) Acerca del razonamiento en geometría. Traducción: Hernández,V. y Villalba, M.PMME-UNISON.
http://www.euclides.org/menu/articles/article104.htm- Recuperado 15/12/2010.

Salgueiro, W. Dattoli, F. (2006) Geometría descriptiva. Base para las competencias científico-técnicas en la formación de los ingenieros. 5º CAEDI. Organizado por el CONFEDI. Facultad de Ingeniería. U.N.Cuyo. Mendoza. Argentina.

PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS

Nora Castro, Nora Ferreyra
Universidad Nacional de La Pampa - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
nora@exactas.unlpam.edu.ar; noraf@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen
A partir de las dificultades detectadas en el tratamiento de las funciones trigonométricas por parte de los ingresantes a la UNLPam, trabajamos en el diseño de una situación que brinde a los estudiantes la posibilidad de construir un nuevo conocimiento a través de la interacción no sólo con el contenido a discutir sino también con el grupo de individuos que comparten el aula.
Presentamos en este trabajo, una propuesta metodológica, basada en la Teoría de Situaciones Didácticas, en la cual, a partir de la resolución de un problema se promueve la discusión y búsqueda de validaciones. En la etapa final se propone el uso de un software que facilite la comprensión y la visualización global de la situación planteada.

Palabras clave: situación, enseñanza, funciones trigonométricas, software.

1. Introducción

Es tarea del docente organizar e implementar estrategias de enseñanza para fomentar en los estudiantes la adquisición del saber. Esta tarea implica compartir el conocimiento según las metas que se pretendan alcanzar utilizando diversas prácticas como por ejemplo, técnicas grupales de aprendizaje activo e implementación de software que permitan a los alumnos, provocando comportamientos de iniciativa y de compromiso, sortear obstáculos de saberes previos y de representaciones para poder avanzar en sus conocimientos.
A lo largo de distintos períodos como docentes, hemos detectado en el desempeño de estudiantes ingresantes a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales dificultades en el reconocimiento de situaciones que no responden a un modelo lineal, en particular, en el tratamiento de las funciones trigonométricas.
En el ámbito de la Educación Matemática, se reconoce la importancia de la resolución de problemas como estrategia en la construcción del sentido de una noción matemática y como herramienta para desarrollar procesos de argumentación, de modelización y de toma de decisiones
Por ello se propone un problema que brinde a los estudiantes la posibilidad de construir un nuevo conocimiento a través de la interacción no sólo con el contenido a discutir sino también con el grupo de individuos que comparten el aula. Con esta propuesta metodológica, se intenta equilibrar las explicaciones del docente con el trabajo de los alumnos, y el uso de un software que les facilite la comprensión de distintas temáticas y la visualización global de la situación problemática.

2. Marco Teórico

La teoría de Situaciones Didácticas constituye un instrumento que posibilita el estudio y comprensión de algunas relaciones y articulaciones que se dan en la enseñanza de la matemática. La noción de situación didáctica ha sido estudiada principalmente por Brousseau y se refiere a las interacciones que se producen en un ambiente de enseñanza entre los individuos involucrados y un entorno particular organizado para la

construcción de un determinado conocimiento. En este modelo, el profesor debe proponer a sus alumnos situaciones matemáticas que puedan vivenciar, que propicien la aparición de nuevos problemas matemáticos y con los cuales sea posible que el conocimiento en cuestión aparezca como solución óptima.
En este marco, se propone analizar las posibilidades del entorno propuesto para la enseñanza de las funciones trigonométricas, la ocasión de sanción que brinda la situación al estudiante y las probables consecuencias de las elecciones hechas por el docente en el diseño de la misma.

3. Propuesta

Conocimientos previos

- ángulos y sistemas de medición
- definición de funciones trigonométricas
- gráficos de las mismas
- conocimientos básicos de un software matemático

Problema

1. Se presenta un cuadrado articulado en los cuatro vértices, construido con cuatro tiras de cartón de igual longitud unidas mediante un broche, que se puede deformar en un rombo como se observa en la figura (Castelnuovo, 1963).

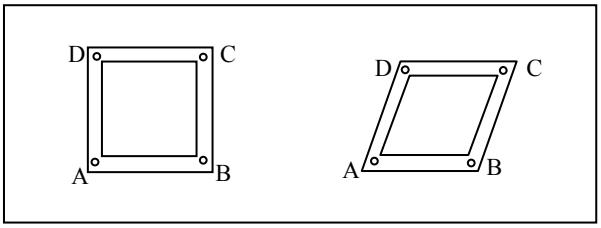


Figura 1: Cuadrado articulado

- Considerando 1 como medida del lado, se propone el análisis del área del cuadrilátero.
- Fijando el lado AB, ¿cuál es el lugar geométrico de los puntos C y D al articular los lados?

A continuación, se propone el estudio de la variación de ángulos y posiciones, a partir del movimiento continuo del brazo AD en torno al punto A.

- Si el punto D se mueve sobre la circunferencia de radio AD a una velocidad de 2rps, se pide indicar en cada instante
    - el ángulo que ha girado el punto.
    - la posición del punto (abscisa y ordenada)
    - la altura del paralelogramo

En un espacio de puesta en común se promueve la discusión referida a la comparación de las distintas funciones halladas, esperando que surjan no sólo la distinción de las variables sino también las semejanzas y la utilización de una expresión en la construcción de otra.

- ¿Es igual la altura determinada en la primera parte del problema que en la segunda?
- ¿Es posible compararlas?

Con el fin de visualizar la situación y como verificación de las distintas opiniones, se propone la utilización de un software adecuado, por ejemplo GeoGebra.
Para completar el trabajo realizado en grupos, se propone efectuar a continuación las siguientes actividades:

2. Sobre la misma circunferencia que en el caso anterior, analizar el movimiento si el punto D se mueve a 1/8 r.p.s.
   - Obtener una nueva función $g(t)$ para la altura del paralelogramo.
   - Comparar $g(t)$ con $f(t)$ y $h(t)$, considerando $h(t)$ la altura analizada en el movimiento anterior y $f(t)$ la función $\operatorname{sen}(t)$

3. Realizar el mismo análisis si el lado del cuadrado articulado mide:
   a) 3cm
   b) 1/3 cm
      - Comparar todas las funciones obtenidas
   - Sacar conclusiones

<u>Análisis a priori:</u>
La primera conclusión que se pretende lograr es que el área puede cambiar aún cuando el perímetro permanece constante, observación ésta que, si bien se supone ya ha sido trabajada, siempre brinda la posibilidad de una discusión muy rica.
El estudio de la variación del área se vincula con la variación de la altura del paralelogramo. Se supone que con este trabajo se facilita la discusión acerca del ángulo como variable y la definición de la función seno para ángulos entre 0º y 180º, para identificar la altura.
Por otro lado, el lugar geométrico permite disponer de una circunferencia para instalar una exploración referida al movimiento de un punto sobre ella.
En el análisis del movimiento del punto D, la discusión se centra en el número de vueltas, el correspondiente ángulo de giro y la notación adecuada para el mismo.
Un posible inconveniente con el que pueden enfrentarse los estudiantes es la interpretación del enunciado "en cada instante" como una referencia al tiempo transcurrido. Se supone que comenzarán con una regla de tres simple y expresando el ángulo en el sistema sexagesimal. Mediante preguntas y ejemplos se logrará una aproximación a la idea y la elaboración de una tabla de la forma:

Tiempo (seg)	1/2	1	2	…		t
ángulo	2π	4π	8π			4π t

Tener que expresar la posición de un punto algebraicamente es un desafío que los estudiantes deben superar, para ello será necesaria la intervención del docente indicándoles o bien orientándolos para la construcción del conocimiento
La discusión acerca de la posición implica la definición de un sistema de coordenadas. En este contexto, pueden surgir diferentes opciones, que deberán ser evaluadas para escoger la más adecuada. Pensamos que se considerará apropiado ubicar el origen del sistema en el centro de la circunferencia pero, en caso de presentarse otras propuestas deberán ser tenidas en cuenta y descartadas por los propios estudiantes, después de observar la complejidad de las respuestas obtenidas.

Se supone que surgirá inmediatamente $x = \cos(\alpha)$, $y = \text{sen}(\alpha)$ y que requerirá, en algunos casos, de una intervención docente para interpretar la relación entre posición y tiempo.
La falta de conocimientos anteriores, como la composición de funciones no les permitirá obtener la formula $g(t) = \text{sen}\,(4\pi t)$, (compuesta entre $f(t) = 4\pi t$ obtenida en la tabla e $y = \text{sen}\alpha$ que representa la altura). El paso de esta falta de conocimiento a la construcción de uno nuevo no es espontáneo, en este proceso de reconstrucción el alumno debe recordar y tratar de comunicar a sus compañeros algunos de los saberes adquiridos o sea, pasar por una etapa de formulación, para luego poder llegar a la etapa de validación.
La comparación entre la altura y la posición del punto, supone una articulación entre saberes previos, simultáneos y posteriores. Es aquí donde verán la conveniencia de expresar el ángulo en radianes para luego realizar los gráficos adecuados.

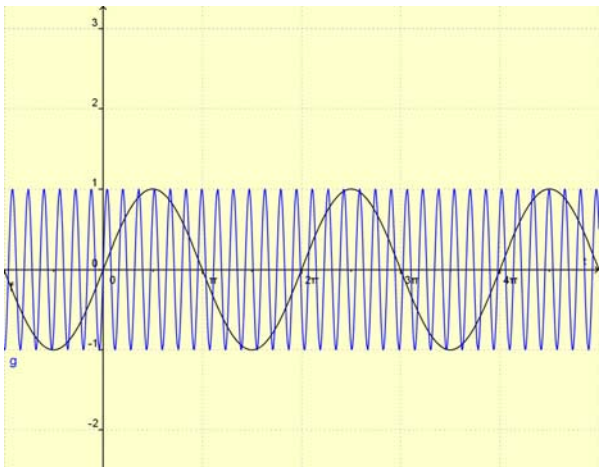


Gráfico 1: Comparación entre las funciones
h(t) = sen t y g(t) = sen 4πt

Hasta aquí se necesitará en gran parte de la intervención del docente en el desarrollo de las actividades. En el resto de la propuesta, dada la similitud con lo anterior, se intentará fortalecer la autonomía de los alumnos en la búsqueda de información en una interacción social entre estudiantes y con el software como facilitador visual en la toma de decisiones.
En la segunda consigna directamente comenzarán realizando la tabla

Tiempo (seg)	1/2	1	2	…		t
ángulo	π /8	π /4	π /2			π/4 t

y luego intentarán realizar una composición de funciones para obtener $w(t) = \text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\text{t}\right)$

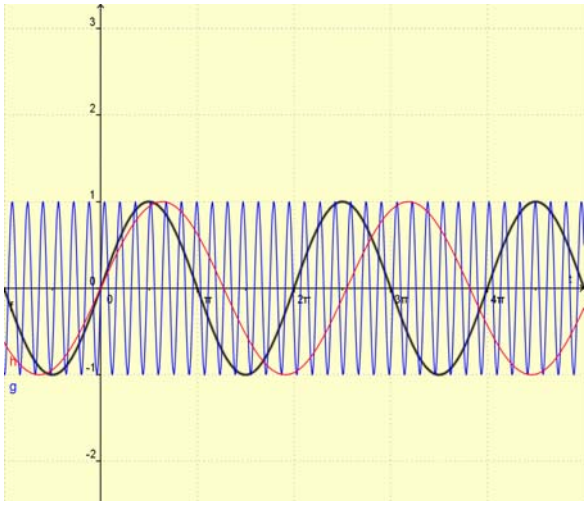


Gráfico 2: Comparación entre las funciones
h(t) = sen t , g(t) = sen 4πt y w(t)= sen π/4 t

El docente deberá intervenir orientando a los estudiantes, proporcionarles información para que estos reflexionen en conjunto o con el docente sobre el proceso de resolución más conveniente para llegar a las conclusiones pedidas. En la resolución de esta situación problemática el docente no cumplirá un rol fijo, sino que es un trabajo compartido, supervisará el aprendizaje e intervendrá para mejorar el desempeño interpersonal, organizar el material y evaluar el aprendizaje.

Para el caso 3)

En esta consigna se supone que los alumnos trabajarán juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás.

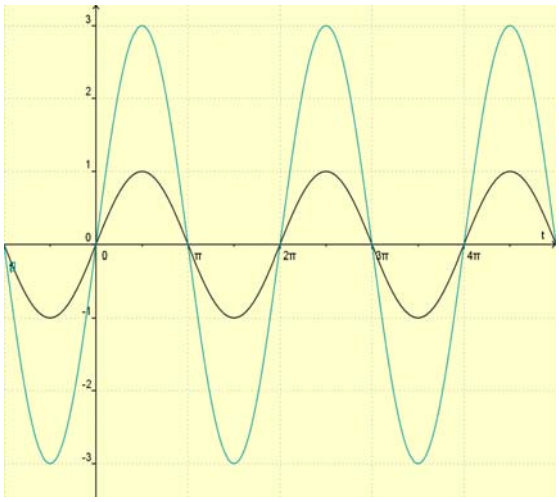


Gráfico 3: Comparación entre las funciones
h(t) = sen t , m(t) = 3sen t

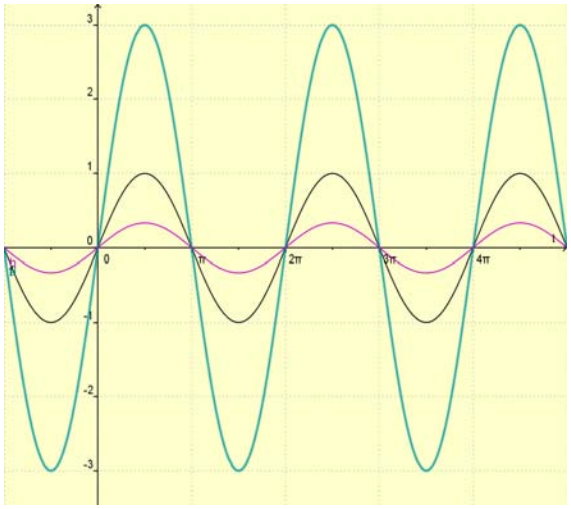


Gráfico 4: Comparación entre las funciones
h(t) = sen t , m(t) = 3sen t ; m(t) = 1/3sen t

Creemos que la consigna abierta referida a "sacar conclusiones" abrirá la posibilidad de exponer las más variadas proposiciones. En este momento, el docente aprovechará para institucionalizar la validez o no de las mismas en una construcción colectiva.

4. Consideraciones Finales

Se supone que al presentarse un problema cuya resolución no responde a un procedimiento rutinario ya analizado, se promueve no sólo la exploración personal sino también brinda al estudiante la posibilidad de discutir y buscar validaciones para defender sus conjeturas.

Consideramos que la evolución desde una situación concreta como la inicial hasta las conclusiones basadas en la visualización a través de un software, no sólo será útil en el desarrollo de esta propuesta sino que puede constituirse, para los estudiantes, en un modelo de acción para explorar cualquier otra situación en la búsqueda de nuevos conocimientos.

5. Referencias bibliográficas

- Berté, A. (1999). *Matemática Dinámica*. Buenos Aires: A-Z Editora.
- Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Castelnuovo, E. (1963). *Geometría Intuitiva*. Buenos Aires: Labor.

JOGOS MATEMÁTICOS: DIAGNOSTICANDO A APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DE 7º ANO

Rui Marcos de Oliveira Barros, Marli Schmitt
Universidade Estadual de Maringá - UEM
marlischmitt@hotmail.com

Resumo
Quando falamos sobre a disciplina escolar Matemática percebemos diversas reações, nem sempre favoráveis a esta. Para reverter tais concepções, é necessário que pensemos alternativas metodológicas que resultem no desenvolvimento do *ato de pensar* em sala de aula de forma lúdica. Objetivou-se com este trabalho verificar a possibilidade do uso de jogos no ambiente de ensino e aprendizagem da Matemática e analisar a produção escrita em questões de Matemática quando se utiliza jogos. Utilizou-se como referencial teórico a Análise da Produção Escrita proposta por Cury (2007). Obteve-se menor percentual de erros nas respostas apresentadas pelos alunos após a utilização dos jogos.

Palavras-chave: Jogos Matemáticos, Lúdico, Análise de Erros.

1. Introdução

A disciplina escolar Matemática é por vezes considerada difícil e abstrata, pronta e acabada, influência da concepção platônica. No que tange ao ensino da Matemática, um dos desafios é superar que a Matemática é a vilã entre as outras disciplinas e que somente alguns privilegiados podem compreendê-la e ter bom desempenho. D'Ambrósio (2001, p. 16) ressalta que "*A matemática é o maior fator de exclusão nos sistemas escolares. O número de reprovações e evasões é intolerável. Faz-se necessário ampliar as oportunidades de escolaridade*".

Para reverter tais expectativas ou concepções, é necessário que pensemos alternativas metodológicas que resultem no desenvolvimento do *ato de pensar* em sala de aula, seja na disciplina de Matemática, História, Biologia ou outras.

Se considerarmos que ensinar Matemática seja desenvolver o raciocínio lógico, a criatividade, a capacidade de trabalhar com situações reais e resolver diferentes tipos de problemas com intuito de estimular o pensamento, teremos que partir em busca de estratégias metodológicas para os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. E nesta ação, o professor deve valorizar as experiências dos alunos, vincular as atividades pedagógicas a realidade destes, o que é possível por meio de diferentes recursos, tais como a utilização de jogos.

Métodos lúdicos podem tornar a aula dinâmica, atrativa, presente nas ações diárias de crianças e adultos. Em particular, o uso de jogos voltados para o ensino da Matemática ganha espaço na comunidade acadêmica por meio de pesquisas e projetos de extensão, mas dentre os professores em exercício, a utilização deste método ainda é um pouco tímida. Assim, apresentaremos uma proposta de aplicação de jogos no contexto escolar visando a divulgação destes aos profissionais em exercícios.

Segundo Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs – (1997) os jogos podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática, pois:

> [...] Os jogos são as ações que as crianças repetem sistematicamente mas que possuem um sentido funcional (jogos

> de exercício), isto é, são fonte de significados e, portanto, possibilitam compreensão, geram satisfação, formam hábitos que se estruturam num sistema. Essa repetição funcional também deve estar presente na atividade escolar, pois é importante no sentido de ajudar a criança a perceber regularidades. (BRASIL, 1997, p. 31).

Sobre a utilização dos jogos em sala de aula, verifica-se o seu desdobramento lúdico, dinâmico, desafiador, motivador que estimula o educando a pensar, raciocinar, criar e ser autônomo em suas escolhas. Nesta perspectiva, ao se conceber o ensino como um momento de descoberta, de criação e de experimentação, o jogo não é apenas instrumento de recreação, mas veículo de construção do conhecimento.

2. Sugestões de atividades com Jogos Matemáticos

Os Jogos Boole – jogo estratégico[86] - foi criado pelo professor de Matemática Procópio Mendonça de Mello que desenvolveu este trabalho a partir de seus estudos em lógica, preocupado em oferecer uma Matemática dinâmica em sala de aula, lúdica e atraente, despertando o interesse dos alunos para a disciplina, estimulando-os a pesquisa e incentivando-os a curiosidade. Os desafios são contados por histórias indicando o caminho para o desenvolvimento e conclusão do raciocínio. Diante disso, provocamos a reflexão e, consequentemente, o desenvolvimento do conceito lógico dos alunos através das seguintes perguntas referentes a história fornecida.

Uma atividade para se trabalhar multiplicação e divisão de números racionais é por meio do Diário de Bordo, um jogo estratégico e de treinamento[87]. É constituído por tabuleiro contendo o mapa da América Latina, legenda, roleta indicando os países, pinos para representar os grupos, uma tabela para conversão de moedas dos países e cartas com perguntas sobre os países.

A ideia central da atividade é que cada grupo fará uma viagem com origem no Brasil e passarão por cinco/três países previamente sorteados na roleta. Em cada país, eles irão conhecer a cultura local, a economia, comidas típicas, enfim, características culturais e locais dos países visitados. No entanto, em cada cartinha, eles deverão responder uma pergunta, que envolve valores monetários para conversão para o real, moeda brasileira, sendo necessário anotar e apresentar os cálculos em cada evento. Ao término os grupos terão o último gasto da viagem, comprando uma passagem de transporte terrestre para voltar ao Brasil, no valor de R$300,00. O grupo que apresentar o menor gasto financeiro ao chegar ao Brasil será o vencedor.

Com o Jogo Tic Tac Go – jogo de treinamento – pode-se trabalhar adição, subtração e multiplicação de inteiros. Esta atividade pode ser realizada individualmente ou em

---

[86] Jogos estratégicos: são aqueles em que o aluno deve criar estratégias de ação para melhor atuação como jogador, são jogos nos quais se tenha que criar hipóteses e desenvolver um pensamento sistêmico, que pode fornecer múltiplas alternativas para resolver um determinado problema. (LARA, 2003, p. 25)

[87] Jogos de treinamento: são aqueles que podem auxiliar o aluno a desenvolver rapidez de pensamento lógico-dedutivo. Com freqüência, é mediante a prática de exercícios repetitivos que o aluno percebe a existência de outro caminho de resolução, o que aumenta suas possibilidades de ação e intervenção. (LARA, 2003, p. 25)

duplas, por meio virtual (disponível em <www.fi.uu.nl>) ou por tabuleiro manipulável. O tabuleiro é composto por operações de adição, subtração ou multiplicação com números inteiros. A atividade tem por objetivo a resolução das operações indicadas no tabuleiro, de tal maneira que cada jogador forme, com três peças, uma sequência na horizontal, vertical ou diagonal.

O jogo se inicia com o sorteio de uma carta por um dos jogadores (ou jogador), em seguida, este deve buscar a sua correspondente no tabuleiro. Este movimento ocorre alternadamente entre os participantes até que um deles construa uma sequência de três casas na vertical, horizontal ou diagonal que satisfaça os valores indicados nas cartas. No tabuleiro virtual o jogador não tem a possibilidade de sobrepor peças sorteadas sobre valores que não correspondem aos indicados na carta. No entanto, no tabuleiro manipulável, se ocorrer equívoco ao sobrepor peças no tabuleiro o próximo jogador terá o direito de realizar duas jogadas.

3. Implementação na Sala de Aula de Matemática

Esta pesquisa, de abordagem qualitativa, teve dois objetivos, o primeiro foi verificar a possibilidade de uso de Jogos no ambiente de ensino e aprendizagem da Matemática e o segundo foi analisar a produção escrita em questões de Matemática quando se utiliza jogos matemáticos. Participaram da pesquisa 30 alunos de 6ª série (7º ano do Ensino Fundamental) de uma instituição de ensino privada em Maringá – PR, no início do ano letivo de 2011. A faixa etária dos alunos estava compreendida entre 11 e 13 anos.

Salienta-se que o currículo desta escola determina que cada turma tenha quatro (4) aulas de Matemática por semana, e que no contra turno conte com atividades de complementação curricular. A autorização para a realização da pesquisa com os alunos ocorreu mediante a intervenção dos pesquisadores junto à equipe pedagógica da instituição e com a autorização dos pais, pois, o trabalho com os jogos seria potencialmente favorável aos alunos, contribuindo para relembrar conceitos matemáticos. Para a realização das atividades a turma foi dividida em dois grupos, A e B, com quinze (15) alunos cada. Foram realizados dois encontros de 90 minutos cada, nesses encontros houve a alternância dos grupos, ora em sala de aula, ora no Laboratório de Informática da escola.

No primeiro encontro o grupo A realizou as atividades orientadas com os Jogos Boole e Tic Tac Go – no tabuleiro. Já o grupo B trabalhou no Laboratório de Informática com os Jogos Boole, e o Tic Tac Go virtual.

No segundo encontro o grupo A realizou a atividade proposta pelo Jogo Diário de Bordo (em sala de aula), e em seguida o jogo Tic Tac Go virtual. Após, o grupo B desenvolveu as atividades propostas pelo Jogo Diário de Bordo (em sala de aula), e na sequência o jogo Tic Tac Go no tabuleiro.

No início e no final da aplicação da sequência dos jogos foram aplicadas avaliações escritas que continham oito (8) exercícios com as quatro operações – adição, subtração, multiplicação e divisão – ora de números naturais, ora inteiros ou racionais, sendo estes com o mesmo nível para as duas avaliações, porém, com valores diferentes.

Após a aplicação da avaliação aos alunos, fez-se a primeira leitura dos dados coletados, em seguida realizou-se a correção da mesma, classificando as respostas como, corretas: aquelas em que o aluno chegou ao resultado esperado; incorretas: aquelas em que os alunos não conseguiram utilizar as informações corretamente. Vale ressaltar que daremos enfoque e descreveremos aquelas incorretas, ou seja, aquelas que apresentaram algum tipo de erro.

4. Resultados

Para analisar as respostas dos alunos nas avaliações utilizou-se a análise da produção escrita. Ao analisar e procurar compreender como o aluno desenvolveu o seu conhecimento através de uma resposta, o trabalho pode gerar a construção de novos patamares de conhecimento tanto para o professor quanto para o aluno:

> (...) a análise qualitativa das respostas dos alunos, com uma discussão aprofundada sobre as dificuldades por eles apresentadas, apoiada em investigações já realizadas é, talvez, a melhor maneira de aproveitar os erros para questionar os estudantes e auxiliá-los a (re) construir seu conhecimento. (CURY, 2007, p. 27).

Ainda para esta autora é necessário que se entenda como erro aquilo que não corresponde à produção esperada de um aluno, uma vez que o mesmo deve ter tido um contato prévio com os conteúdos matemáticos ou com as diferentes estratégias de resolução de problemas.

Para o professor realizar a análise da produção escrita dos alunos em sala de aula, como metodologia de investigação, ele deve se organizar conforme as seguintes etapas:

> [...] são escolhidas as questões, formuladas as hipóteses e estabelecidos os objetivos. Faz-se uma primeira leitura para decidir que tipo de provas serão consideradas; por exemplo, aquelas em que o estudante deixou em branco a resolução ou apenas indicou a resposta final, sem desenvolvimento, são descartadas. (CURY, 2007, p. 64)

Conforme as informações acima elencadas neste trabalho, realizou-se uma análise da produção escrita dos alunos em questões de Matemática a fim de compreender e promover uma discussão entre os docentes, no anseio de aproveitar os erros apresentados pelos discentes, como um mecanismo que auxilie na construção do conhecimento do aluno e, também, do professor.

Responderam a avaliação inicial 21 participantes. Já na avaliação final 23 participantes. Iremos relatar neste artigo apenas a quarta questão, das duas avaliações, pois nesta obtivemos os maiores percentuais de erro na primeira avaliação, sendo 85%, e após a aplicação dos jogos, obteve 43% de erros.

Questão 4: Quanto é: $9 - 17$?

Para a quarta questão da avaliação inicial apenas 15% dos alunos participantes apresentaram resolução correta, ou seja, subtraíram os valores indicando como resultado -8. Outros alunos (15%) não apresentaram solução. Ainda, 66% resolveram a questão e apresentaram o resultado +8 como resposta. E 4% apresentou -12 como resultado, com o seguinte cálculo:

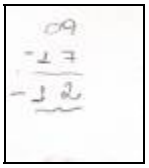


Figura 01: registro escrito de aluno.

A quarta questão da avaliação final apresentada aos alunos foi relativa à operação de subtração de inteiros. A formatação exata da questão foi:

Questão 4: Quanto é: $4 - 9$?

Para esta questão 57% dos alunos participantes apresentaram resolução correta, ou seja, subtraíram os valores indicando como resultado -5. Ainda, 39% resolveram a questão e apresentaram o resultado +5 como resposta. E apenas um aluno (4%) apresentou 0,5 como resultado.

Após a aplicação dos jogos realizou-se uma entrevista com os participantes, cujo objetivo era identificar suas percepções sobre os jogos. Dentre as falas dos alunos verificou-se que para a maioria deles o trabalho com os jogos matemáticos foi interessante, pois houve interação entre os participantes, estimulou o aprendizado da Matemática de forma divertida e fácil, onde se aprende e relembra conceitos brincando e as continhas tiveram lógica com os jogos.

Com relação aos dados apresentados pelos alunos nas avaliações, verifica-se que estes possuem dificuldades com as operações de subtrações de inteiros, como no caso indicado na quarta justamente quando devem resolver esta mesma adição e/ou subtração de inteiros, para eles 4 – 9 não faz sentido. Embora os equívocos apresentados ocorressem nas duas avaliações, na avaliação final, após a aplicação do Jogo Tic Tac Go, o índice de acertos da questão 4 passou de 15% para 57%

Com esse trabalho acreditamos estar contribuindo para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática, interagindo com outras Ciências, desmistificando-a, tornando-a acessível a todos, através de atividades lúdicas, dinâmicas e diversificadas. Mudando a idéia de que ela é somente contas e números, vista e aprendida somente na sala de aula e nada mais, mostrando a todos que está presente em nossas ações do dia-a-dia, até mesmo nas mais elementares.

5. Referências

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

Cury, H. N. Análises de Erros: O Que Podemos Aprender Com as Respostas dos Alunos. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

D´ambrósio, U. Desafios da Educação Matemática no Novo Milênio. In: Educação Matemática em Revista. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, nº 11, p. 14-17, dez. São Paulo: SBEM, 2001.

Lara, I. C. M. Jogando com a Matemática de 5ª a 8ª série. São Paulo: Rêspel, 2003.

Mello, P. M. Jogos Boole: A maneira divertida de ficar inteligente. Porto Alegre: Webeditora, 2003.

ACTUALIZACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA PARA MAESTROS

Elina Villemur; Ana Schamle; Patricia Villamonte
Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Entre Ríos y Escuela Normal Superior "O. V. Andrade" de Gualeguaychú
patriciavillamonte@fibertel.com.ar; elinavillemur@yahoo.com.ar; anaschamle@gmail.com

Resumen
La Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales, de la UADER, lleva adelante una oferta académica dirigida a docentes de nivel primario con la colaboración de la ENOVA: el primer postítulo en didáctica de la lengua y la matemática para este nivel en la Provincia.
Este trabajo se divide en dos partes. En la primera describimos la organización general del postítulo y en la segunda nos referimos específicamente al postítulo en didáctica de la matemática, donde detallamos la organización y metodología de trabajo llevada adelante.
En el artículo se transparenta la reflexión didáctica que atraviesa todo el postítulo, la cual ha sido un elemento clave tanto en la interacción con los docentes como para una mejor comprensión de los contenidos matemáticos y una mayor flexibilidad al momento de pensar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.

Palabras clave: postítulo, didáctica de la matemática, matemática en primaria, didáctica para maestros, postítulo didáctica de la matemática.

1. Introducción

La Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales, de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, lleva adelante una propuesta de actualización académica dirigida a docentes de nivel primario con la colaboración de la Escuela Normal Olegario V. Andrade. La misma se constituye en el primer postítulo de didáctica de la lengua y la matemática para este nivel en la provincia.
El proyecto que engloba a ambos postítulos se configura a partir de dos dimensiones: por un lado, la referida a saberes y contenidos específicos de la didáctica de la lengua y de la matemática, y por otro, a la dimensión pedagógica institucional. Esta última conforma el eje común de ambos postítulos, el cual tiene la intencionalidad de habilitar la articulación y el diálogo entre lo disciplinar y la escuela propiamente dicha. A través de este eje común nos proponemos el tratamiento y debate acerca de los sujetos que habitan las escuelas, la enseñanza y las coordenadas tiempo y espacio, la construcción del éxito y del fracaso escolar, la virulencia de los contextos que jaquean a las escuelas, entre otros.
El postítulo es un trayecto formativo que tiene un año de duración y está orientado a la revisión crítica de distintos nudos problemáticos que se presentan en las prácticas de enseñanza de la lengua y la matemática. De allí entonces que la particularidad sustantiva de esta oferta consista en situar a la escuela como espacio social en donde los interrogantes, planteos y propuestas adquieren sentido y contenido. Esto significa que la escuela es el escenario en el que tienen lugar los problemas que comprometen didácticamente a las diferentes propuestas pedagógicas.

En esta exposición vamos a referirnos al postítulo en didáctica de la matemática en la educación primaria.

2. Postítulo en didáctica de la matemática en la escuela primaria

2.1 Puntos de partida para pensar el postítulo

Esta propuesta formativa intenta dar respuesta a demandas de maestros e instituciones escolares respecto de la necesidad de contar con capacitaciones específicas integradoras, las que fueron recepcionadas en nuestras cátedras de Didáctica de la Matemática en la Educación Primaria. También busca brindar la posibilidad real de intervenir adecuadamente para abordar las problemáticas que entrañan las prácticas pedagógicas en general y la enseñanza de la matemática en particular. En la elaboración del proyecto nos centramos en ofrecer un trayecto formativo en didáctica de la matemática -ausente en las capacitaciones, tanto oficiales como privadas- que a la vez, contemplara la heterogeneidad de prácticas que habitan la escuela primaria influenciadas por las corrientes de los 90 con enfoques particulares sobre el aprendizaje y la enseñanza de la Matemática.

El estudio y análisis de los procesos y fenómenos de la enseñanza usual abordados por Brousseau, la Teoría de las Situaciones Didácticas, la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la Transposición Didáctica de Chevallard, constituyen un marco de referencia que propone un modelo teórico del proceso de producción de conocimientos matemáticos en la clase. También hemos considerado las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años por didactas argentinos, como así también los aportes de la investigación en Sociología de la Educación, con la intención de desnudar problematizaciones que deberían hacerse sobre la práctica, que implica una ruptura con la idea tradicional "teoría vs. práctica".

Como concepción de aprendizaje adoptamos las tesis piagetianas que explican el pasaje de un estado de menor conocimiento a uno de mayor conocimiento y las ideas de Vigotsky en cuanto consideramos que los procesos de desarrollo y de aprendizaje están interrelacionados y que la intervención de los docentes en la ZDP contribuye a la "apropiación de los instrumentos de mediación cultural" (Castorina, 1997:17,18).

Otros aspectos que fundamentan las decisiones tomadas son nuestros propios recorridos de trabajo en el campo de la didáctica en diferentes niveles del sistema educativo, que nos han permitido construir ciertos conocimientos acerca de la distancia existente entre las prácticas que idealizamos y la escena real que tiene lugar en las aulas, con modos profundamente arraigados de enseñar matemática desde una perspectiva positivista. Esto también se observa en los profesorados, donde conviven en forma contradictoria lo que se "aprende" acerca de la Didáctica de la Matemática y las formas en que se enseña Matemática. En estas instituciones es común que se incluyan como contenidos de la formación matemática del futuro docente, los mismos contenidos a enseñar en la escuela primaria, sin que se los vea desde una perspectiva didáctica coherente con los discursos teóricos que sostienen las cátedras; es decir, hay una yuxtaposición de contenidos -matemáticos y didácticos- sin que se realice un ejercicio que permita comprender los fenómenos didácticos que ocurren en una enseñanza situada en los diversos escenarios en los que se desarrollan las clases.

Otro punto de partida considerado fue la necesidad de realizar un análisis reflexivo de las propuestas curriculares de los documentos oficiales, tanto nacionales como provinciales.

2.2 La selección de los contenidos del postítulo

Las temáticas propuestas son producto de un relevamiento de dificultades en las prácticas cotidianas que están naturalizadas, ante lo cual se planteó la necesidad de problematizarlas para que pudieran erigirse en objeto de estudio y operar en su análisis y posible abordaje.

El postítulo está constituido por tres seminarios específicos que ponen el acento en los contenidos matemáticos que componen los ejes de crucial importancia dentro de los diseños curriculares, como son la numeración, las operaciones y la geometría. El primer seminario, "La enseñanza de la numeración en la escuela primaria", está centrado en la didáctica del concepto de número, de los sistemas de numeración y el campo de problemas que se puede plantear. El segundo trata sobre "La enseñanza de la geometría en la escuela primaria", tanto de la geometría plana como la del espacio, y el tercero, "La enseñanza de las operaciones en la escuela primaria", en el que trabajamos la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud y el campo de problemas que se pueden plantear para dar sentido y significatividad a la enseñanza de las operaciones.

2.3 El trabajo matemático del postítulo

Nos propusimos analizar el papel que puede jugar el conocimiento didáctico en la práctica del maestro que enseña matemática. Partimos de la idea de que no hay saberes generales que se puedan aplicar en cualquier situación y que los mismos merecen repensarse en relación a cada contexto en particular, con cada historia de docente en cada escuela. Alentar la discusión y la reflexión sobre la diversidad resulta un desafío de este postítulo, principalmente desde la Matemática que, en el imaginario colectivo y desde las prácticas usuales, con frecuencia es el paradigma de la exclusión, la diferenciación y la selección.

Consideramos que la vía de acceso a todas las dimensiones del saber es a partir de la resolución de problemas. Reconocer que los puntos de partida son diversos debido a las diferentes experiencias que han vivenciado en su paso por la escolaridad, la formación inicial y las capacitaciones posteriores, hace necesario trabajar a partir de situaciones didácticas favoreciendo procesos reflexivos que permitan revisar tanto los conceptos propios de la matemática, como los de su enseñanza y aprendizaje. En ese sentido se les propone analizar el funcionamiento de los conceptos matemáticos y sus diferentes contextos de uso, anticipar los posibles recursos con que cuentan los niños para afrontar problemas, estudiar cómo se podría favorecer la interacción en la clase entre los alumnos y con los problemas, prever el tipo de intervenciones que es conveniente realizar como docentes en el proceso de enseñanza. La realización de estas tareas y la comprensión de que el aprendizaje de los conceptos lleva mucho tiempo de elaboración, hace necesario planificar y revisar permanentemente las propias prácticas.

Entendemos que "hacer Matemática" en el postítulo es construir un nuevo sentido a partir de los conocimientos que el docente posee, lograr que vivencie distintas situaciones problemáticas para luego trabajar sobre el por qué y el cómo de lo realizado. Desde la perspectiva que sostenemos enunciar un problema abre la interrogación, quiebra lo seguro y sabido, invita a pensar, a pensarse, a pensar con otros, a animarse a reflexionar críticamente objetivando la rutina, adquiriendo una dimensión cognoscitiva para la acción. Es así como la teoría toma otro lugar y es así que la relación práctica-teoría-práctica adquiere nuevo sentido.

2.4 El recorrido realizado

Hemos elegido para comunicar el trabajo realizado en el postítulo el primer seminario "La enseñanza de la numeración en la Escuela Primaria". Comenzamos este seminario con la idea de partir del bagaje de conocimientos que poseen los maestros sobre el sistema de numeración, conocimientos que pusieron en juego en la resolución de problemas, para luego analizar los significados que se construyen a partir de ciertas propuestas, de un modo diferente de intervención didáctica para producir nuevas conceptualizaciones.

En la tabla mostramos el recorrido realizado a lo largo de los tres encuentros en que se desarrolló este seminario.

<table>
<tr><th colspan="3">Primer seminario: La enseñanza de la numeración en la escuela primaria</th></tr>
<tr><td colspan="3">El aprendizaje a través de problemas. La construcción del sentido de los conocimientos matemáticos.
La gestión de la clase. La circulación del conocimiento. La diversidad de procedimientos. Las intervenciones docentes. La cuestión del control por parte de los alumnos.</td></tr>
<tr><td>La enseñanza del sistema de numeración</td><td colspan="2">La enseñanza de los números racionales en la escuela primaria</td></tr>
<tr><td>Las dificultades de los niños para comprender las leyes que rigen el sistema.
Reconocer, leer y escribir números.
La exploración e interpretación de regularidades en la serie numérica.
Los conocimientos extraescolares de los alumnos como punto de partida para la enseñanza.</td><td>La enseñanza de las fracciones
Rupturas y continuidades con los conocimientos que los niños tienen acerca de los números naturales.
Su relación con la división de números naturales.
Significados y contextos de uso. La gestión de la clase y el trabajo con las expresiones equivalentes.
El trabajo con cálculo mental en la enseñanza de las fracciones.
Las fracciones equivalentes. La comparación de fracciones.</td><td>La enseñanza de los números decimales
Rupturas y continuidades con los conocimientos que los niños tienen acerca de los números naturales.
Contextos de uso de los mismos. Las escrituras equivalentes y su interpretación.
La posicionalidad en los números decimales.
Su relación con las fracciones decimales.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Los textos escolares. Las características que debe reunir un buen texto. El enfoque de la enseñanza que se pone de manifiesto en los textos escolares.</td></tr>
</table>

Como puede observarse, hay tres columnas centrales que representan los focos del seminario: *la enseñanza del sistema de numeración*, *la enseñanza de las fracciones* y *la enseñanza de los números decimales*.

Aunque estos focos constituyeron el corazón del trabajo matemático, en la tabla hay otros dos cuerpos que por su significatividad atraviesan y tensionan los procesos de

enseñanza. Uno de ellos está conformado por *la resolución de problemas y la gestión de la clase* y el otro, por *los textos escolares*.
¿Cómo se puede promover un trabajo distinto con la resolución de problemas de manera que problematice los significados que atribuyen los maestros a "resolver problemas en la escuela"? Desde el discurso, los docentes sostienen que los problemas son situaciones que generan un obstáculo a vencer pero al analizar las prácticas se pone en evidencia que los problemas están más vinculados a aplicar algo que ya se sabe o que el maestro ya explicó. Por ello la propuesta consistió en provocar que los maestros transiten una experiencia de resolución de problemas de numeración para luego conceptualizarla y pensar la enseñanza.
Un primer objetivo fue que todos los docentes se involucraran en el trabajo matemático para luego reflexionar sobre las distintas producciones, teniendo en cuenta las diferentes interpretaciones y soluciones dentro del grupo. A esta altura del camino recorrido vemos que han entrado en el juego que propusimos, confrontan las diferentes estrategias, fundamentan sus producciones y se implican en procesos de validación.
A partir de este trabajo matemático pudimos analizar el tipo de problemas que se proponen a los alumnos, la gestión que realiza de ellos y fundamentalmente comprender que no se aprende matemática sólo resolviendo problemas, que es necesario un proceso de reflexión sobre los modos de resolución, la toma de decisiones, la comunicación de los procedimientos elegidos, la validación y defensa de lo hecho, que implica confrontar y comparar con lo que hacen otros. La circulación del saber permite la toma de conciencia sobre lo que ya se sabe y de los límites de ese saber, hace posible la apropiación de estrategias utilizadas por otros, explicita errores y favorece la construcción de sentido ya que exige elaborar argumentaciones y pruebas para demostrar la validez de las afirmaciones. En este sentido, el tratamiento de los errores permitió poner en evidencia las concepciones subyacentes, comprendiendo que las producciones erróneas son motivadoras para la construcción del conocimiento.
Por último, el trabajo con los textos se centró en el análisis de diferentes propuestas editoriales. Los textos escolares acreditan cierta autoridad en tanto son portadores del saber socialmente legitimado. En ellos se ponen en evidencia las concepciones del autor respecto de la Matemática, de cuál es el saber a enseñar, del sujeto que aprende y del sujeto que enseña, entre otras.
Los docentes tuvieron oportunidad de analizar los textos que utilizan en sus clases, otros que llegaron a las escuelas provenientes de planes nacionales y los NAP, con el objetivo de promover la reflexión sobre la intencionalidad pedagógica que implica la selección de un determinado libro de texto, esto es, la definición de los modos de producción de conocimiento por parte de los alumnos, las interacciones que se generan en el aula, la circulación de la información, su propio rol, aspectos que definen los modos de enseñar y aprender. Razones que hacen necesario instalar el debate acerca de los requisitos que debe reunir un buen libro de texto. De aquí la importancia que le hemos asignado a este punto, por lo cual consideramos necesario instalar el debate acerca de algunos requisitos, características y condiciones que debe reunir un buen libro de texto.

3. Palabras para el cierre

Bednarz (2000) dice que este tipo de formación, "en la cual la didáctica interviene como un instrumento de formación y no como un objeto de conocimiento, está íntimamente vinculada con la riqueza de la reflexión realizada previamente por el formador, respecto del aprendizaje y la enseñanza de la matemática". Esta reflexión

didáctica ha sido un elemento clave en la interacción con los docentes, ha posibilitado una mejor comprensión de los contenidos matemáticos y una mayor flexibilidad al momento de pensar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en un aula particular, contribuyendo a que los maestros se animen a transitar junto a sus alumnos nuevos recorridos en la clase de matemática.

4. Referencias bibliográficas

Agrasar, M. & Chemello, G. (2008). Los conocimientos matemáticos en la formación de maestras y maestros. ¿Qué y cómo aprenden los que van a enseñar? *Revista 12ntes Enseñar Matemática. Nivel Inicial y Primario,* 3, 7-17.

Artigue, M., Douady, R., Moreno, L. & Gómez, P. (eds) (1995). *Ingeniería didáctica en Educación Matemática.* Bogotá: Iberoamérica.

Bednarz, N. (2000). *Formación continua de los docentes de matemática: una necesaria consideración del contexto.* Montreal: Universidad de Quebec, mimeo.

Brousseau, G. (1990). ¿Qué pueden aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la Didáctica de las Matemáticas? *Revista Enseñanza de las Ciencias*, vol 8, 3, 259-267.

Brousseau, G. (1994). Los diferentes roles del maestro. En: C. Parra & I. Saiz, (comp.), *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones* (pp 65-94). Buenos Aires: Paidós.

Brousseau, G, (2007). *Introducción a la Teoría de las Situaciones Didácticas.* Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Castorina, J. A. (1997). El debate Piaget-Vigotsky: la búsqueda de un criterio para su evaluación. En J. A. Castorina, E. Ferreiro, M. Khol & D. Lerner, *Piaget-Vigotsky: contribuciones para plantear el debate*. Buenos Aires: Paidós.

Chevallard, Y. (1997). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Chevallard, Y., Bosch, M. & Gascón, J. (1997). *Estudiar Matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Universidad de Barcelona. Instituto de Ciencias de la Educación. Barcelona: Horsori.

Godino, J. (2003). Perspectiva de la didáctica de las matemáticas como disciplina tecnocientífica. Universidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Matemática. Extraído el 13 mayo, 2011, de http://www.ugr.es/local/jgodino/

Lerner, D. (1996). La enseñanza y el aprendizaje escolar. En J. A. Castorina, E. Ferreiro, M. Khol & D. Lerner, *Piaget-Vigotsky: contribuciones para plantear el debate*. Buenos Aires: Paidós.

Lerner, D. (2001). Didáctica y Psicología: una perspectiva epistemológica. En J. A. Castorina (comp), *Desarrollos y problemas en Psicología Genética*. Buenos Aires: Eudeba.

Perrenoud, P. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa*, año 14, 503-523.

Quaranta, M. E. & Wolman, S. (2003). Discusiones en las clases de matemáticas: ¿qué se discute?, ¿para qué? y ¿cómo? En M. Panizza (comp), *Enseñar Matemática en el Nivel Inicial y Primer Ciclo de EGB: Análisis y Propuestas*. Buenos Aires: Paidós.

Sadovsky, P. & Panizza, M. (1995). Problemas didácticos en la capacitación docente. *Revista Propuesta Educativa*, 6, 33-40. Buenos Aires: Flacso.

Sadovsky, P. & Sessa, C. (2007). *La conformación de una comunidad matemática en un proceso de formación de maestros: un ejemplo privilegiado para conocer complejidades acerca de la clase de matemática*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Centro de Pedagogías de Anticipación.

Vergnaud, G. (1991). *El niño, las matemáticas y la realidad, problema de las matemáticas en la escuela*. México: Trillas.
Villella, J. (2007). *Matemática escolar y libros de texto: un estudio desde la Didáctica de la Matemática.* Buenos Aires: Miño y Dávila. Universidad Nacional de San Martín.

CARACTERÍSTICAS DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA TEMAS DE CÁLCULO NUMÉRICO: RESULTADOS Y AVANCES

María Eva Ascheri; Rubén Pizarro; Gustavo Astudillo; Pablo García
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa
mavacheri@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen
En el marco de actividades de investigación, estamos trabajando en el diseño y desarrollo de un software educativo que utilizamos como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de algunos temas de Cálculo Numérico que se dicta para el Prof. en Matemática, Lic. en Física e Ing. Civil de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam. Pretendemos realizar un estudio de los resultados que surjan del uso de este software en dicha materia. Esperamos que esta herramienta guíe los aprendizajes funcionando como apoyo a la explicación del profesor y además, que se pueda acceder libremente a ella en un entorno Web.
Presentamos en este trabajo, las características del software diseñado para algunos temas de Cálculo Numérico y los resultados obtenidos en encuestas realizadas a los alumnos luego de haber utilizado el software.

Palabras clave: cálculo numérico, software educativo, enseñanza y aprendizaje.

1. Introducción

En la primera etapa de nuestras investigaciones, hicimos un análisis sobre los temas que pretendíamos que incluyera este software educativo. La tarea no fue simple debido a la diversidad de contenidos que abarca la currícula de Cálculo Numérico y la heterogeneidad del grupo de alumnos. No obstante ello, de nuestra experiencia lograda a partir del desarrollo de un Proyecto de Investigación anterior, de la búsqueda y análisis del material disponible en línea sobre las temáticas que se abordan en un curso de Cálculo Numérico y de la priorización de contenidos de más difícil comprensión, decidimos incluir los siguientes temas de Cálculo Numérico: “Resolución numérica de ecuaciones no lineales”, “Interpolación y aproximación polinomial” y “Ajuste de curvas”.
En una segunda etapa, buscamos en Internet herramientas computacionales disponibles, destinadas a la enseñanza y el aprendizaje de dichos temas. Comprobamos que no existen aplicaciones de acceso libre que aborden los temas con la intención de usarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje; se centran, básicamente, en el cálculo numérico de los problemas a resolver. Existen, en general, un gran número de sitios que ofrecen los algoritmos implementados en diversas páginas Web con applets o animaciones que aplican los métodos para funciones fijas, muestran el desarrollo de los métodos o, simplemente, arrojan los resultados de la aplicación de un método en particular.
En una tercera etapa, comenzamos con el diseño del software educativo teniendo como objetivo disponer de un material didáctico de acceso gratuito elaborado específicamente para intentar facilitar el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los contenidos temáticos antes señalados. En esta etapa, elaboramos, probamos y realizamos los ajustes necesarios durante el desarrollo del curso de Cálculo Numérico (2008, 2009 y 2010), la parte correspondiente a los temas *Resolución Numérica de Ecuaciones no Lineales* e *Interpolación y Aproximación Polinomial* (Ascheri y cols., 2009).

En una cuarta etapa, comenzamos a trabajar en el diseño del software educativo la parte que se refiere al tema *Ajuste de curvas por mínimos cuadrados* a través de la visualización gráfica del comportamiento de los métodos numéricos correspondientes. Esta sección será puesta a prueba durante el segundo cuatrimestre del presente ciclo lectivo, además, claro está, de utilizar todo el software desarrollado hasta el momento.

2. Desarrollo

Consideraciones para la elaboración del software

Estamos desarrollando este software educativo íntegramente con software libre. Utilizamos PHP, HTML, CSS, la librería JPGraph y GIMP para el diseño y edición de imágenes (en formato PNG).

El desafío que nos planteábamos no se centraba únicamente en desarrollar una aplicación Web. Además, debería ser un software educativo. Consideraremos software educativo a toda aplicación informática que se haya diseñado intencionalmente para impactar en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, es decir, tomando la definición dada por Pere Marquès (1996, pp.2): "*programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje*".

Teniendo esto como referencia, avanzamos en la selección de herramientas de libre acceso que nos permitieran hacer el desarrollo de un software libre. Esto es, "*el software libre es aquél que puede ser distribuido, modificado, copiado y usado; por lo tanto, debe venir acompañado del código fuente para hacer efectivas las libertades que lo caracterizan*." (Culebro Juárez y cols., 2006). Las libertades, según la Free Software Foundation, son para:

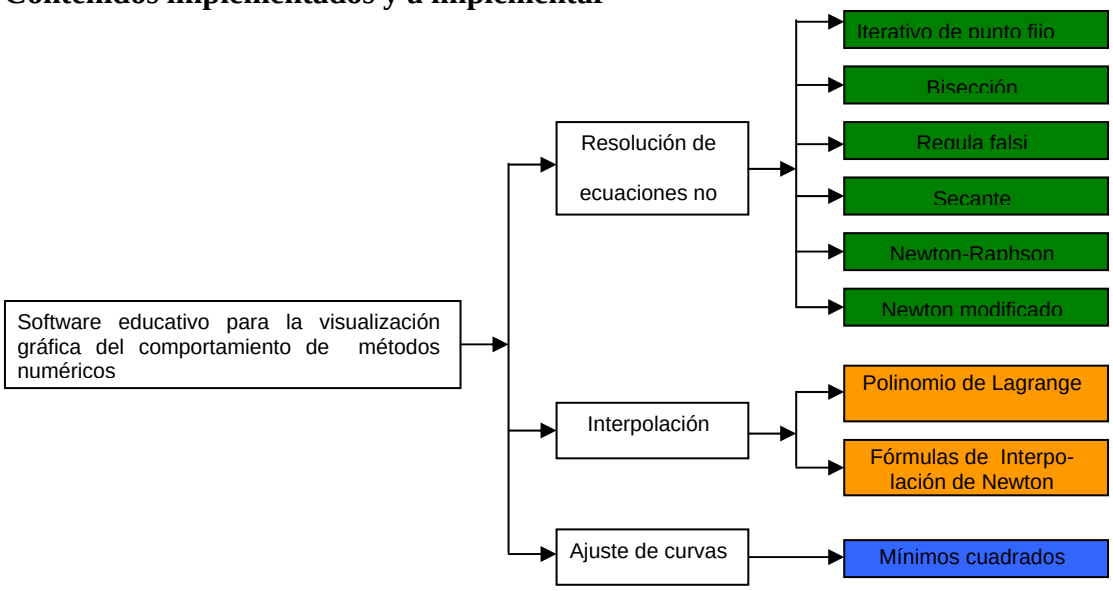
- ✓ ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito,
- ✓ estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo,
- ✓ redistribuir copias,
- ✓ mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad.

A finales del año 2008 y principios del 2009, comenzamos con la evaluación de la aplicación. Para esta primera etapa de la evaluación, utilizamos una técnica denominada *caminata cognitiva*. En ella, "*un grupo de expertos simula la manera en como un usuario* ***caminaría*** *por la interfaz al enfrentarse a tareas particulares*." (Baeza Yates y Rivera Loaiza, 2002, pp.8). Esto nos permitió identificar un conjunto de fortalezas y debilidades en la aplicación de acuerdo al aprendizaje, al tratamiento del error y a la usabilidad.

Para evaluar la usabilidad, es decir, la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario en condiciones específicas de uso (Wikipedia, 2009), utilizamos las heurísticas adaptadas por Instone (1997) y citadas por Baeza Yates y Rivera Loaiza (2002)

El análisis desde el punto de vista de la usabilidad del software, nos dio como resultado un conjunto de recomendaciones que nos permitieron realizar varias mejoras al software (Ascheri y cols., 2009). Estas mejoras nos llevaron a realizar una mejor navegabilidad y a crear opciones más claras para facilitar la resolución de los ejercicios y la visualización de los resultados, a escribir una ayuda más apropiada y a realizar una visión global de los métodos en la asignatura e información de sus autores (Ascheri y cols., 2010).

Contenidos implementados y a implementar



Todos los métodos mencionados en el cuadro anterior se encuentran actualmente programados. Restan realizar los ajustes necesarios en las ayudas e interacción con el usuario. Se ha experimentado en el curso de Cálculo Numérico desarrollado en los años 2008 a 2010, los métodos que aparecen en los cuadros de color verde. Para el segundo cuatrimestre del presente año se implementarán los métodos restantes (interpolación polinomial y ajuste de curvas).

Qué nos ofrece el software

El sitio del software se accede en http://online2.exactas.unlpam.ede.ar/numerico/

Con las próximas figuras trataremos de hacer una rápida síntesis de los resultados que ofrece el software al ingresar a las distintas opciones. Así, en la *Figura 1*, vemos el primer menú que nos aparecerá al iniciar la navegación por el sitio:

Figura 1

Ingresando a la opción **"Cálculo de raíces"** aparece la ventana que nos permitirá elegir alguno de los seis métodos que implementamos para la resolución de ecuaciones no lineales: **Bisección, Iterativo de punto fijo, Secante, Regula Falsi, Newton- Raphson y De von Mises**

Al seleccionar, por ejemplo, el método de **"Newton-Raphson"** aparecerá una nueva ventana, como se muestra en la *Figura 2*, en la cual se ingresan los datos necesarios para poder implementarlo.

Figura 2

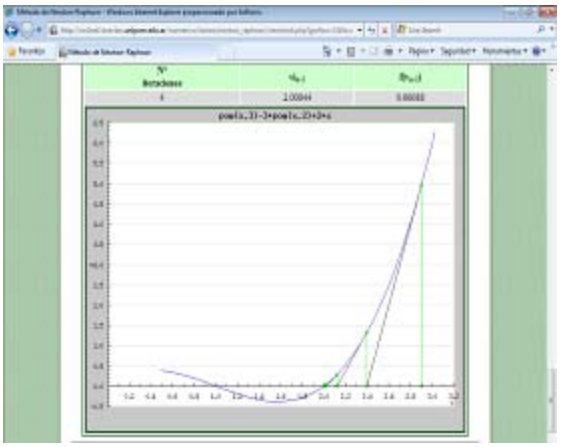


Figura 3

Al seleccionar la opción "**Aplicar el método"**, se obtienen sucesivas imágenes en las cuales se representa la gráfica de la función y las correspondientes aproximaciones a la raíz que se está buscando, obteniendo en este caso el gráfico *de la Figura 3*.
Finalmente, se mostrarán los datos numéricos relacionados con la resolución del problema propuesto, como se muestra en la *Figura 4*:

Figura 4

Si elegimos alguno de los otros métodos, el software responde de manera similar de acuerdo al problema a resolver.
Ahora bien, si en la *Figura 1* seleccionamos la opción "**Interpolación**", aparecerá una nueva ventana que nos permitirá elegir uno de los métodos de interpolación incluidos en el software. Al elegir el método de "**Lagrange**", obtendremos la siguiente pantalla (*Figura 5*):

Figura 5

Podremos elegir la opción de interpolar aplicando la fórmula de Lagrange, conociendo o no la función. De esta forma, si seleccionamos la opción en la que conocemos la función e ingresamos la misma, los valores en la cual la queremos calcular y el valor a interpolar, obtendremos los resultados que se muestran en las *Figuras 6* y 7:

Figura 6

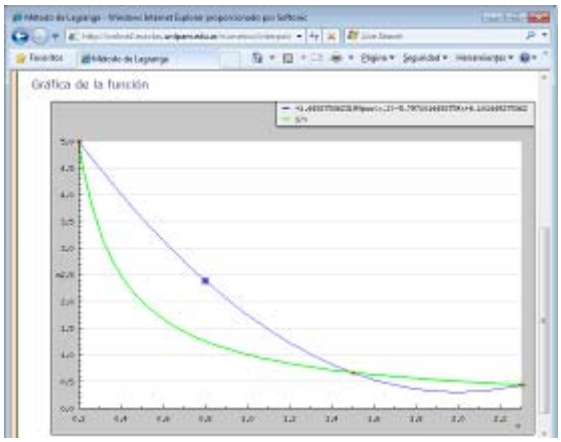


Figura 7

En la *Figura 6*, vemos los resultados numéricos que arroja el software, incluyendo el polinomio de interpolación obtenido. En la *Figura 7*, observamos la representación gráfica de la función conocida, del polinomio obtenido y del resultado del valor interpolado.

Por último, para realizar el ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados accedemos a la opción **"Ajuste de curvas"** (*Figura 1*). Luego de cargar la tabla de valores, el software graficará los puntos ingresados para que el usuario seleccione el tipo de ajuste que realizará (polinómico o exponencial), como se muestra en la *Figura 8*

Figura 8

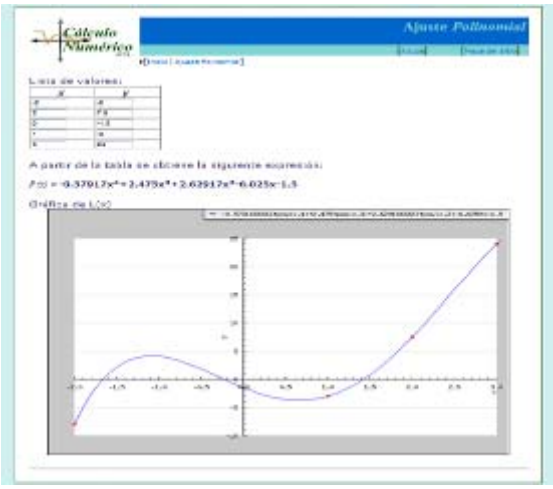


Figura 9

En la *Figura 9* se ve el resultado luego de elegir, en este caso, el ajuste polinómico.

Para qué y cómo utilizamos el software

Las actividades desarrolladas en Cálculo Numérico requieren de la realización de muchos cálculos. Se estudian diferentes métodos numéricos para obtener soluciones

aproximadas a problemas que analíticamente no pueden resolverse o que resulta muy complejo poder hacerlo. Previo a la implementación del software educativo, durante el cursado de esta materia, los alumnos estudiaban los distintos métodos numéricos aplicando las diferentes fórmulas y elaboraban programas sencillos que resolvían numéricamente los problemas planteados. En todos los casos, advertimos, desde la cátedra, que la búsqueda de la solución esperada hacía que se perdiera de vista el funcionamiento de los métodos, su interpretación gráfica, las condiciones para su aplicación, el error cometido, entre otros. Esto nos motivó a que nos planteáramos diseñar un software educativo acorde a las necesidades y objetivos propuestos para el desarrollo Cálculo Numérico. Por ello, con este software educativo, esperamos lograr un mayor estudio de los aspectos gráficos de los diferentes métodos analizados.
Como vimos en las figuras anteriores es necesario considerar una serie de requerimientos para aplicar los métodos numéricos. Una vez que el usuario determine estos requerimientos, verá si la respuesta obtenida es adecuada o no, de acuerdo al problema que intenta resolver. Pretendemos así, que el alumno realice una revisión de los conceptos teóricos para confirmar por qué un método está funcionando o no, cuál de los métodos resulta más adecuado para resolver el problema en cuestión y hacer un análisis gráfico de cómo se obtienen los resultados.
Este software es utilizado en las clases teóricas y prácticas. En estas últimas, se resuelven ejercicios de los trabajos prácticos y de las evaluaciones parciales, mientras que para el desarrollo de la teoría, se utiliza el software para la interpretación geométrica de los métodos numéricos estudiados, para el planteo y desarrollo de nuevos ejemplos.

3. Resultados obtenidos

Transitando el cuarto año en el que utilizaremos el software en el curso de Cálculo Numérico, hemos obtenido información sobre el impacto del mismo en el desarrollo de las clases. Realizamos encuestas y registramos observaciones de clases, además de considerar los resultados obtenidos en las evaluaciones parciales.
Del análisis de las encuestas realizadas, podemos afirmar que los alumnos, en su gran mayoría, señalan:

- *"es muy positivo la inclusión del software en el desarrollo de las clases",*
- *"el software me facilitó la comprensión de los diferentes métodos vistos",*
- *"me resultó fácil comprender su funcionamiento",*
- *"es muy importante poder acceder al mismo por medio de Internet, porque no tengo que instalar software adicional en mi computadora y además, lo puedo usar fuera de los horarios de cursado".*

Las respuestas a las encuestas fueran muy positivas. Sin embargo, de las observaciones de las clases podemos señalar los siguientes aspectos:

- varios alumnos afirman *"...esto de las computadoras no es para mí…"*, al momento de tener que utilizarlas en sus actividades,
- la mayoría de los alumnos siguen utilizando la calculadora por sobre la computadora para la realización de cálculos,
- ante la posibilidad de realizar reiterados intentos con diferentes valores en el software, existe una tendencia a quedarse con el primer resultado obtenido, lo que dificulta la extracción de conclusiones.

Por lo que expresan los alumnos en las diferentes instancias, podemos ver que si bien conocen y acuerdan con la incorporación de TIC en sus actividades de estudio,

reconocen ciertas dificultades en el uso de las computadoras, en la mayoría de los casos, por no tener experiencias previas. Sólo la han utilizado en la realización de actividades complementarias u optativas. Esto coloca a las computadoras en un rol secundario y no como una herramienta de apoyo para el desarrollo de las actividades. Como integrantes de la cátedra de Cálculo Numérico y del grupo de investigación, podemos afirmar que trabajar en este software nos ha permitido incorporar herramientas de programación y contar en la actualidad con nuevas herramientas didácticas para el desarrollo de los contenidos temáticos.

4. Conclusiones

Del uso del software, podemos concluir que si bien ha sido positiva su implementación en el desarrollo de Cálculo Numérico, aún la utilización de las computadoras no es considerada por los alumnos como un proceso natural; siguen priorizando el uso de lápiz, papel y calculadora. Dado que esta materia se cursa en tercer año del Profesorado en Matemática, los alumnos han transcurrido al menos 15 años en un sistema educativo en el cual, en sus actividades, mantienen tareas netamente tradicionales. La mayoría de nuestros alumnos son futuros Profesores de Matemática de Nivel Medio, por lo cual sus experiencias con la inclusión de tecnologías en sus clases (como alumnos) deberían ser más frecuentes, pudiendo de esta forma aceptar y mejorar su manejo de la computadora y de diferentes software. Las políticas diseñadas para la inclusión de TIC (por ejemplo, Programa Conectar Igualdad), en nuestra opinión, implicará que los nuevos profesores estén ampliamente capacitados para poder utilizarlas. Con la concreción de experiencias como la del presente trabajo, tratamos de aportar a este objetivo.

Continuar con la elaboración del software educativo ampliando los contenidos a desarrollar, incorporándolo a otras asignaturas y analizando la metodología de trabajo, son seguramente líneas de trabajo que nos permitirán aproximarnos al logro de los cambios en Educación que se pretenden conseguir. Creemos necesario investigar cuál es el impacto del uso del software en el rendimiento académico de los alumnos, por lo que incluimos también este tema entre las futuras líneas de investigación.

5. Bibliografía

Ascheri, M. E. Astudillo, G., García, P., Pizarro, R. y Culla, M. E. (2009). *Análisis de un software educativo para Cálculo Numérico*. (pp. 148-158). Memorias del VI CIEMAC. Cartago. Costa Rica. Disponible en http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/

Ascheri, M. E., Astudillo, G., García, P., Pizarro, R. y Culla, M. E. (2010). *Elaboración de un software educativo usando herramientas gratuitas. Primeras evaluaciones*. (pp. 1-8). Memorias del V TE&ET. Argentina: RedUNCI.

Baeza Yates, R. y Rivera Loaiza, C. (2002). *Ubicuidad y Usabilidad en la Web*. Recuperado enero de 2009, de http://www.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html

Culebro Juárez, M., Gómez Herrera, W. y Torres Sánchez, S. (2006). *Software libre vs software propietario. Ventajas y desventajas*. México: (CC) Creative Commons. Recuperado marzo de 2009, de http://www.softwarelibre.cl/drupal//files/32693.pdf.

Instone, K. (1997). *Site Usability Evaluation – Part. 1*. Recuperado el febrero de 2009, de http://instone.org/siteeval.

Marqués, P. (1996). *El software educativo*. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado enero de 2009, de http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software

Wikipedia, La enciclopedia libre. (2009). Usabilidad. Recuperado el 28 de marzo de 2009, de http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Usabilidad&oldid=23617834.

AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN MATEMÁTICA DE ALUMNOS INGRESANTES A LA UNIVERSIDAD

Gibelli, Tatiana Inés
Universidad Nacional de Río Negro, Viedma, Río Negro, Argentina
tatianagibelli@gmail.com

Resumen
Un gran número de alumnos que inician estudios superiores presentan dificultades en su desempeño académico vinculadas a deficiencias no sólo de conocimientos específicos sino también, y fundamentalmente, de estrategias y hábitos de estudios.
En este trabajo se pretende indagar específicamente en la capacidad de autorregulación del aprendizaje de alumnos ingresantes a la universidad, en particular, analizando el tipo de estrategias y recursos que utilizan para sus estudios en la disciplina matemática. Para ello se realizó análisis exploratorio con un grupo de estudiantes que se encuentra cursando su primeras materias universitarias, con el objetivo de identificar variables y relaciones, sugerir hipótesis y dirigir otras fases de la investigación. Se presentan detalles de este análisis así como resultados y conclusiones.

Palabras clave: Autorregulación, Matemática, Ingreso, Universidad

1. Introducción

Algunos estudios revelan el hecho de que un número considerable de estudiantes confrontan dificultades para la comprensión, asimilación, interpretación y aplicación a situaciones concretas, de los conocimientos relativos a diferentes tópicos de la Matemática. Esto se manifiesta en que los alumnos no alcanzan un sólido dominio de conceptos básicos y las habilidades correspondientes, los cuales constituyen premisas para el aprendizaje del resto de los contenidos de la matemática. Como consecuencia de ello, se observa una gran deserción y abandono en los primeros años en las instituciones de educación superior.
Por otra parte, los egresados de nivel medio se caracterizan, cada vez más fuertemente, por la falta de conocimientos, habilidades y hábitos imprescindibles para los estudios universitarios, desde la falta de conocimientos específicos en las disciplinas de base, hasta la ausencia de hábitos de estudio y de compromiso con su elección profesional.
En este trabajo nos interesa ahondar el análisis en los hábitos de estudio de los alumnos ingresantes a la universidad y la autorregulación del aprendizaje en la disciplina matemática. Para ello, se realizó un trabajo de investigación considerando un grupo de alumnos de primer año de una carrera universitaria que se encuentra cursando sus primeras asignaturas, centrando el análisis en una materia vinculada a la disciplina matemática. Utilizando una metodología de encuestas se realiza una indagación sobre estrategias y hábitos de estudios de dicho grupo. Se analiza además su rendimiento académico intentando identificar factores que pueden incidir en el mismo.

2. Autorregulación de los aprendizajes

Algunas definiciones

El aprendizaje autorregulado es un tema de investigación reciente, con un abordaje cognitivo del aprendizaje, relacionándolo con formas de aprendizaje académico independientes y efectivas que implican metacognición, motivación intrínseca y acción

estratégica (Perry, 2002). Se define como "un proceso activo en el cual los estudiantes establecen los objetivos que guían su aprendizaje intentando monitorizar, regular y controlar su cognición, motivación y comportamiento con la intención de alcanzarlos" (Rosário, 2004, p. 37), y hace referencia a la capacidad del individuo de ajustar sus acciones y metas para conseguir los resultados deseados teniendo en cuenta los cambios en las condiciones ambientales (Zeidner, Boekaerts y Pintrich, 2000).
Se concibe al estudiante como parte activa y fundamental del proceso de aprendizaje, centrada en la persona que aprende, y no solo en lo que aprende, sino y sobre todo en relación a cómo aprende (Cochram-Smith, 2003). Los alumnos que autorregulan su aprendizaje participan activamente en los procesos del mismo, monitorizando y regulándolos y orientándolos hacia los resultados (Pintrich y Schrauben, 1992), siendo estratégicos y manteniéndose motivados hacia metas importantes (Blumenfeld y Marx, 1997; McCombs y Marzano, 1990).

Rol del docente

Diversos autores han puesto el énfasis en analizar si es posible enseñar a autorregular el proceso de adquisición del conocimiento (Castelló y Monereo, 1998; Pozo y Monereo, 2002; Simón, Márquez y Sanmartí, 2006; Díaz, Neal y Amaya-Willians, 1990; entre otros). Varios de ellos concluyen que es necesario considerar el papel del adulto en el desarrollo de la autorregulación y particularmente, la estimulación para el desarrollo del aprendizaje autorregulado.
A pesar de que los resultados de la investigación refuerzan la importancia de que los estudiantes aprendan a autorregular su aprendizaje a partir de una enseñanza sistemática e intencional, pocos profesores, en realidad, preparan a sus alumnos con esas capacidades que les conduzcan a poder desempeñar un aprendizaje personal y de manera autónoma (Zimmerman, 2002). El docente tiende a considerar el estudio fuera de la clase como una actividad privada del alumno y acerca de la cual no tiene ninguna responsabilidad.

Autorregulación en matemática en el inicio de estudios superiores

Se observa que los alumnos que inician estudios superiores presentan dificultades para encarar exitosamente sus estudios. Las deficiencias observadas no están vinculadas sólo a conocimientos específicos sino también, y fundamentalmente, de estrategias y hábitos de estudios que les permitan asimilar los nuevos conceptos, ya que no son capaces de autorregular su propio proceso de aprendizaje (Allgood, Risko, Álvarez y Fairbanks, 2000). La capacidad de autorregulación de los aprendizajes por parte del alumno juega un papel clave en el éxito académico y en cualquier contexto vital (Nota, Soresi y Zimmerman, 2004). En particular, se considera que esta falta de estrategias y procesos de autorregulación para poder enfrentarse al aprendizaje es el factor principal del fracaso universitario (Tuckman, 2003). Por ello, es necesario que los estudiantes lleguen a la Universidad con esas competencias que les permitan realizar un aprendizaje autónomo e independiente.
Respecto de las prácticas pedagógicas en el inicio de los estudios superiores, especialmente en las ciencias exactas, la mayoría de los profesores universitarios siguen una metodología tradicional de enseñanza. Hay algunos profesores que mantienen una línea clásica y siguen el esquema definición-ejemplo- aplicación y no contemplan propuestas metodológicas alternativas (Moreno Moreno y Azcárte Jiménez, 2003).

3. Método

El método de colección de datos utilizado es la encuesta, en la cual se define específicamente el grupo de individuos que da respuesta a un número de preguntas específicas (Baker, 1997). Este método fue elegido pues "es capaz de dar respuestas a problemas tanto en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida de información sistemática, según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida" (Buendía y otros, 1998). En esta investigación la encuesta es utilizada como instrumento exploratorio para ayudar a identificar variables y relaciones, sugerir hipótesis y dirigir otras fases de la investigación (Kerlinger, 1997).

Participantes

Se consideró el total de grupo de alumnos de la materia Matemática y Estadística de la carrera de Licenciatura en Ciencias del Ambiente, constituido por 19 estudiantes: 10 mujeres y 9 varones.

La materia considerada corresponde al primer cuatrimestre del primer año de estudios de la carrera, por lo que la mayoría de los alumnos son ingresantes a la universidad, si bien un 42% de ellos manifestó haber tenido alguna experiencia previa de estudios superiores. El cursado de dicha materia es de carácter presencial con 2 clases semanales de 2 hs cada una.

La edad media del grupo considerado es de 22 años, con un coeficiente de variación del 24% (dispersión moderada), con un mínimo de 18 años y un máximo de 37 años.

Instrumentos

La instrumentación de la encuesta se realizó a través de un cuestionario. Se seleccionó esta técnica de recogida de datos pues se pretende "conocer lo que hacen, opinan o piensan los encuestados mediante preguntas realizadas por escrito y que puedan ser respondidas sin la presencia del encuestador" (Buendía y otros, 1998).

La encuesta presenta una primer parte de tipo descriptivo para poder hacer una caracterización del grupo analizado y una segunda parte de tipo explicativo con el objetivo de contrastar hipótesis y establecer relaciones.

El cuestionario incluye preguntas de respuesta cerrada que ofrecen una elección entre dos o más alternativas, en particular del tipo dicotómico (respuesta si o no). También se incluyen preguntas abiertas que proporcionan un marco de referencia, pero imponen un mínimo de restricciones a la respuesta. Éstas ultimas tiene la ventaja de permitir al entrevistado profundizar en sus respuestas libremente, permitiendo así valorar de mejor manera las actitudes, emociones y pensamientos de éste.

4. Resultados y discusión

Estrategias de estudio

Uno de los factores analizados fue el uso de estrategias o técnicas de estudio utilizadas usualmente. Las estrategias mencionadas fueron: lectura de materiales sobre el tema (63%), realización de ejercitación (58%), elaboración de resumen (37%), memorización (5%) y confección de mapas conceptuales (5%). Se consultó, además, si consideraban que para estudiar matemática utilizaban alguna estrategia de estudio específica diferente a otras materias. El 63% de los estudiantes menciona la realización de ejercitación, el 32% dice que no utiliza ninguna diferente y un 5% menciona la realización de resumen.

Otra cuestión sobre la que se indagó fue si en algún momento recibieron algún tipo de formación acerca de estrategias de estudio. El 47% respondió afirmativamente, siendo para la mayoría de estos casos una formación vinculada a lectura, comprensión de

textos, realización de resumen, mapas conceptuales, etc.
Frente a la pregunta sobre si cambiaron las estrategias de estudio respeto a las utilizadas en nivel medio, el 47% respondió afirmativamente. Este grupo manifiesta que los principales cambios fueron: dedicar más tiempo más tiempo (50%) y menos memorización aumentando uso del razonamiento y compresión (50%).
En base a lo observado anteriormente se puede inferir que los alumnos dicen conocer algunas estrategias que les permitirían autorregular su aprendizaje, aunque más de la mitad manifieste no haber recibido una formación específica al respecto.
Respecto al tipo de estrategias, se observa que quienes han recibido alguna formación previa, no mencionan técnicas específicas para el estudio de matemática o ciencias exactas, como por ejemplo, razonamiento lógico, resolución de problemas, etc. La estrategia que la mayoría de los alumnos reconoce como específica de la asignatura es la realización de ejercitación. En este sentido, podemos señalar que las estrategias de estudio que efectivamente se pondrán en juego en la resolución de ejercitación, dependerán del tipo de ejercitación que se les propone, pues, como plantea Patricia Sadovsky (2005) "Las ideas matemáticas –los conceptos, las estrategias, las herramientas, los modos de representar, las normas- no existen independientemente de las prácticas asociadas a ellas".
Se observa, además, que algunos alumnos han realizado una adecuación de las estrategias de acuerdo al medio. Este es un aspecto fundamental de autorregulación para los alumnos que inician estudios superiores. Sin embargo, como se observa en este caso, más de la mitad aún no consideró necesario cambios en sus estrategias respectos a las utilizadas en nivel medio. En muchos caso, estas adecuaciones no se realizan o requieren de un mayor tiempo de adaptación.

Recursos utilizados para el estudio

Se analizó el uso de los siguientes recursos por parte de los alumnos:

- Materiales: Consultados acerca del material utilizado para el estudio, la mayoría (95%) menciona el uso de los apuntes (los tomados en clases y los que deja el docente en fotocopiadora). Algunos mencionan además el uso de libros de textos (42%) y consulta a materiales web (32%).
- Tiempo: Respecto al número de horas semanales extra-clase utilizados para el estudio de la materia, se observa una variación de 0 a 5 hs totales; siendo la media de 2,63 hs, con un coeficiente de variación de 47% (que indica que hay gran dispersión en la muestra respecto al número de hs).
- Asesoramiento: Al consultársele a quien recurrían en caso de dudas las respuestas fueron: el 58% consulta a sus compañeros, el 47% recurre al profesor y un 21% dice que no suele consultar.

Del análisis anterior podemos señalar que la cantidad de tiempo destinado al estudio es bastante inferior al esperado. Respecto a los materiales utilizados, la mayoría manifiesta utilizar el apunte de clase, siendo para algunos la única fuente. Esto le da un peso demasiado importante a las selección y recorte de información realizado por el docente. En cuanto al asesoramiento la mayoría suele recurrir a los pares, siendo el docente la según opción de preferencia. En este sentido puede suponerse que es por una cuestión de afinidad y confianza aunque debería tenerse en cuenta al buscar asesoramiento, en el conocimiento y experiencia de la persona sobre el tema.

Rendimiento académico

Se consideró para el análisis la nota obtenida en el primer parcial de la materia considerada como una variable en la que se puede observar el rendimiento académico de los alumnos. Este primer examen de la materia se realizó luego de 45 días del inicio de las clases, fue corregido con nota porcentual, y el criterio de la aprobación del mismo era la obtención de un puntaje mayor o igual a 60 puntos.

Respecto a los resultados, se observó un porcentaje de aprobación del 37%. La nota promedio de todo el grupo fue de 42 puntos, con un coeficiente de variación del 51%, lo que muestra una gran dispersión.

Se observó además la incidencia de cuatro factores sobre las notas, los cuales marcan una diferencia significativa en la nota obtenida:

- Preparación previa para el examen: El 63% de los estudiantes manifiesta que se ha preparado para el examen, siendo la nota media para este grupo de 54 puntos; mientras que quienes manifestaron no han realizado ninguna actividad en particular al respecto (37%) obtuvieron una nota promedio de 21 puntos.
- Número de horas extra-clase dedicadas al estudio: La nota media para quienes utilizaron hasta un máximo de 2 hs de estudio extra-clase fue de 26 puntos; mientras que para quienes dedicaron más de 2 hs, la nota media fue de 53 puntos.
- Cambio las estrategias de estudio respecto a nivel medio: La nota media de los que manifiestan que no cambiaron sus estrategias es de 30 puntos, mientras que la nota promedio de quienes si lo hicieron es de 52 puntos.
- Experiencia previa en estudios superiores: La nota promedio de los alumnos que manifestaron tener alguna experiencia previa en estudios superiores fue de 54 puntos; mientras que para quienes manifestaron que esta era su primera experiencia, la nota promedio fue de 32 puntos.

A modo de síntesis podemos señalar que el porcentaje de aprobación es bajo, aunque este suele ser una situación frecuente en los primeros parciales de alumnos ingresantes. Se han observado además algunas cuestiones que parecen tener relación con el rendimiento. El análisis indicaría que tienen un mejor rendimiento aquellos alumnos que han realizado adecuaciones a en sus estrategias de estudio respecto al nivel medio, dedican un mayor tiempo al estudio además de realizar actividades específicas para prepararse para el examen; es decir, quienes tiene mayor control y autorregulación de su aprendizaje. Por otro lado, se observa un mejor rendimiento en quienes han tenido alguna experiencia previo en estudios superiores, lo que permitiría suponer que la experiencia es un factor ayuda en la adaptación a los nuevos requerimiento en cuanto a los estudios.

5. Conclusiones

La autorregulación del aprendizaje por parte de los alumnos universitarios es esencial para un desempeño académico adecuado. La investigación realizada permite inferir que la autorregulación en los alumnos ingresantes necesita ser estimulada, en especial mediante acciones desarrolladas como una actividad intencional por parte del docente. Por ello, se hace necesario un cambio en el rol del docente: dejar de enfatizar la adquisición y transmisión de conocimientos para convertirse en generador de nuevas formas de pensamiento y acción más adecuadas a las características de los nuevos tiempos, formando en aquellas competencias y capacidades que permitan conseguir un aprendizaje continuo o permanente a lo largo de toda la vida. El objetivo es que los

alumnos aprendan a ser sus propios maestros; que aprendan a aprender y es por esto que se habla de la necesidad de pasar de la enseñanza a la práctica autorreflexiva (Schunk y Zimmerman, 1998). Para ello será necesario ir introduciendo cambios en las prácticas docentes introduciendo actividades donde el alumno vaya asumiendo el control activo de su aprendizaje para ir adquiriendo así estrategias de autorregulación.

Respecto a la enseñanza de la matemática, en distintos niveles de enseñanza, usualmente ha sido mostrada como una ciencia acabada donde no hay verdadera ocasión para la creatividad. Frente a esta postura del docente, los alumnos tienden a desarrollar estrategias de memorización y repetición. Varias investigaciones pretender mostrar que es necesario un cambio en tal sentido, poniendo más énfasis en la actividad del alumno y los procesos de pensamiento que se utilizan, más en los contenidos en sí mismos. Al respecto, Miguel de Guzmán (1993) plantea: "Una de las tendencias generales más difundidas hoy consiste en el hincapié en la transmisión de los procesos de pensamiento propios de la matemática, más bien que en la mera transferencia de contenidos. La matemática es, sobre todo, saber hacer, es una ciencia en la que el método claramente predomina sobre el contenido."

6. Referencias

Allgood, W. P., Risko, V. J., Álvarez, M. C. y Fairbanks, M. M. (2000). "Factors that influence study". En R. F. Flippo y D. C. Caverly (Coord.), Handbook of college reading and study strategy research, (pp. 201-219). NJ: LEA.

Baker, J., 1997. "Studying Equality", Imprints, Vol. 2, No. 1, pp. 57-71

Blumenfeld, P.C. y Marx, R.W. (1997). Motivation and cognition. En H.J. Walberg and G.D. Haertel (Eds.), Psychology and educational practice (pp. 79-106). Berkeley, CA: McCutchan Publishers.

Buendía, L., Colás, P. y Hernández, F. (1998). Métodos de Investigación en Psicopedagogía. Madrid: McGraw-Hill.

Castelló, M. y Monereo, C. (1998). Las estrategias de aprendizaje: ¿sirven las técnicas para aprender a aprender? Comunicación y Pedagogía, 152, 21-38.

Cochran-Smith, M. (2003). Teaching quality matters. Journal of Teacher Education, 54(2), 95-98.

Díaz, R.M., Neal, C.J. y Amaya-Willians, M. (1990). Orígenes sociales de la autorregulación. En L.C. Moll (ed.), Vygotsky y la educación. Connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica en la educación (p. 153-186). Cambridge: Cambridge University Press.

Guzmán, M. (1993). Tendencias innovadoras en educación matemática, OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura). Editorial Popular.

Kerlinger, F. (1997). Investigación del comportamiento. México, D.F.: McGraw-Hill.

McCombs, B y Marzano, R, 1990. Putting the self-regulated learning: the selfas agent in integrating will and skill. Educational Psychologist, 15 (pp. 51-69)

Moreno Moreno, M. y Azcárate Jiménez, C. (2003). "Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales". Enseñanza de las ciencias, 21 (2), 265-280.

Nota, L., Soresi, S. y Zimmerman, B.J. (2004). "Self-regulation and academic achievement and resilience: a longitudinal study". International Journal of Educational Research, 41(3), 198–251.

Perry, N.E. (2002). Introduction: Using qualitative methods to enrich understandings of self-regulated learning. Educational Psychologist, 37(1), 1-3.
Pintrich, P. R., y Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom tasks. En D. Schunk y Meece (Eds.), Student perceptions in the classroom: Causes and consequences (pp. 149-183). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
Pozo, J.I y Monereo, C. (2002). El aprendizaje estratégico. Madrid: Santillana.
Sadovsky, P, (2005). Enseñar matemática hoy-Miradas, sentidos y desafíos. Editorial del Zorzal.
Rosário, P. (2004). Estudar o Estudar: As (Des)venturas do Testas. Porto: Porto Editora.
Schunk, D. H., y Zimmerman, B. J. (1998). Conclusions and future directions for academic interventions. En D. H. Schunk y B. J. Zimmerman (Eds.), Self-Regulated learning. From teaching to self-Reflective Practice (pp. 225-234). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
Simón, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación: diez años después. Alambique, 48, 32-41.
Tuckman, B.W. (2003). "The effect of learning and motivation strategies training on college students' achievement". Journal of College Student Development, 44 (3), 430-437.
Zimmerman, B. J. (2002). "Becoming a self–regulated learner: an overview". Theory into Practice, 41, (2), 64 – 70.
Zeidner, M., Boekaerts, M., Pintrich, P. (2000). Self-regulation: Directions for future research. In M. Boekaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.). Handbook of self-regulation (pp. 749-768). San Diego: Academic Press.

ARTICULACIÓN DE CONTEXTOS Y HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE VALORES Y VECTORES PROPIOS

Egle Elisabet Haye; María Elina Díaz Lozano
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
ehaye@fiq.unl.edu.ar

Resumen
En los últimos años, muchas investigaciones en educación matemática pusieron el acento en la valoración de estrategias para el aprendizaje basadas en la coordinación y tránsito entre los diferentes contextos en los cuales los conceptos son presentados.
Las actividades didácticas que se proponen en este trabajo para el tratamiento del tema valores y vectores propios de una matriz, están destinadas a los estudiantes que cursan la asignatura Álgebra Lineal en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL y tienen el propósito de favorecer fundamentalmente a través de la visualización y el uso de herramientas computacionales el estudio de la interpretación geométrica de los conceptos relacionados a valores y vectores propios, específicamente en R^2, en distintos contextos.

Palabras clave: matemática universitaria, valores y vectores propios.

1. Fundamentación de la propuesta

El Algebra Lineal es una disciplina caracterizada por la generalidad en el enfoque y la abstracción de sus objetos de estudio. Tal vez por ello, los procedimientos de enseñanza usuales en muchas áreas de la matemática, asentados sobre justificaciones algebraicas y desarrollos simbólicos, se observan con fuerza en los temas del Algebra Lineal.
Como alternativa a una forma de enseñanza tradicional basada principalmente en procedimientos analíticos, la teoría de las representaciones semióticas [3], [4] sirvió de base para la elaboración de argumentos y propuestas tendientes a apreciar los efectos positivos de la diversificación de los lenguajes en el proceso de construcción de nociones en matemática. Sustentado en ello, en este trabajo se busca la comprensión de los aspectos geométricos del tema valores y vectores propios en R^2 por medio del abordaje de diversos ejemplos y actividades. Trabajando sobre matrices reales de 2x2, se puede remitir a un espacio familiar a los estudiantes, tal como el espacio de vectores planos. Los ejemplos contextualizados en esa dimensión, posibilitarán que los alumnos adviertan con facilidad las propiedades de proporcionalidad, colinealidad, etc. y ello los ayude a comprender posteriormente los conceptos del tema extendido a espacios más generales.
Tanto para hacer matemática como para aprenderla, la consideración de ejemplos concretos sirve como fuente de inspiración para intuir propiedades generales sobre clases más amplias. La aceptación de dichas propiedades está condicionada a su demostración rigurosa.
Con la inclusión de la gradualización, siguiendo la lógica interna de la disciplina, se tratará de que el alumno comprenda las nuevas ideas haciendo un adecuado uso de los conocimientos previos relacionados con ella.

De esta forma, se espera, en primer término, que las nociones de valores y vectores propios se comprenderán mejor si el estudiante dispone de ejemplos concretos, en los cuales pueda interpretar las propiedades esenciales de los mismos.
Por otra parte, se busca que el alumno distinga, de entre las diversas propiedades de los casos particulares en estudio, aquéllas que la intuición o el conocimiento previo que posee, indican como comunes a todos y que pueden ser utilizadas para la posterior comprensión de cuestiones generales que serán, así, válidas en todas las situaciones analizadas. Para concretarlo, se aprovecha uno de los rasgos característicos del Álgebra Lineal: su vinculación con la Geometría, y ello, al facilitar la presentación de las nociones a través de dos representaciones: algebraica y geométrica, proporciona valiosos elementos para la comprensión.
En efecto, en los últimos años, muchas investigaciones en educación matemática pusieron el acento en la valoración de estrategias para el aprendizaje basadas en la coordinación y tránsito entre los diferentes contextos en los cuales los conceptos son presentados.
La representación visual de las nociones, muchas veces jerarquizada como herramienta para la construcción de significados en el proceso de aprendizaje, recibió tratamiento desde diversos enfoques en varias disciplinas, como puede analizarse en [8], [4] y [2]. En la actualidad "hay un alto consenso entre investigadores y especialistas relativo a que el desarrollo de las capacidades que caracterizan el pensamiento visual proporciona a los alumnos nuevos caminos para pensar y hacer matemáticas." [4].
Sobre esa base, en esta propuesta se formulan ejemplos y problemas cuyo objetivo es inducir al análisis de las propiedades esenciales de los conceptos por medio de la relación de figuras geométricas con la formulación algorítmica de tales propiedades.
Con ello se propicia que los alumnos articulen los contextos en los cuales se pueden expresar los conceptos en estudio y adviertan la relación de la formulación algorítmica con la interpretación geométrica de los mismos, anticipando la comprensión de las nociones generalizadas a matrices de órdenes arbitrarios.
En lo que respecta a los instrumentos para concretar la acción didáctica, se aprovechan distintas opciones que ofrecen los provenientes de la tecnología informática [1], [5].

2. Descripción de la propuesta

La asignatura Álgebra Lineal se dicta en el segundo cuatrimestre del primer año para todas las carreras de ingeniería pertenecientes a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL y su dictado se distribuye en una clase teórica y otra clase práctica, ambas semanales en aula, y cuatro clases de práctica en laboratorio informático que se distribuyen en todo el cuatrimestre. El tema "Valores y vectores propios de una matriz" forma parte de la última unidad del programa de Álgebra Lineal y los contenidos ya dados previamente son: espacios vectoriales, independencia lineal, espacio generado, base y dimensión, espacios con producto interno, espacios de una matriz y transformaciones lineales.
El conjunto de actividades que proponemos está orientado a la integración de las tres instancias de aprendizaje (teoría, práctica en el aula y práctica en laboratorio), con el propósito de conducir al alumno a interpretar y afianzar los conceptos desde el punto de vista geométrico y a la reflexión, exploración y obtención de resultados y conclusiones a partir de diferentes representaciones visuales.
La primera instancia se desarrolla en una clase de teoría donde el docente, mediante una presentación que, como recurso didáctico facilite el uso de esquemas visuales y la

interacción con los alumnos, introduzca y explique los contenidos teóricos básicos del tema y sus aspectos geométricos. La presentación se basa en el desarrollo de distintos ejemplos junto a los cuales se irán intercalando representaciones visuales que permitirán la observación, discusión y motivación en la obtención de conclusiones acerca de la interpretación geométrica de los valores y vectores propios, siempre tratados específicamente en el plano.
Para mayor comprensión, a continuación se muestra la secuencia de los puntos más importantes que el docente abordará en esta clase, suponiendo que las definiciones de valor propio y vector propio de una matriz de n x n fueron dadas previamente.

2.1 Ejemplo 1. Sea $A=\begin{pmatrix}2 & 2\\ 2 & -1\end{pmatrix}$, $u=\begin{pmatrix}2\\ 1\end{pmatrix}$ y $v=\begin{pmatrix}-3\\ 0\end{pmatrix}$ *¿Son u y v vectores propios de A? En ese caso, ¿cuáles son los valores propios correspondientes?*
El objetivo aquí es que los alumnos adviertan en la representación geométrica de los vectores dados y sus imágenes, la relación entre las respectivas direcciones cuando el vector es un vector propio. En la Figura 1 mostramos el esquema de análisis que el docente realizaría junto con los alumnos.

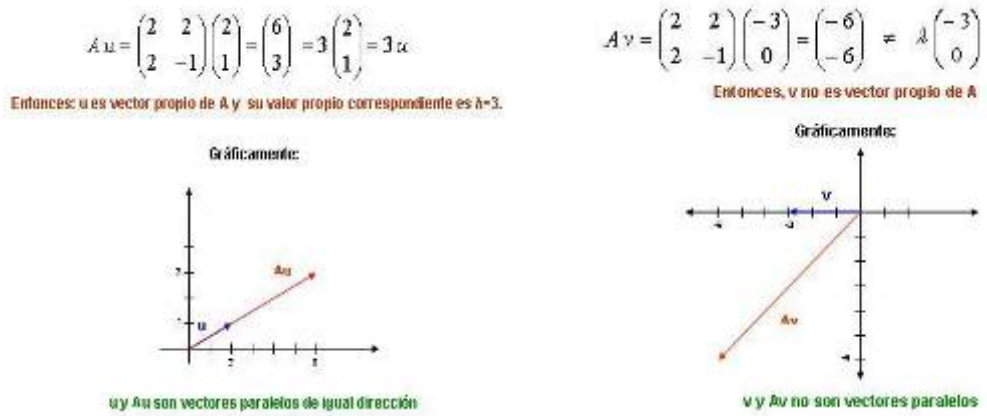


Figura 1. Interpretación geométrica del Ejemplo 1

El siguiente ejemplo persigue la búsqueda del conjunto de todos los vectores propios asociado a un valor propio conocido con el fin de conducir al alumno al surgimiento de otros conceptos como: ecuación característica, espacio propio de un valor propio y multiplicidades algebraica y geométrica.

2.2 Ejemplo 2. *Muestra que* λ*= -2 es también un valor propio de* $A=\begin{pmatrix}2 & 2\\ 2 & -1\end{pmatrix}$ *y determina* <u>*todos*</u> *sus vectores propios correspondientes.*
Utilizando este ejemplo, el docente desarrollará las justificaciones que lleven al alumno a comprender que para conseguir el espacio propio del valor -2 se debe calcular el espacio nulo de A + 2I. Una vez obtenido dicho espacio y también el del valor propio 3, se muestra a los alumnos una visualización de ellos, como aparece en la Figura 2.

Figura 2. Interpretación geométrica de espacios propios

De los dos ejemplos dados, se espera que los alumnos hayan interpretado que:

- Si A es una matriz real 2 x 2 con valores propios reales, la ecuación $Ax = \lambda x$ indica que los vectores x y Ax son proporcionales, esto es, vectores paralelos con igual dirección si $\lambda > 0$ o con dirección opuesta cuando $\lambda < 0$. Así, x y Ax geométricamente están ubicados en una misma recta que pasa por el origen.
- Como cualquier múltiplo escalar de un vector propio es también vector propio asociado al mismo valor propio λ, el espacio generado por λ es la recta que pasa por el origen cuya dirección es la de cualquier vector propio de dicho espacio.

2.3 Ejemplo 3. Otra manera de pensar geométricamente acerca de los vectores propios (y visualmente interesante) es dibujar x y Ax uno tras otro, o dicho de otra manera, "cabeza con cola", como se sugiere en [6] para el caso de matrices reales de 2 x 2.

El estudiante pudo aprender que si x es un vector propio asociado al valor propio λ, también lo será cualquier múltiplo no nulo de x. Así, si queremos buscar vectores propios de manera geométrica, solamente necesitamos considerar el efecto de A sobre vectores unitarios. Este tipo de figuras en donde simultáneamente se grafica un vector unitario u cualquiera con punto inicial en el origen y, unido a él, Au desde el punto terminal de u (Figura 3), se expone en [7] y son llamados *eigenpictures*.

¿Cómo se pueden encontrar visualmente en un eigenpicture los vectores propios reales de una matriz real de 2 x 2? Esta pregunta es la que el docente plantearía a los alumnos al mostrarles un eigenpicture muy sencillo (Figura 4) asociado a la matriz $\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$.

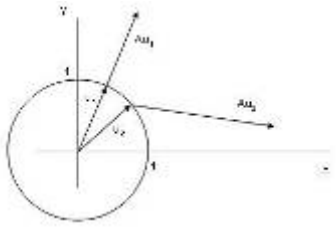


Figura 3. Vectores "cabeza con cola" (eigenpicture)

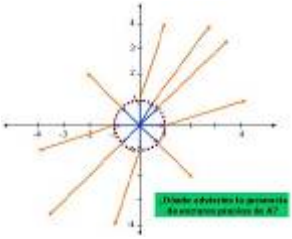


Figura 4. Localización de vectores propios

La respuesta: sólo aquellos vectores u que están alineados con Au serán los vectores propios de la matriz. En la Figura 3 se puede ver que u_1 es vector propio pero u_2 no lo es y en la Figura 4 se aprecian dos vectores propios, uno en el primer cuadrante $\left(1/\sqrt{2} \quad 1/\sqrt{2}\right)$ y el otro en el segundo cuadrante $\left(-1/\sqrt{2} \quad 1/\sqrt{2}\right)$. Este tipo de representación visual tendrá un papel muy importante para la comprensión de valores y vectores propios en las actividades propuestas para el alumno en laboratorio, como se podrá ver más adelante.

La segunda instancia de aprendizaje de desarrolla en las clases prácticas en donde los alumnos resuelven ejercicios típicos del tema con lápiz y papel, dándosele en esta instancia más importancia a la comprensión de los conceptos teóricos y a la adquisición de habilidades y técnicas de resolución de ejercicios convencionales del tema.
Finalmente, en los gabinetes de informática se realizará la última instancia con una actividad cuyo propósito es integrar, articular y visualizar los conceptos aprendidos con el empleo de herramientas tecnológicas.

2.4 Herramientas informáticas para la visualización. El software que se utiliza para la implementación de las actividades es el Matlab, ya que se trata de una poderosa herramienta computacional fundamentalmente para tareas que requieran de cálculos matriciales. Como parte de esta propuesta, la cátedra diseñó en Matlab un algoritmo (de tipo función) que genera un eigenpicture para que el alumno pueda implementarlo en clase. Esta función recibe como argumento una matriz real A cualquiera de 2 x 2 y devuelve la gráfica del eigenpicture de dicha matriz. Internamente la función genera y dibuja, además de la circunferencia unitaria, una sucesión de vectores unitarios x con punto inicial en el origen (de color azul) de la forma x = [cos θ, sen θ] con θ medido en radianes y luego dibuja a partir de la terminación de cada x el vector Ax correspondiente (de color rojo) como un segmento dirigido con punto inicial en x y punto final en x + Ax. En la Figura 5 se muestra el eigenpicture de la matriz $A = \frac{1}{8}\begin{bmatrix} 13 & 9 \\ 3 & 7 \end{bmatrix}$ con valores propios reales distintos. Sobre los rayos que indican las flechas se encuentran los vectores propios unitarios en color azul. Se observa que la matriz A tiene dos valores propios positivos y que en el primer cuadrante, el largo de Ax es aproximadamente el doble de x mientras que en el cuarto cuadrante es aproximadamente la mitad: los valores propios son $\lambda_1=2$ y $\lambda_2= 1/2$.

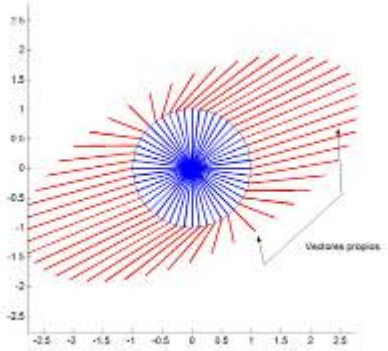


Figura 5. Eigenpicture de una matriz con valores propios reales distintos positivos

Otro programa gráfico conocido para ilustrar valores y vectores propios de una matriz real de 2 x 2 e incorporado en Matlab es el de las "agujas del reloj", que permite, con la experimentación gráfica, la exploración y el descubrimiento de ciertos patrones. Para una matriz real de 2 x 2, el programa grafica simultáneamente un vector normalizado x = [cos θ, sen θ] con su respectiva imagen Ax, pero a diferencia de un eigenpicture, ambos desde el origen. Por otro lado, este programa permite de manera dinámica que al variar θ de 0 a 2π los vectores x se muevan describiendo un círculo unitario mientras que Ax lo hace simultáneamente describiendo una elipse. En Matlab, simplemente tecleando *eigshow* se realiza esta demostración gráfica para un conjunto de matrices que por default tiene incorporada, o bien, tecleando *eigshow(A)* se ejecuta para la matriz A especificada. Inicialmente, eigshow grafica el vector unitario x = [0,1] además de Ax y

el usuario con el mouse puede hacer que x se desplace alrededor del círculo unitario (en color verde). Al mover x, al mismo tiempo la pantalla muestra a Ax también en movimiento (en color azul).
Cuando en la gráfica se ve que x y Ax están alineados es porque en ese momento Ax =λx y en consecuencia, x es vector propio de A asociado al valor propio λ. Dado que x es unitario, la longitud de Ax es |λ| y el signo de λ dependerá de la relación entre las direcciones de los vectores x y Ax.
Para A = $\begin{pmatrix} 1/4 & 3/4 \\ 1 & 1/2 \end{pmatrix}$ se muestran en la Figura 6 las trayectorias de x y Ax en eigshow (izquierda) y su eigenpicture correspondiente (derecha). En ambos tipos de gráficos se observa que los valores propios de A difieren en signo. En las dos gráficas de la izquierda vemos que el primer λ es positivo porque x y Ax apuntan en la misma dirección y que está en el primer cuadrante mientras que el segundo λ es negativo porque x y Ax tienen direcciones opuestas y está en el cuarto cuadrante. Lo mismo podemos ver en la gráfica de la derecha, además de estimar las longitudes de los valores propios de A: λ=5/4 y λ= -1/2.

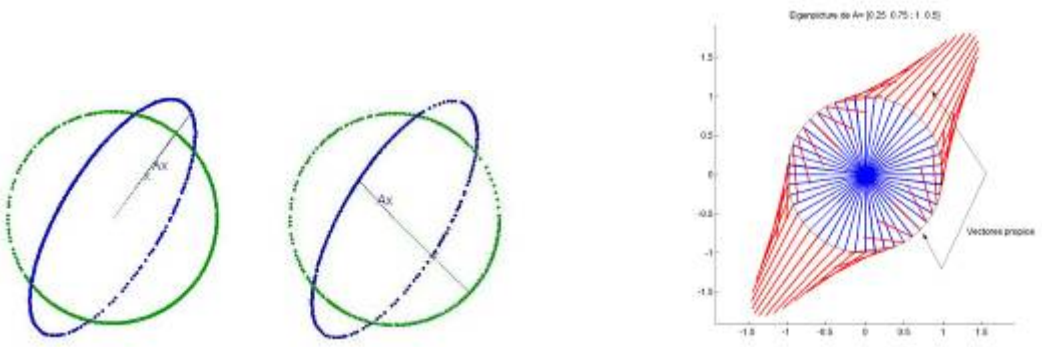


Figura 6. Eigshow y eigenpicture de una misma matriz con dos valores propios de distinto signo

2.6 Actividad propuesta en laboratorio. A continuación, como finalización de esta propuesta didáctica, se presenta una actividad para que el alumno realice en laboratorio informático usando Matlab y las dos funciones comentadas en el punto anterior. Las conjeturas formuladas por los estudiantes sobre la base de sus observaciones, podrán ser contrastadas con los cálculos utilizando los comandos del Matlab, con lo cual, una vez corroborados sus resultados, habrán tenido nuevamente oportunidad de asociar registros en dos contextos diferentes, esta vez por medio de su participación activa en la construcción y consolidación de las nociones.
Actividad para los alumnos:
Para la exploración geométrica de valores y vectores propios deberás implementar en Matlab básicamente dos funciones: *eigshow* (función propia del Matlab) y *eigenpicture* (función creada por la cátedra).
a) Teclea *eigshow* y experimenta con las siguientes matrices, analizando las órbitas descriptas por cada una

$$\begin{bmatrix} 5/4 & 0 \\ 0 & 3/4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 5/4 & 0 \\ 0 & -3/4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -2 & 4 \end{bmatrix}, \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}, \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 6 & 4 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$$

i) Identifica vectores propios. En función de esto, determina si la matriz tiene valores propios reales distintos, reales iguales o complejos y sus multiplicidades.
ii) Da una estimación de los valores propios y vectores propios basándote en la gráfica.

iii) Usa Matlab para calcular los valores y vectores propios de cada matriz y compara estos resultados con los valores y vectores propios que estimaste gráficamente.
iv) ¿Qué se observa cuando la matriz es no invertible? ¿Y cuando la matriz es simétrica?
b) Tipea eigenpicture(A), donde A es cualquier matriz de la lista dada en el item (a). Analiza cada eigenpicture obtenido y a través de esta gráfica responde las mismas preguntas del item (a). Realiza un informe por escrito, en el que analices la coherencia entre estos dos tipos de representaciones visuales y los conceptos teóricos relacionados.

3. Consideraciones finales y perspectivas de trabajo futuro

La propuesta didáctica del presente trabajo, que será implementada en el curso del presente año, surge de la búsqueda permanente de modos de enseñanza que permitan mejores resultados en los aprendizajes de los estudiantes, principalmente en aquéllos que cursan el primer año de su carrera. A partir de la implementación de esta propuesta, se tratarán de establecer indicadores que relacionen los resultados de aprendizaje con la utilización de los diversos contextos en el que se realiza el proceso de construcción de las nociones del tema valores y vectores propios. Sobre la base de la información procesada, se espera derivar pautas para el diseño e implementación de nuevas propuestas didácticas que busquen minimizar el efecto de aquellos factores negativos que pueden ser modificados desde nuestra institución universitaria.

4. Referencias

[1] Álvarez, I. y Guasch, T. (2006) Diseño de estrategias interactivas para la construcción de conocimiento profesional en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje. *RED Revista de Educación a Distancia (*14). España.
[2] Buteler, L. y Gangoso, Z. (2001). Diferentes enunciados del mismo problema: Problemas diferentes? *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, (6), Nº 1. Porto Alegre, Brasil.
[3] Dubal, R. (1999). L'Apprendimento in matematica richiede un funzionamiento cognitivo specifico? *La Matematica e la sua Didattica*, (1), 17-42.
[4] Dubal, R. (1999). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking, basics issues for learning. *Actas del PME 23*, 3-26
[5] García Barneto, A. y Gil Martín, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizajebasados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. (5), Núm. 2.
[6] Poole, D. (2004) *Álgebra Lineal. Una introducción moderna*. Editorial Internacional Thomson. México.
[7] Schonefeld, S. (1996) Eigenpictures: Picturing the Eigenvector Problem. *The College Mathematics Journal* (26), 316- 319.
[8] Villagra, M. Imagen y enseñanza: Una relación conflictiva. http://www.uned.es/ntedu/ espanol/master/primero/modulos/teoria-de-la-representacion/leccolab.htm

ENSEÑANZA DE LA SUMA DE RIEMANN APLICANDO REPRESENTACIONES VISUALES PARA CALCULAR EL TRABAJO REALIZADO AL DESALOJAR EL AGUA QUE OCUPA EL VOLUMEN DE UN RECIPIENTE

Silvia Seluy
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas- Universidad Nacional del Litoral.
Santa Fe – República Argentina
sseluy@rectorado.unl.edu.ar

Resumen
El bajo rendimiento de los alumnos en matemáticas en las Facultades de Ingeniería y los errores que ellos cometen, hacen sospechar que existen razones por las cuales la enseñanza no es fructífera, dando la idea que los profesores debemos buscar técnicas que nos permitan enseñar mejor, es decir, hacer que el alumno aprenda mejor.
En este sentido, a modo de facilitar a los alumnos la comprensión de algunos conceptos de cálculo, se recurre al empleo de técnicas visuales para el abordaje de los temas.
En este trabajo se recurre a realizar una aplicación de la Suma de Riemann, a conceptos físicos ya estudiados y explicar el tema, para su mejor comprensión, por medio de una animación que a su vez le permita al alumno encontrarle una aplicación inmediata como es el cálculo del trabajo desarrollado para desalojar el líquido de un recipiente.

Palabras clave: suma de Riemann - animaciones en matemática – aprendizaje visual- enseñanza de cálculo- integrales de trabajo

1. Introducción

En este trabajo se muestra la implementación de técnicas de animación para favorecer el aprendizaje en el alumno, como motor imprescindible para desarrollar habilidades del pensamiento, teniendo en cuenta que la matemática es conocimiento reflexivo y que no puede transmitirse enseñando a memorizar algoritmos, lo cual tendería a mal interpretarla o desvalorizarla.
Es necesario que pongamos al alcance del alumno, herramientas que puedan serle útiles para que adquieran capacidad para interpretar conceptos, de lograr razonamientos no estereotipados, argumentar convincentemente, de usar la tecnología.
Para Yves Chevallard, *aprender* matemática, consistirá en la adquisición, manejo y construcción de un cúmulo de herramientas útiles y necesarias para el estudio de problemas matemáticos y *enseñar* matemáticas, consistirá en proporcionar al alumno dichas herramientas y la manera de utilizarlas, esto es, poner a su alcance no sólo las técnicas de estudio, sino también la visualización de los conceptos.
El profesor de matemática debe utilizar técnicas docentes y didácticas concretas. La negación de ellas como herramientas básicas, pueden ser causa de la negación de la didáctica de las matemáticas como ciencia y de los problemas que ésta estudia.
Según Resnick, L:"los empleadores se quejan que los alumnos de secundaria y de universidad no saben emprender con facilidad tareas complejas, necesitan mejorar su capacidad de escribir y hablar con eficacia, seguir aprendiendo fácilmente en el trabajo, usar las habilidades matemáticas para aplicar deferentes herramientas de producción, leer temas complejos y construir y evaluar argumentos".

De acuerdo a lo señalado oportunamente por el Dr. Luis Santaló: "conviene que todos los ciudadanos entren en contacto con la verdadera matemática, que es método, arte y ciencia; muy distinto de la calculatoria que es técnica y rutina".
Cuando se trabaja con animaciones, a modo de favorecer el aprendizaje por medios visuales e implementar nuevas formas de enseñanza en el aula, se puede ver fácilmente cómo se interrelacionan las ideas, unas con otras. El aprendizaje y el pensamiento, se vuelven más activos que pasivos. El estudiante puede descubrir qué tan profundo ha llegado en la construcción de ese nuevo conocimiento y precisar la existencia de lagunas conceptuales, las que al detectarse se pueden eliminar. También puede clarificar su pensamiento, procesar, organizar y priorizar nueva información además de estimular el pensamiento creativo. Puede ver cómo se conectan las ideas, cómo se puede organizar o agrupar la información con una comprensión más profunda y sencilla de los conceptos.
Este tipo de enseñanza, incita a los estudiantes a construir sobre su conocimiento previo y a integrar la nueva información. Por otra parte, a través de esta metodología en la que el alumno puede identificar más claramente un concepto, también le permite identificar los conceptos erróneos, dejando al descubierto lo que aún no ha podido comprender.
Se ha utilizado esta metodología para explicar el concepto de la Suma de Riemann aplicándolo al cálculo del trabajo que hay que desarrollar para desalojar el volumen de líquido que contiene un recipiente.

2. Conceptos básicos

El trabajo es la cantidad física que se refiere a la energía consumida cuando se aplica una fuerza a un cuerpo, para desplazarlo una cierta distancia.
Matemáticamente, la energía empleada (o trabajo realizado, T) es el producto de la Fuerza (F) en Newtons, multiplicada por la distancia (d) en metros (usando el sistema MKS de medición). Simbólicamente:

$$\mathbf{T = F.\ d}$$

Por lo tanto, las unidades de trabajo quedarían expresadas como:

$$[F]\ .\ [d] = \text{Nt. m} = \frac{kg.m^2}{seg^2} \quad \text{dado que } 1\ \text{Nt} = \frac{kg.m}{seg^2} = [F]=[m.a]$$

expresando a la masa en kg y a la aceleración en $\frac{m}{seg^2}$ (siempre en unidades del sistema MKS).

3. Desarrollo

Utilizando el concepto de la *Suma de Riemann*, se calculará el trabajo realizado para subir pequeñas cantidades de agua hasta el borde de un recipiente, desde donde el agua caerá por efecto de la gravedad.
Para ello, se tiene en cuenta que el peso específico (P.e.) de una sustancia es la relación entre el peso (P) de la misma y el volumen (V) que ocupa, (P.e. = P / V), y además siendo que el peso específico del agua es 1, el peso de cualquier volumen de agua es numéricamente igual al volumen del mismo. Es decir, de la ecuación de P.e. se obtiene que P = P.e. **.** V, entonces, queda P = V.

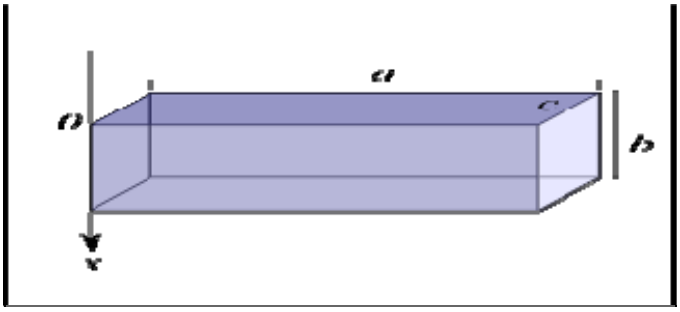
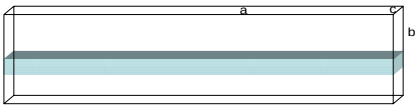
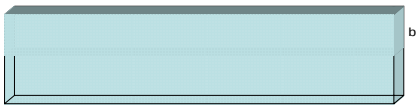


Figura 1
Prisma en el que se toma una partición del intervalo [0,b]

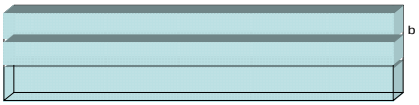
El prisma tiene como espesor b, siendo $0 = x_0 \langle x_1 \langle x_2 \langle ..... \langle x_{n-1} \langle x_n = b$.
Considerando dos puntos de esta partición x_{i-1}, x_i se determina una placa perteneciente al prisma. Si con ellos formamos el espesor de la placa: $x_i - x_{i-1}$ = h, siendo sus lados a y c, consideramos su volumen como: $V_i = (x_i - x_{i-1})a.c$
Haciendo tender a cero el valor del espesor de una capa, la cantidad de capas aumenta, n tiende a infinito y se cubre de esa forma todo el volumen.
Por medio de una animación sobre el prisma dado, la cual se podrá apreciar en la presentación del trabajo, se hace una representación visual del concepto de límite cuando $n \to \infty$ de la sumatoria desde i =1 hasta i = n, siendo "n" la cantidad de capas. Esto proporciona la noción que para cubrir la altura total del prisma, debe disminuir el espesor de la placa, $(x_i - x_{i-1}) \to 0$, y por ende aumenta la cantidad de las mismas para cubrir el espesor total.
Las siguientes figuras proporcionan el efecto visual mencionado:



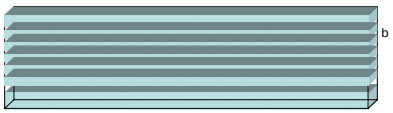
n=1



n=2



n=3



$n \to \infty$

Figura 2
Efecto del aumento del número de capas en el prisma

Luego, el trabajo realizado para llevar el volumen de agua a la superficie (T = F.d), será entonces el producto de su peso, que es numéricamente igual a su volumen V_i por la distancia x_i que hay que recorrer hasta alcanzar el borde del recipiente.

$$T_i = V_i x_i \Rightarrow T_i = (x_i - x_{i-1}).a.c.x_i$$

Por lo tanto, una aproximación del trabajo total para vaciar el tanque es:

$$T \approx \sum_{i=1}^{n} T_i = \sum_{i=1}^{n} (x_i - x_{i-1}) a.c.x_i$$

Esta sumatoria es una suma de Riemann para la función f(x) = acx, así que si en la sucesión de mallas, el espesor tiende a cero, $(h \to 0)$, cuando n tiende a infinito, $(n \to \infty)$, se tiene:

$$T = \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^{n} (x_i - x_{i-1}) a.c.x_i = \int_0^b a.c.x dx = a.c \frac{x^2}{2} \Big]_0^b = a.c \frac{b^2}{2}$$

De esta forma, el trabajo realizado en este recipiente es: $T = \frac{1}{2} a.c.b^2$

Dado que el volumen del recipiente es V = abc, el trabajo realizado para vaciarlo es $T = \frac{1}{2} V.b$ es decir, *el trabajo que se debe realizar para vaciar el tanque es el peso de todo el volumen por la mitad de la altura del recipiente.*

4. Conclusiones

La representación visual fue utilizada en este caso para facilitar la comprensión del concepto de la suma de Riemann y del límite aplicado a ella, como paso para arribar a la integral definida y una de sus aplicaciones en el campo de la Física, como es el Trabajo Mecánico. En este caso el concepto se aplicó al trabajo para desalojar el líquido que ocupa el volumen de un recipiente.

Si bien se utilizan mecanismos de enseñanza por medio de visualizaciones en distintos temas que se dictan en matemáticas en las carreras que se dictan en nuestra Facultad como parte del proyecto de investigación que estamos desarrollando, se está haciendo la investigación entre grupos de alumnos con esta metodología de visualización y en otros grupos se trabaja sin este sistema. Luego de un análisis comparativo entre ambos grupos, resultan más favorables los resultados de los grupos que han podido visualizar los conceptos respecto de los que no han usado esta metodología.

Estos resultados se obtienen por medio de un test en forma escrita que se toma a ambos grupos, con dos preguntas muy simples de lo que representa el tema dado con y sin visualización. Del análisis de los errores que cometen los alumnos en la resolución de dicho test, es que se concluye que las clases que se puedan dictar con visualizaciones, favorecen la comprensión de los temas, minimizando por ende, los errores cometidos en las clases tradicionales.

5. Bibliografía

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Grupo Editorial Iberoamérica, México D. F.

Brousseau, G. (1990). ¿Qué puede aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la didáctica de las matemáticas? (Primera parte). *Enseñanza de las Ciencias.* Vol. 8, N°3:259-267

Cantoral, R. (1996). El futuro del cálculo infinitesimal. ICME-8. Sevilla- España.Grupo Editorial Iberoamérica.

Chevallard, Y. (1990). Didactique, anthropologie, mathématiques; Postfacio a la segunda edición de La transposition didactique, Grenoble. Citado en el texto "El futuro del Cálculo infinitesimal", pág. 250.

De Guzmán, M. (1997). El rincón de la pizarra. *El papel de la visualización.* Editor: Pirámide

Langer, E. y Camillon, A. (1999) El poder del aprendizaje consciente. Editorial Gedisa- ISBN: 8474327342.

Míguez, M. y Curione, K. (2005).Aprendizaje de las Ciencias. Montevideo, Uruguay: Imp. Lapsus- ISBN 9974-0-0295-8.

Pozo, I. (1999).Aprender y enseñar ciencia Editorial Morata

Plasencia Cruz, I. (1999). Revista de investigación educativa. Volumen 17. N° 1. Pág. 167-185

Resnick, L. (1999).La educación y el aprendizaje del pensamiento. Argentina: Aique.

Santaló, L.A. (1994). Enfoques: hacia una didáctica humanista de la matemática. Buenos Aires. Troquel.

EL PROCESO DE EMPODERAMIENTO DOCENTE EN EL CAMPO DE LAS MATEMÁTICAS

Daniela Reyes – Gasperini; Ricardo Cantoral - Uriza
Cinvestav, México
dreyes@cinvestav.mx; rcantor@cinvestav.mx

Resumen
Esta ponencia se propone discutir el proceso de empoderamiento docente en el campo de las matemáticas. Sobre la base de considerar que es preciso lograr un cambio de visión en la enseñanza de las matemáticas donde se privilegie a las *prácticas sociales* (procesos normativos) basados en la construcción social del conocimiento matemático. Se entiende al *empoderamiento* como un factor clave de este objetivo. En el presente avance de una investigación en curso, basada en la Teoría Socioepistemológica y mediante un estudio cualitativo interpretativo, se observa, analiza y caracteriza el proceso de *empoderamiento docente*, interpretado como el tránsito del docente cuando problematiza al saber matemático puesto en juego, lo cual le permite generar entre sus estudiantes retos intelectuales que favorezcan la construcción social del conocimiento. El papel de los debates y cuestionamientos, las reflexiones críticas sobre el saber y la validación argumentativa son fundamentales.

Palabras clave: Empoderamiento docente, Profesionalización docente, Socioepistemología, Matemática Educativa.

1. Introducción

Es aceptado en la comunidad educativa que la matemática que vive en el sistema escolar es producto de una transposición didáctica que lleva al saber sabio hacia el saber enseñado (Chevallard, 1999). Es decir, el saber de la obra matemática sufre modificaciones adaptativas progresivas con el fin de seleccionar, organizar y estructurar los conocimientos matemáticos que serán incluidos en las unidades temáticas de la escuela y la universidad.

Habitualmente, cuando nos referimos al conocimiento matemático de proporcionalidad, por ejemplo, y en especial al de proporcionalidad directa, recurrimos a ideas cotidianas coloquiales utilizando expresiones del tipo "cuando crece, crece…", trayendo a nuestra mente el ejemplo claro y sencillo de que si aumenta la cantidad de pan que se compre, aumentará la cantidad de dinero que habrá de pagarse. El empleo del lenguaje coloquial permite la fluidez de un pensamiento matemático situado, que posteriormente deberá reformularse y reflejarse de manera escrita a un nivel de objeto simbólico. En este paso de lo coloquial a lo simbólico es donde los estudiantes comienzan a cuantificar y enfrentarse a la construcción de "lo matemático", pudiendo considerarse un medio para construir el significado de "lo proporcional".

Ahora bien, limitarnos a esta interpretación cotidiana y coloquial de lo que es "algo proporcionalmente directo", puede (y lo hace) llevarnos a errores conceptuales del tipo: "$y = -x$ es inversamente proporcional porque cuando una crece, la otra decrece". Estas argumentaciones que dadas por estudiantes también las encontramos entre profesores de educación básica, provienen de la aprehensión de una de las características de ciertas funciones de la proporcionalidad directa (las de la forma $y = kx$, $k \in R^+$) como lo fundamental de la proporcionalidad.

Ante este dilema, el docente debe optar por problematizar el saber ante sus estudiantes, es decir, buscar las causas que los conducen a "hacer lo que hacen" con el conocimiento en juego.

2. La problemática

Es sabido que el proceso de enseñanza-aprendizaje que acompaña a las currícula de Matemáticas en los sistemas educativos se centra en los objetos matemáticos, entidades abstractas que son ejemplificadas, más que en la construcción del conocimiento matemático por parte del estudiantes; es decir, se concibe que las matemáticas tratan con objetos abstractos, anteriores por tanto a la praxis social y en consecuencia externas al individuo, siendo el profesor quien comunica "verdades preexistentes" a sus alumnos, normado por el Discurso Matemático Escolar (dME) (Cantoral, 2003). En varios casos, esas "verdades preexistentes" carecen de significado tanto para el alumno como para el docente.

En este reporte de investigación, como primer acercamiento, nos centraremos en uno de los eslabones fundamentales de la cadena educativa: la acción del profesor, la autoridad pedagógica dentro del aula. El conocimiento de sus creencias y concepciones, como así también, entender cómo es el profesor de secundaria en todos sus sentidos, deja relucir que él también prioriza una centración en los objetos matemáticos, distando de la reflexión sobre la construcción social del conocimiento; esto como resultado de la legitimidad que se le ha dado al *dME*. La reciente investigación de Soto (2010) pone en evidencia que "el *dME* es caracterizado como un *sistema de razón SR*, que excluye a los actores del sistema didáctico (estudiantes y docentes) de la construcción del conocimiento matemático a través de una *violencia simbólica VS*" (p. 91). Con ello, se despersonifica la problemática de la exclusión -no es culpable el docente por "enseñar de manera inadecuada", ni el estudiante por "no estudiar lo suficiente"-, postulando al *dME* como generador de la misma.

Una característica importante a destacar en el caso que nos ocupa, es que el plantel de profesores mexicanos posee una gran diversidad de carreras matriz, en primer lugar, encontramos a aquellos que han estudiado en la Normal Superior para ser Profesores de Matemáticas; en segundo lugar, el estudio de aquellas carreras que son afines con la Matemáticas en sí: Ingenierías, Arquitectura, Economía, Contaduría, Actuario, entre otras; y, por último, carreras que distan de poseer reflexiones sobre la matemática y su enseñanza: Odontología, Profesorado de Inglés, Profesorado de Biología, Corte y Confección, entre muchas otras. Ahora bien, el hecho de que la planta docente esté conformada por profesionales de distintas áreas del conocimiento, no ocurre únicamente en México. La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, OEI, hace referencia al mismo hecho: asegura que todavía acceden a la docencia profesionales que no poseen formación pedagógica, especialmente en escuelas secundarias (OEI, 2010). Este circunstancia, conlleva a que cuando hablemos de *formación docente* en Matemática, no se reduzca la interpretación a la formación durante la carrera para ejercer como Profesor de Matemática, sino también sobre la formación continua que recibe un profesor durante su labor docente.

Numerosas son las investigaciones en las que se ha problematizado el saber, es decir, se hizo del saber matemático un problema "localizando y analizando su uso y su razón de ser" (Montiel, 2005, p. 120), rompiendo con el paradigma que se centra en los objetos matemáticos y procura considerar las prácticas socialmente compartidas como aquellas que le dan origen . Asimismo, existen investigaciones que reportan los resultados

obtenidos de estudios empíricos en los cuales se ponen en práctica los resultados teóricos, como por ejemplo, poner en situación a estudiantes y/o profesores mediante la puesta en escena de una situación de aprendizaje, o bien, estudiar el escenario áulico (Flores, 2010; Lezama & Mariscal, 2008; Montiel, 2010).
Por tanto, con el fin de lograr un cambio de visión respecto a la matemática y su enseñanza, donde se privilegien las *prácticas sociales* como normativas de la acción humana y como base de la construcción social del conocimiento matemático por encima del objeto matemático en sí, se considera al *empoderamiento docente* como un factor clave de este objetivo. Esto se ha llevado a cabo a través de cursos de profesionalización docente fundamentados en la Teoría Socioepistemológica; entendiendo al *empoderamiento docente* como el proceso por el cual transita el docente cuando problematiza el saber matemático puesto en juego, lo cual le permite generar en los estudiantes retos intelectuales que proporcionen la construcción social del conocimiento a través de cuestionamientos, reflexiones y la validación argumentativa.

3. Marco Teórico

Es la Teoría Socioepistemológica, que surge como una escuela de pensamiento en el campo de la Matemática Educativa, la que plantea la construcción social del conocimiento. En primer lugar, esta teoría estudia la naturaleza del *saber*, entendiendo a éste desde el posicionamiento del ser humano como actor de la construcción de sus sistemas conceptuales; en segunda lugar, se ocupa de las *prácticas sociales* como normativas de la actividad humana y como base de la construcción de los sistemas conceptuales por parte del ser humano, problematizando las causas que lo conducen a hacer lo que hace; y por último, se ocupa de caracterizar las articulaciones con evidencia empírica, de nociones y términos del modelo socioepistemológico (Cantoral, 2006); todo esto con el fin de poder incidir en el Sistema Educativo y mejorar los procesos que en él se esconden.

4. Metodología

El presente estudio de tipo cualitativo e interpretativo, inicia con el acompañamiento de un grupo de docentes participantes del Proyecto Nacional Mexicano impulsado desde el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, DME del Cinvestav,IPN en convenio con la Secretaría de Educación Pública de México SEP, llamado *Especialización de Alto Nivel en la Profesionalización Docente en las Matemáticas de Secundaria. Estudio de reproducibilidad de situaciones didácticas.*
Dado que Matemática Educativa es la disciplina del conocimiento que, desde la segunda mitad del siglo veinte, se ocupa del estudio de los fenómenos didácticos ligados al saber matemático (Cantoral & Farfán, 2003) -considerando como fenómeno didáctico todo aquel que tiene como fin el aprendizaje- la propuesta realizada por el proyecto, radica en promover que los docentes, considerados profesionales, discutan, reflexionen, propongan, diseñen y rediseñen situaciones de aprendizaje que posteriormente serán consideradas para llevar al aula. Los docentes, en primer lugar, rediseñan una situación de aprendizaje; luego, reportan su experiencia, es decir, confrontan el análisis a priori con los resultados obtenidos mediante un informe; y, por último, especifican cuáles son aquellos aspectos que consideran importantes mantener en la situación, o bien, aquellos que creen necesario modificar, lo cual permite realizar el estudio de reproducibilidad. Éste, según Lezama y Farfán (2001), radica en determinar los factores que posibilitan el

logro de los propósitos didácticos de la situación de aprendizaje, una vez que ha sido puesta en práctica en distintos escenarios, en este caso, distintas aulas de distintos Estados de la Nación.

Posteriormente, los profesores participantes reproducen la experiencia con otros colegas de sus respectivos estados, en donde asumen la responsabilidad de ser tutores, cuyas actividades se fundamentan en la discusión de los materiales ya trabajados. Así, quienes han experimentado el encontrarse en situación de aprendizaje, procuran proporcionar las circunstancias para que los colegas también lo vivan y profundicen sobre ello.

El seguimiento de dicho grupo de docentes fue continuo, tanto en la fase presencial como en la fase a distancia. Durante este período, se ha tenido acceso a las interacciones vía chat, foros y entrega de tareas de reflexión de todos los profesores. Mediante la recolección, lectura y análisis de esta información recabada es que se selecciona a un docente para realizar las observaciones de campo.

El docente seleccionado, oriundo del estado Baja California, México, tiene 15 años de servicio frente a grupo dando clases de Matemática; su preparación profesional es de Ingeniero Civil y ha realizado una Maestría en Pedagogía. Posee una participación activa en los cursos de formación continua y proviene de una familia que tiene gran relación con la docencia. Una vez elegido el docente, se mantuvieron pláticas continuas y se acordaron las fechas y las condiciones en las cuales se llevaría a cabo la observación.

El trabajo de campo consistió en acompañar al docente durante una semana desde que salía de su hogar para comenzar sus labores, hasta que regresaba al mismo, lo cual permitió que los diálogos "en corto" generaran la apertura y confianza necesaria para que durante las distintas observaciones sea cada vez más natural la postura del docente. Durante la estadía, se pudo dialogar con la familia del docente, lo que permitió tener elementos de análisis para caracterizar al docente dentro de su práctica profesional.

Para la recolección de datos se realizaron filmaciones de las clases impartidas por el docente en cinco cursos de primer grado (12 y 13 años de edad) y un curso de tercer grado (14 y 15 años) mientras se toma notas de campo de cada una de ellas; se realizaron entrevistas al docente que se estimulaban de manera espontánea entre salón y salón, o bien, durante los trayectos hacia la escuela o la casa; se entrevistó a tres estudiantes de tercer grado cuyas características eran heterogéneas, a saber: una estudiante que recién ingresaba a la escuela, proveniente de una Telesecundaria, cuya participación en clase era muy buena; un estudiante tímido que abordaba las situaciones planteadas por el docente, pero dialogaba poco con el grupo de compañeros y, una estudiante muy extrovertida y sumamente participativa en las clases. Posteriormente, se le realizó un cuestionario al docente en donde se abordaban las siguientes temáticas: "información general", "sobre las matemáticas de secundaria" y "sobre la experiencia de aula". Para concluir, una vez terminadas las observaciones de las clases, se le realizó una entrevista, la cual fue filmada, con base en todas las experiencias que surgieron durante el trabajo de campo.

A mitad de semana, se reflexionó junto al docente respecto a uno de los conocimientos matemáticos que se estaba abordando en las clases de los primeros grados: la proporcionalidad directa. Esta plática favoreció que el docente se cuestionara cuál era la esencia que guardaba este conocimiento, más allá del algoritmo, con falencias por cierto, que se explicaba durante las clases. En los apartados subsiguientes se detallará este hecho.

El presente estudio de caso ha permitido registrar las prácticas de la persona involucrada, en este caso el docente, en el fenómeno estudiado, es decir, en el proceso de *empoderamiento docente*.

5. El empoderamiento docente

Como fue mencionado en el apartado anterior, durante el trabajo de campo se problematizaron los conocimientos involucrados en el tema matemático "proporcionalidad directa", ya que se observaron ciertas falencias matemáticas durante la puesta en escena de las clases, como por ejemplo argumentaciones del profesor del siguiente estilo, tomando en cuenta el caso de la relación entre precio de kilo de tortillas y kilos de tortillas: "A medida que aumentaba la cantidad de kilos, aumentaba el precio… se mantiene constante los 13 pesos" posterior a colocar la siguiente tabla (tabla 1) en el pizarrón:

$	Kg
13	1
26	2
52	4
260	20

Tabla 1: tabla que representa la relación precio de kilos de tortillas y kilos de tortillas.

O bien, ante el siguiente problema:

Con base en la gráfica de la travesía de una moto de carreras que va a una velocidad constante y se encuentra en determinado momento en el punto A (abscisa 20, ordenada 50) contesten las siguientes preguntas:
¿Cuál es el valor de la ordenada del punto cuya abscisa es 1?
¿Cuál es la constante de proporcionalidad?
¿Cuál es la expresión algebraica que corresponde a esta gráfica?

Figura 1: enunciado de la consigna a resolver por los estudiantes.

El profesor pregunta: "¿Qué representa el 2.5?" y al ver que los estudiantes no contestan agrega: "en el otro caso, 13 era el valor proporcional…" y dibuja en el pizarrón la siguiente tabla (tabla2):

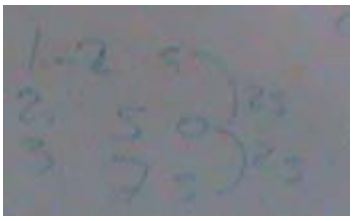
 Foto original	1____2.5 2.5 2 ____ 5 3____7.5 2.5 Reconstrucción del original

Tabla 2: expresión utilizada por el profesor para explicar dónde se refleja el valor proporcional.

Aquí, el docente explica, según se observa, que la constante de proporcionalidad se ve reflejada en el aumento de las abscisas de 2.5 en 2.5, en cuyo argumento carece fuertemente la noción de constante de proporcionalidad como la razón de las variables.

Posterior a dos clases como las recientemente mostradas, se tuvo una reflexión con el docente en donde se cuestionó "¿qué significaba proporcionalmente directo?" y la respuesta fue "si crece, crece; si decrece, decrece". Ante esta circunstancia se procedió a

dibujar la función $y = -x$, cuestionándole si era o no de proporcionalidad directa. Su respuesta fue: "no, porque una crece y la otra decrece".
Luego de las reflexiones, el docente observó que la constante de proporcionalidad era la razón entre las variables, cuya característica radicaba en ser constante cuando era una función de proporcionalidad directa. Para que sea visto claramente, se utilizó el ejemplo de la "velocidad constante" que se utilizó en la consigna anterior (figura 1), de lo cual, el docente acotó: "ah… claro… constante… velocidad constante".
Retomando las clases subsiguientes, la actitud del docente se modificó notablemente, en primer lugar, la comodidad con la cual manejaba las argumentaciones de los estudiantes era mayor; en segundo lugar, las preguntas generadoras que realizaban habían aumentado el nivel de profundidad, preguntando luego de las respuestas de los estudiantes, ahora sí, "¿por qué?"; y por último, su actitud, su postura corporal, su forma de comunicarse con los estudiantes, contenía una seguridad evidente.
En una de las entrevistas espontáneas, se le preguntó al docente: "¿qué es lo que te da seguridad cuando estás en la clase?" y contestó: "conocer los temas a más profundidad… eso me da seguridad". Asimismo, en la entrevista final, se le preguntó por sus virtudes y debilidades como docente y reafirmando lo anterior, contestó: "debilidad por no conocer a profundidad un tema".
Por tanto, ante este primer análisis de los datos recolectados durante el trabajo de campo, se deja ver el potencial que la "problematización del saber", es decir, problematizar las causas que lo conducen a hacer lo que hace, genera en el docente un *empoderamiento* que permite generar reflexiones con los estudiantes que antes, ante el temor a las preguntas, prefería saltearlas.

6. Reflexiones finales

Bajo la premisa de que lo que permitirá encontrar los posibles caminos de mejora de la educación es la problematización del saber por parte de los actores del sistema didáctico, la focalización de la atención en la construcción social del conocimiento matemático por encima de la discusión escolar clásica de los conceptos matemáticos en sí, y el replanteo del aprendizaje con base en las *prácticas sociales* que le dieron origen a esos conocimientos, es que se considera que el *empoderamiento docente* es un fenómeno didáctico de naturaleza social que debe tomarse en cuenta a fin de potenciarlo mediante distintas estrategias (cursos de profesionalización docente, formación continua, entre otras) ya que será a través de ello que les permitirá generar entre los estudiantes retos intelectuales que proporcionen la construcción social del conocimiento a través de cuestionamientos, reflexiones y la validación argumentativa, privilegiando las *prácticas sociales* como normativas de la actividad humana.

7. Referencias

Cantoral, R. (2003). La aproximación socioepistemológica a la investigación en matemática educativa: una mirada emergente [CD–ROM]. *XI Conferencia Interamericana de Educação Matemática* (tema Educación Matemática & Desafíos y Perspectivas). Blumenau, Brazil: Universidad Regional de Blumenau.
Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico (trad. Ricardo Barroso Campos). *Recherches en Didactique des Mathématiques* 19 (2), 221-266.
Cantoral, R. (2006). *La Socioepistemología como una Escuela del Pensamiento en el campo de la matemática educativa*. EIME, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Cantoral, R. (2010). Tendencias de la investigación en matemática educativa: del estudio centrado en el objeto a las prácticas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 23*, 1043-1052.

Cantoral, R. y Farfán, R. M. (2003) Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 6*(1), 27-40.

Ferrari, M. (2008). *Un acercamiento socioepistemológico a lo logarítmico: de multiplicar sumando a una primitiva.* Tesis de Doctorado no publicada. México: Cinvestav-IPN.

Flores, E. (2010). *Pensamiento y Lenguaje Variacional de la intuición y el rigor. Un estudio con el Teorema del Valor Medio*. Tesis de Maestría no publicada. Cinvestav-IPN. México.

Lezama, J. y Farfán, R.M. (2001). Introducción al estudio de la reproducibilidad. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 4*(2), 161-193.

Lezama, J. y Mariscal E. (2008). Docencia en matemáticas: hacia un modelo del profesor desde la perspectiva Socioepistemológica. En P. Lestón (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 21* (pp. 889-900). México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.

Montiel, G. (2005). *Estudio socioepistemológico de la función trigonométrica*. Tesis de Doctorado no publicada. CICATA-IPN. México.

Montiel, G. (2010). Hacia el rediseño del discurso: formación docente en línea centrada en la resignificación de la matemática escolar. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 13* (4), 69-84.

OEI - Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010). *Metas Educativas 2011: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios.* Madrid: Cudipal.

Soto, D. (2010). *El Discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una Visión Socioepistemológica*. Tesis de Maestría no publicada. México: Cinvestav-IPN.

ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO DO TEOREMA DE TALES E TRIGONOMETRIA USANDO A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

Maria Alice de Vascocelos Feio Messias; Mônica Suelen Ferreira De Moraes; Vagner Viana Da Graça; Rosineide de Sousa Jucá
Universidade Federal do Pará
alice.messias@gmail.com; monicasuelen@yahoo.com.br; vagnergraca@yahoo.com.br; rosejuca@yahoo.com.br

Resumo
O enfoque principal deste artigo é o uso da história da matemática em sala de aula e sua função no processo ensino – aprendizagem. O objetivo deste trabalho foi propor e discutir atividades didáticas com o uso da história da matemática para introduzir o conceito do teorema de Tales e de trigonometria. Para a realização desse trabalho foi feito uma pesquisa histórica para conhecermos a história do teorema de Tales e da trigonometria, buscando apoio nos estudos que incentivam o uso da história da matemática como atividade didática para que os alunos possam compreender melhor os conceitos matemáticos e conhecer a história da matemática. Procuramos uma maneira de aproximar a história da matemática do contexto de sala de aula, por acreditarmos que ao introduzir um conceito matemático por meio dela, podemos estar oferecendo um conhecimento mais significativo para o aluno. Esperamos assim, oferecer sugestões para o uso da história da matemática, colaborando assim com processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação. Educação Matemática. História da Matemática. Teorema de Tales. Trigonometria.

1. Introdução

A História da Matemática serve para mostrar o aparecimento da matemática no desenvolvimento das sociedades, dessa forma, podemos ver que a história da matemática se mistura com o próprio desenvolvimento da humanidade, pois temos vestígios de matemática sendo realizada nas eras mais primitivas da humanidade. Documentos cuneiformes tinham grande durabilidade; por isso milhares de tabletas feitas de barro sobreviveram até os nossos dias, muitos datando de cerca de 4.000 anos. Apesar de somente uma fração dessas se referirem à matemática (BOYER, 1996).

Outro documento que vem mostrar o quanto a matemática é antiga, são os papiros, que chegam a datar mais de três e meio milênios, um dos papiros egípcios mais extensos de natureza matemática é o papiro de Ahmes, que recebe este nome em homenagem ao escriba que o copiou por volta de 1650 a.C. e depois passou a ser chamado de papiro de Rhind em homenagem ao escocês que o comprou em 1858 (BOYER, 1996).

Ao usar a história da matemática em sala de aula mostramos ao aluno seu caráter humano e que a mesma foi surgindo pela necessidade da sociedade fazendo com que o aluno compreenda como os conceitos matemáticos foram desenvolvidos. Varias razões para usar a história na educação matemática, dentre os que já expusemos. Acreditamos que uma das melhores razões é ajudar a explicar o papel da matemática na sociedade, pois muitas vezes os alunos não conseguem perceber a utilização da matemática no seu cotidiano (FAUVEL apud MENDES, 2006).

O papel pedagógico da história da matemática de acordo com o nível educacional dos estudantes, cabendo ao professor adequar o uso da história de acordo com as necessidades e possibilidades de aprendizagem dos alunos. Assim, a história poderá ser abordada em diferentes níveis, desde que, o professor seja preparado para utilizar a história da matemática imbricada na matemática ensinada (MENDES, 2006).

Dessa forma, procuramos uma maneira de aproximar a história da matemática do contexto de sala de aula, por acreditarmos que ao introduzir um conceito matemático por meio dela, podemos estar oferecendo um conhecimento mais significativo para o aluno. Sendo necessário conduzir o aluno a pensar como os conceitos matemáticos foram construídos. Para isso, é necessário reproduzir situações que levem o aluno a construir tais pensamentos.

Entretanto, usar a história da matemática em sala de aula não pressupõe que o professor tenha apenas que pedir aos alunos que refaçam os passos do descobrimento de um conceito matemático de acordo com a época que o conceito foi construído, mas partir da incorporação dos aspectos socioculturais que os alunos compreendem e explicam sua realidade (MENDES, 2006).

O uso da história pode possibilitar criar problemas que permitam levantar discussões sobre dúvidas que freqüentemente os alunos apresentam sobre a matemática. Assim, a utilização da história na forma de problemas, mesmo que não sejam os mesmos que a história da matemática apresenta, mas que sejam recriações destes, pode responder aos questionamentos dos alunos sobre a origem dos conceitos matemáticos (BRITO e CARVALHO, 2009).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais colocam que a História da Matemática, pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem. Pois ao revelar a matemática como uma criação humana, de diferentes culturas e em diferentes momentos históricos, ao comparar o passado com o presente, o educador cria condição para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis acerca desse conhecimento. Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares defendem a história da matemática como instrumento de resgate da própria identidade cultural (BRASIL, 1998).

Dessa forma, temos por objetivo propor e discutir atividades didáticas com o uso da história da matemática para introduzir o teorema de Tales e a trigonometria por acreditarmos que usando a história da matemática, esses conteúdos passam a ter mais significado para o aluno.

2. A história e o teorema de tales

O que se sabe de fato sobre a vida e obra de Tales é realmente muito pouco. Seu nascimento e sua morte são estimados com base em um eclipse de 585 a. C. provavelmente ocorreu quando estava com 40 anos, e diz-se que ele tinha 78 anos quando morreu. Tales é considerado um homem de rara inteligência e como o primeiro filósofo. A proposição agora conhecida como teorema de Tales – que um ângulo inscrito num semicírculo é um ângulo reto – pode ter sido aprendida por Tales durante suas viagens à Babilônia. No entanto, a tradição vai mais longe e lhe atribuiu uma espécie de demonstração do teorema. Por isso Tales foi frequentemente saudado como o primeiro matemático verdadeiro, originador da organização dedutiva da geometria (BOYER, 1996).

Os resultados abaixo são atribuídos a ele (LINTZ, 1999):

1. Um círculo é bissectado por um diâmetro.

2. Os ângulos de base de um triângulo isósceles são iguais.
3. Os pares de ângulos opostos formados por suas retas que se cortam são iguais.
4. Se dois triângulos são tais que dois ângulos e um lado de um são iguais respectivamente a dois ângulos e um lado de outro, então os triângulos são congruentes.

Há algumas referências a Tales em fontes antigas, como Diógenes Laertius, seguido por Plínio e Plutarco, relata que ele mediu as alturas das pirâmides do Egito observando os comprimentos das sombras no momento em que a sombra de um bastão vertical é igual a sua altura. Heródoto, o historiador, conta a estória da predicação do eclipse solar; o filósofo Aristóteles relata que Tales fez uma fortuna monopolizando as prensas de azeite num ano em que a colheita de azeitonas prometia ser abundante. [...] Tais referências, no entanto, não trazem mais provas relativas a importante questão de saber se Tales arranjou de fato, ou não, um certo número de teoremas geométricos numa sequência dedutiva. (BOYER, 1996).

Independente da veracidade dessas histórias, elas mostram que na época de Tales, já eram bem conhecidas as principais propriedades da semelhança de triângulos, pricipalmente do triângulo retângulo. O que se usa para a solução dos problemas citados é o seguinte: sejam ABC e A'B'C' dos triângulos com dois ângulos α, β respectivamente iguais a α ,β ',

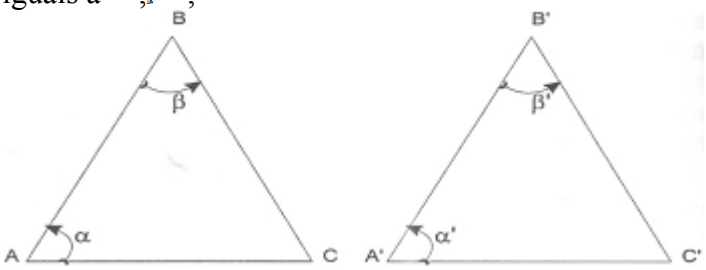


Figura 1

então vale a proporção

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C'} = \frac{BC}{B'C'}$$

Consideremos então o problema da altura de uma pirâmide.

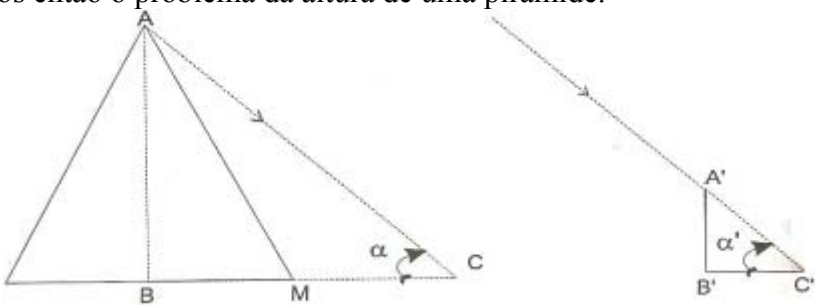


Figura 2

Conhecido MC determinou-se também BM por medida direta, pois tendo a pirâmide base quadrada, BM é a metade de um dos lados. Como os raios solares são supostamente paralelos, teremos, $\alpha = \alpha'$ e, como os triângulos ABC e A'B'C' são retângulos, vem

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BM + MC}{B'C'}$$

ou

$$AB = \frac{A'B'}{B'C'}(BM + MC) \quad (1)$$

e, portanto, é determinada a altura da pirâmide, pois todos os elementos do 2º membro de (1) são conhecidos por medida direta (LINTZ, 1999).
Sabemos que uma grande massa do material matemático era familiar aos babilônios um milênio antes do tempo de Tales, no entanto entre os gregos era aceito que Tales tinha feito progressos definidos. Parece razoável supor, a luz das afirmações de Proclus, que Tales deu uma contribuição à organização racional do assunto (BOYER, 1996).

3. A história e a trigonometria

Eratóstenes de Cirene viveu há mais de dois mil anos. Nasceu em 275 a.C. Seus pais eram gregos e moravam em Cirene, uma cidade grega situada em um ponto da costa da África onde hoje é a Líbia. Há mais de dois mil anos, Eratóstenes, bibliotecário na universidade de Alexandria, foi o primeiro homem a descobrir as dimensões da Terra, utilizando um método bem simples. No entanto, na época não se tinha noção exata do erro envolvido nas medidas por ele realizadas, consequentemente não foi possível avaliar a qualidade do resultado (GRAÇA, 2008).
Eratóstenes observou que em Siene ao meio dia, no dia mais longo do ano, ou seja, dia de solstício de verão, o sol lançava uma sombra que iluminava o fundo de um poço profundo, e uma estaca não projetava sombra (MONREY, 2001).

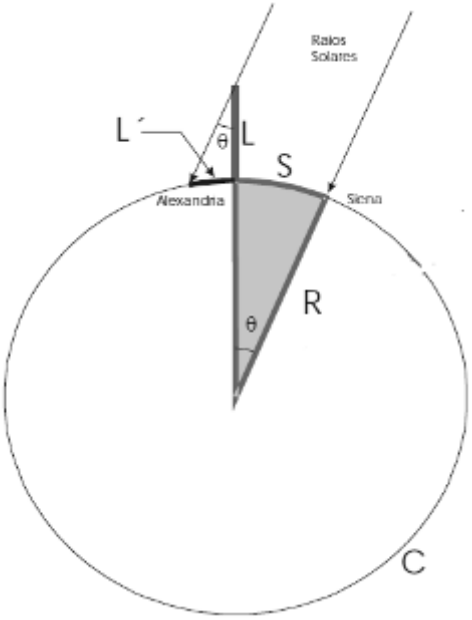


Figura 3

No entanto, em Alexandria, que ficava no mesmo meridiano a 5 mil estádios ao norte de Siene, o sol lançava uma sombra que indicava uma distância angular do zênite de $\frac{1}{50}$ do círculo, ou seja, $\alpha = 7°12'$. Se 5 mil estádios correspondem $\frac{1}{50}$ da circunferência da Terra, a circunferência completa deveria medir 250 mil estádios, ou em medidas atuais, 25 mil milhas, ou ainda, 37 mil quilômetros aproximadamente (MOREY, 2001).

4. Atividades propostas

1ª Atividade: *Teorema de Tales*
O objetivo dessa atividade é o de compreender a construção do Teorema de Tales nos povos antigos, bem como sua origem, e ainda desenvolver a criatividade.

Os conceitos envolvidos nessa atividade são os de medidas, teorema de tales e proporção. O material utilizado é: lápis, régua, ficha de anotações (ver apêndice), lanterna, isopor, cartolina, tesoura, lápis de cor, cola, entre outros subjetivos ao aluno.
Descrição da Atividade:
1º passo: Dividir os alunos em grupos;
2º passo: Propor pesquisa relacionada ao Teorema de Tales, como foi construído e em que contexto;
Uma escola deve favorecer a formação de cidadãos conscientes e atuantes, possibilitar o desenvolvimento da capacidade de pensar, raciocinar, descobrir e resolver problemas, de forma envolvente através da realização de pesquisas para, estimulando o aluno a se tornar pesquisador (MOURA, 1993, p. 84).
3º passo: Propor a discussão dos resultados da pesquisa encontrados entre os grupos, mediante auxílio do professor;
4º passo: Propor aos grupos a construção de uma maquete que contenha uma pirâmide e outros elementos do contexto por eles pesquisado;
O trabalho em sala de aula com maquetes, nesse sentido, potencializa ao aluno uma geometria mais significativa, pois trabalha com situações mais próximas à realidade do educando. Além de despertar interesse, possibilita ao aluno aplicar os conceitos geométricos de forma dinâmica e significativa, no sentido de que o educando tem um contato com a geometria ao mesmo tempo na teoria e na prática (MOREIRA, 1982).
5° passo: Quando terminada a construção da maquete, afixar uma lanterna de modo a projetar sombra tanto da pirâmide quanto dos outros elementos contidos;
6º passo: Entregar as fichas de anotações e propor aos grupos a escolha de outro elemento contido na maquete para relacionar à pirâmide, anotar na ficha;
7º passo: Com o auxílio de uma régua, propor aos grupos que meçam a altura e a sombra do elemento escolhido, anotar na ficha;
8° passo: Em seguida, propor aos alunos que meçam a sombra da pirâmide, anotar na ficha;
9º passo: Propor o uso da relação estabelecida pelo Teorema de Tales, já visto na pesquisa realizada, mediada pelo professor, para descobrir a altura da pirâmide;
10° passo: Por fim, propor a medição da altura da pirâmide com a régua para ser comparada a medida encontrada pelos grupos.
2ª Atividade: *Medindo o Raio da Terra*
;O objetivo dessa atividade é possibilitar ao aluno compreender o uso da trigonometria a partir do contexto histórico.
Os conceitos envolvidos são proporção, medidas, arredondamentos numéricos, relação seno. O material utilizado é: folha de problema, lápis, borracha, calculadora científica.
Descrição da atividade:
1º passo: Solicitar que os alunos formem grupos;
Em 1930, o psicólogo bielo-russo Lev Vygotsky (1896-1934) já chamava a atenção para a importância da interação entre a criança e o professor e entre a criança e os colegas em situações de aprendizagem. Em *A Formação Social da Mente*, ele afirma que o bom aprendizado é aquele que foca o potencial que o aluno pode desenvolver com a ajuda de outros. Trabalhar em grupo, então, não é apenas importante, mas fundamental para ele.
2º passo: Entregar uma calculadora científica para cada grupo;
"Ignorar a presença de computadores e calculadoras na educação matemática é condenar os estudantes a uma subordinação total a subempregos", usando a calculadora

pode concentrar sua atenção no desenvolvimento de sua estratégia de resolução de um determinado problema (D'AMBRÓSIO,1988, p.28).
3º passo: Explicar aos alunos como calcular seno de um ângulo utilizando a calculadora científica;
4º passo: Apresentar aos alunos o seguinte problema:
A bordo de um avião, num ponto A situado a três milhas acima do nível do mar, um observador olha o horizonte. Sua linha de visão, AC é tangente à superfície da Terra. O raio OC é perpendicular a essa reta tangente em C. De posse dessas informações e da figura abaixo, calcule o raio da Terra.

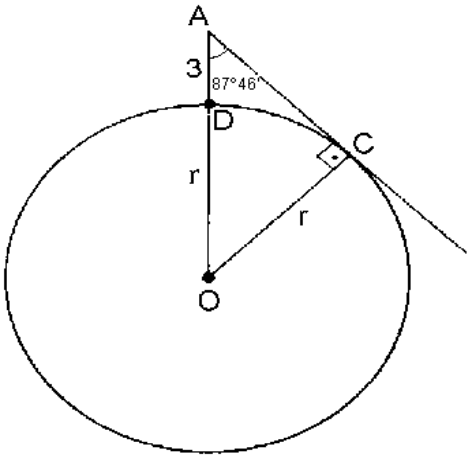


Figura 4

5º passo: Propor aos alunos que solucionem a situação-problema;
6º passo: Propor a alguns alunos que socializem suas soluções a turma;
O momento da correção de exercícios de Matemática é privilegiado, quanto às possibilidades de exploração de erros, pois é neste momento em que professor e alunos focam suas atenções nas estratégias usadas para resolução das atividades propostas, comparando seus resultados, expondo ideias e justificando caminhos escolhidos (BORASI, 1985).
7º passo: À medida que cada aluno termine de socializar a solução, comentar as dificuldades em Matemática observadas à turma;
8º passo: Comentar historicamente o cálculo feito por Eratóstenes de Cirene sobre o raio da Terra, destacando as dificuldades de ferramentas matemáticas na época.

5. Considerações

Este trabalho teve como finalidade propor e discutir atividades didáticas com o uso da história da matemática para introduzir o Teorema de Tales e a Trigonometria, através de uma pesquisa histórica, buscando apoio nos estudos que incentivam o uso da história da matemática como atividade didática.
A relevância desse trabalho encontra-se na possível contribuição para a área da Educação Matemática, oferecendo e discutindo sugestões de atividades para o uso da história da matemática, colaborando assim com processo de ensino-aprendizagem, pois acreditarmos que usando a história da matemática, esses conteúdos passam a ter mais significado.
Quando se fala da dimensão lógico-cultural e se diz que o indivíduo necessita entendê-la para que faça uso da história como metodologia de ensino, pretende-se que através do entendimento sócio-cultural dele compreenda satisfatoriamente a dimensão lógico-histórica do outro. Com isso, o educador consegue trabalhar conceitos matemáticos,

mostrando como na época eram vistos e como atualmente ele também tem sua relevância.

6. Referências

Borasi, Raffaella. *Using Errors as springboards for the learning of mathematics; an introduction. Focus on Learning Problems in Mathematics*, v.7, n-3-4, p.1-14, 1985.
Boyer, Carl B. *História da matemática*. 2 Ed. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1996.
Brasil. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Introdução aos parâmetros curriculares nacionais:* Brasília, 1998.
Brito, A. De J.; Carvalho, D. L. De. Utilizando a história no ensino de geometria. In: Antonio Miguel et al. *História da matemática em atividades didáticas*. São Paulo: Editora livraria da física, 2009.
D'ambrósio, Ubiratan; Barros, Jorge Pedro Dalledonne De. *Computadores, escola e sociedade*. São Paulo: Editora Scipione, 1988.
Graça, Vagner Viana. *Tópicos sobre a história da trigonometria*. 2008. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade do Estado do Pará. 2008.
Lintz, Rubens G. *História da Matemática*. Vol 1. Blumenau: Editora da FURB, 1999.
Mendes, I. A. *Ensino da matemática por atividades:* uma aliança entre o construtivismo e a história da matemática. (Tese de doutoramento). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2001.
Mendes, I. A. A investigação histórica como agente da cognição matemática em sala de aula. IN: MENDES, I. A. et al. *A história como um agente de cognição na educação matemática.* Porto alegre: Sulina, 2006.
Morey, Bernadete Barbosa. *Tópicos de história da trigonometria*. Vol. V. Natal: Editora da SBHMat, 2001.
Moreira, Marco; Masini, Elcie. F. S. A. *Aprendizagem significativa*: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
Moura, Dácio Guimarães. *A dimensão lúdica no ensino de ciências*: atividades práticas como elemento de realização lúdica. (Tese de doutoramento). Universidade de São Paulo. 1993.

Apêndice A – Ficha de Anotações

FICHA DE ANOTAÇÕES

ELEMENTO ESCOLHIDO	
ALTURA DO ELEMENTO (cm)	
SOMBRA DO ELEMENTO (cm)	
SOMBRA DA PIRÂMIDE (cm)	
ALTURA DA PIRÂMIDE (cm – Teorema de Tales)	
ALTURA DA PIRÂMIDE (cm – Régua)	

DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL TEOREMA DE ÁNGULOS INSCRIPTOS EN UNA CIRCUNFERENCIA

Elisabeth Marín[1], *Ana Rosa Corica*[1,2]
1. Facultad de Ciencias Exactas – UNCPBA
2. CONICET - Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología
marinelisabeth@yahoo.com.ar, acorica@exa.unicen.edu.ar

Resumen
En este trabajo presentamos resultados parciales del diseño e implementación de una Actividad de Estudio e Investigación (Chevallard, 2004), para la enseñanza de ángulos inscritos en una circunferencias en la escuela secundaria. Con fundamento en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999) se diseñó la AEI, se analizaron las producciones de los estudiantes y el rol del profesor durante el proceso de estudio. Los principales resultados indican que para los estudiantes resolver una situación es dar respuesta a la demanda del profesor. No parecen tener la necesidad de explicitar el entorno tecnológico – teórico que justifica esa manera de hacer. Esta situación requirió de un esfuerzo constante por parte del profesor para que los alumnos argumenten el trabajo realizado.

Palabras clave: estudiantes, secundaria, dispositivo didáctico, entorno tecnológico - teórico, geometría.

1. Introducción

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia en la que se propone el diseño e implementación de una Actividad de Estudio e Investigación (Chevallard, 2004, 2006, 2007) para la enseñanza de ángulos inscritos en circunferencias en la escuela secundaria. La problemática de la enseñanza de la geometría ha sido considerada en los últimos años como objeto de investigación por numerosos investigadores (Báez, Iglesias, 2007; Barrantes, Blanco, 2005; Espinoza, 2007; Gamboa y Ballestero, 2010, Gascón, 2003, Itzcovich, 2005; Roditi 2004; entre otros). En particular, se destaca que el trabajo geométrico ha ido perdiendo espacio y sentido, tanto en los colegios como en la formación docente. De esta manera, se imposibilita a los alumnos conocer otro modo de pensar que supone la posibilidad de recurrir a propiedades de los objetos geométricos para poder anticipar relaciones no conocidas así como inferir y producir nuevas propiedades (Itzcovich, 2005). La geometría es considerada como uno de los pilares de formación académica y cultural de las personas, tanto por su aplicación en diversos contextos (Báez e Iglesias, 2007); como por su contribución en el desarrollo de habilidades para visualizar, pensar críticamente, intuir, resolver problemas, conjeturar, razonar deductivamente y argumentar de manera lógica en procesos de prueba o demostración (Jones, 2002).
Aquí presentamos resultados parciales del diseño y la primera implementación de una Actividad de Estudio e Investigación (AEI) para el estudio de ángulos inscriptos en una circunferencia. En principio, la intención de la AEI propuesta radica en promover un análisis que permita concluir en el teorema de los ángulos inscriptos. Con el estudio de las tareas se intenta promover en los estudiantes la experiencia de la construcción, la toma de decisiones acerca del uso de tal o cual herramienta, el reconocimiento de la

unicidad o no de resultados, y preparar el terreno para la entrada de los alumnos en producciones más argumentativas.

2. Marco Teórico

En este trabajo se adopta como referencial teórico a la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999, 2004, 2006, 2007, Ladage, Chevallard, 2010). Siguiendo las líneas recientes de investigación que propone la teoría, se plantea la necesidad de introducir en los sistemas de enseñanza procesos de estudio *funcionales*, donde los saberes no constituyan *monumentos* que el profesor *enseña* a los estudiantes, sino herramientas materiales y conceptuales, útiles para estudiar y resolver situaciones problemáticas. Las Actividades de Estudio e Investigación (AEI) son dispositivos propuestos para enfrentar el proceso de monumentalización del saber y para hacer vivir lo que Chevallard denomina la pedagogía de la Investigación en la clase de Matemática (Ladage, Chevallard, 2010). Este dispositivo retoma la preocupación de la reconstrucción funcional de los saberes matemáticos como respuesta a ciertas cuestiones fundamentales. Así, se trata de superar la estructura binaria clásica que se caracteriza por la presentación de elementos tecnológicos – teóricos y luego tareas como *medio* para la aplicación de los primeros. Las AEI promueven una epistemología *"funcionalista"* que concibe a la matemática como un instrumento para aportar respuestas a cuestiones problemáticas que trascienden el ámbito escolar.

Toda AEI surge de una cuestión generatriz inicial que permite hacer surgir un tipo de problemas y una técnica de resolución, así como una tecnología apropiada para justificar y comprender la actividad matemática que se está desarrollando (Ladage, Chevallard, 2010).

3. Metodología

En este trabajo se utilizaran técnicas metodológicas cualitativas de corte exploratorio y descriptivo, pues se propone desarrollar, implementar y evaluar un dispositivo didáctico que, basado en la pedagogía de la investigación, se aleje de la tradicional enseñanza de la geometría.

Según el referencial teórico asumido, como actividad previa al diseño de las AEI es necesario elaborar un modelo epistemológico de referencia (MER). El MER es una herramienta para el análisis de procesos didácticos concretos. Es decir, el diseño tuvo en cuenta que la AEI se encontraba orientada a estudiantes de tercer año de la escuela secundaria argentina. Al definir el MER es necesario proponer una cuestión generatriz elemental que dé lugar a la construcción de Organizaciones Matemáticas (OM) articuladas e integradas. Dicha cuestión es la siguiente: *¿Cuáles son las propiedades de los cuadriláteros cíclicos?*. Esta permite el trazado de un *mapa* que es formulado en términos de posibles ramificaciones de la cuestión generatriz en cuestiones cruciales y de las respectivas respuestas intermedias o provisionales. El estudio sobre cuadriláteros cíclicos aborda las nociones de ángulo, circunferencia, ángulos inscritos en una circunferencia y cuadriláteros, los cuales permiten fortalecer, conocer y ampliar el desarrollo disciplinar de la geometría. Por razones de espacio, aquí no se desarrollará el MER.

A partir del MER, se propuso la AEI para el estudio de ángulos inscriptos en una circunferencia. Una vez descrita la sucesión de OMs que emergen como respuesta a las cuestiones generatrices de la AEI, cuya cuestión inicial es *¿Cuáles son las relaciones que se establecen entre los ángulos inscriptos en un arco de circunferencia y elementos*

de la misma?, se pasó a describir el nivel de ingeniería didáctica. Si el estudio de una cuestión *Q* requiere la construcción o reconstrucción de OMs, este proceso de reconstrucción requiere al menos de una organización didáctica (OD). A su vez, estas se completan con la descripción de la dinámica del proceso de estudio que propone la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999) en términos de momentos de estudio: Momento del primer encuentro, momento de la exploración, momento de la constitución del entorno tecnológico – teórico, momento del trabajo de la técnica, momento de la institucionalización y momento de la evaluación.
Es necesario destacar que en la escuela la pedagogía de la investigación (Chevallard, 2007, 2009) funcional al dispositivo AEI, requiere de cambios rotundos en cuanto a la mesogénesis, topogénesis y cronogénesis. La génesis del medio constituye una dimensión central, y resulta de vital importancia el trabajo conjunto del profesor y sus alumnos. Se requiere propiciar un ámbito de estudio particular, donde los alumnos puedan pensar con otros, intercambiar y exponer sus ideas, consensuar el saber reconstruido sin temor a equivocarse.
El diseño e impelentación de la AEI implicó nueve encuentros. La implementación de la AEI se desarrolló en un curso de tercer año de la Escuela Secundaria Básica de la Escuela Normal, "Bernardino Rivadavia" de la ciudad de Azul, en Argentina. El grupo estaba constituido por 24 alumnos. Según el profesor titular del curso, el rendimiento de los estudiantes en el área de matemática fue bueno, y contaban con los conocimientos previos suficientes para poder realizar la AEI.
La implementación de la secuencia fue realizada por una de las investigadoras, mientras que el profesor titular del curso permaneció como observador no participante.
Las clases de matemáticas se desarrollaban en tres encuentros semanales: dos encuentros de 60 minutos de duración y uno de 120 minutos.
La AEI implementada implicó el estudio de tareas que derivó a la institucionalización de las siguientes propiedades:
- *Todo ángulo inscripto en un arco de circunferencia es la mitad del ángulo central correspondiente o, recíprocamente, Todo ángulo central es el doble del ángulo inscripto correspondiente al mismo arco de circunferencia.*
-*Los ángulos inscriptos en un mismo arco de circunferencia tienen la misma amplitud.*
-*Todos los ángulos inscriptos que abarcan una semicircunferencia tienen una amplitud de 90º.*
En este trabajo sólo presentamos resultados, en relación a las producciones de los estudiantes, que permitieron concluir en el teorema de ángulos inscriptos en una circunferencia. El estudio de este teorema permitió posteriormente analizar nuevas relaciones de los ángulos inscriptos con otros elementos de la circunferencia, así como también el estudio de propiedades de los cuadriláteros cíclicos.

4. Resultados y discusión

A continuación, presentamos una síntesis de los principales resultados de la implementación de una parte de la AEI. Este estudio se realizó en 4 clases y permitió la institucionalización del teorema de ángulos inscriptos en una circunferencia.
La primera clase se desarrolló en un encuentro de 120 minutos de duración. La situación 1 consistió en trazar ángulos inscriptos y ángulos centrales en un mismo arco de circunferencia. Aquí el momento prioritario fue el momento exploratorio. Pues, los alumnos recuperaron las OM construidas en años anteriores y elaboraron una técnica que les permitió trazar el ángulo central correspondiente a los ángulos inscriptos

dibujados, y los ángulos inscriptos correspondientes a los ángulos centrales presentados en la situación.
Aquí se inició un análisis del trabajo de construcciones geométricas, partiendo de la premisa de que, bajo ciertas condiciones, las construcciones con los instrumentos clásicos de la geometría permiten explorar, identificar, conjeturar y validar propiedades de las figuras.
Con esta primera situación los alumnos analizaron las características de los ángulos inscriptos y ángulos centrales en un arco de circunferencia, lo que constituyeron herramientas necesarias para ser utilizadas en las próximas tareas. Los alumnos tomaron decisiones acerca de la unicidad o no de las construcciones de ángulos inscriptos y de ángulos centrales, lo que involucra un razonamiento con tintes deductivos. También reflexionaron sobre ciertas condiciones que deben cumplir los ángulos trazados.
En el trabajo de los estudiantes se observó una falta de necesidad de justificar las realizaciones. Las producciones se presentan sin un entorno tecnológico explícito.
La segunda clase correspondió a una sesión de 60 minutos y se propuso el estudio de la siguiente situación:

Trazar una circunferencia de centro O y radio r. Ubicar tres puntos (A, B y C) en la circunferencia de tal manera que el ángulo ABC sea de 30º y el lado AB pase por el centro de la misma. Sin utilizar el transportador, responde las siguientes preguntas: (a) ¿Es posible determinar la amplitud del ángulo central AOC? ¿Por qué?

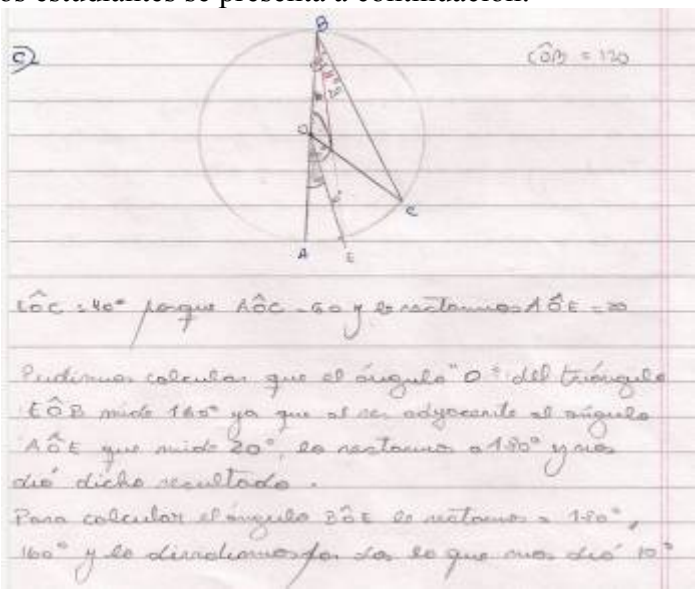
El objetivo de la situación es que los alumnos establezcan la relación entre un ángulo inscripto y un ángulo central en un mismo arco de circunferencia.
En el hacer de la situación tuvo lugar como momento prioritario el momento exploratorio. Los alumnos debieron utilizar propiedades estudiadas años anteriores y recuperar lo realizado en la clase anterior para poder resolver.
La principal dificultad a la que se enfrentaron los estudiantes al resolver, estuvo relacionada con realizar la construcción, en particular para determinar los puntos A, B y C de tal manera que el ángulo $A\hat{B}C$ sea de 30º y el lado $\overline{AB}$ pase por el centro de la circunferencia. Ante esta situación el profesor realizó algunas preguntas para orientar la realización de las construcciones.
Al intentar responder la pregunta a) se observó que algunos grupos midieron con el transportador para lograr tener una aproximación del valor del ángulo. Otros estudiantes justificaron sus resoluciones identificando el triángulo isósceles determinado en el interior de la circunferencia, por petición del profesor de hacer explícito los razonamientos empleados. A partir de esto, establecieron las relaciones y propiedades entre los diferentes objetos geométricos.
La tercera clase correspondió a una sesión de 60 minutos. El profesor indicó trabajar sobre la situación que se presenta a continuación, y que es continuación de la situación propuesta en la clase anterior:

(b) Determina un punto D, en el arco AB que no contiene al punto C, de tal manera que el ángulo DOC sea recto. ¿Es posible conocer el valor del ángulo inscripto DBC? Justifica.

En el hacer de esta situación la principal dificultad que detectó el profesor estuvo vinculada a construir y justificar las producciones realizadas. Esto requirió que el profesor interviniera para orientar la actividad de los estudiantes.
A medida que los estudiantes fueron trabajando se pudo observar la explicación de los resultados obtenidos.
Luego de una discusión de las producciones de los estudiantes, el profesor propuso responder la pregunta (c).

(c) Determina en el arco AC que no contiene al punto B, un punto E de tal manera que el ángulo AOE tenga una amplitud de 20º. ¿Es posible determinar la amplitud del ángulo inscripto EBC? ¿y del ángulo central EOC? Justifica.

Los alumnos trabajaron aproximadamente 15 minutos en forma grupal. Para determinar la amplitud de los ángulos indicados los alumnos recurrieron a propiedad de ángulos adyacentes, propiedades de triángulo isósceles y propiedad de la suma de ángulos interiores de un triángulo.
Una vez terminado el trabajo de cada grupo, el profesor propuso una puesta en común.
De los 7 grupos conformados para esta clase, sólo el grupo 1 fue el que propuso un medio tecnológico explícito para fundamentar las amplitudes de los ángulos. El registro de la carpeta de los estudiantes se presenta a continuación:



Grupo 1

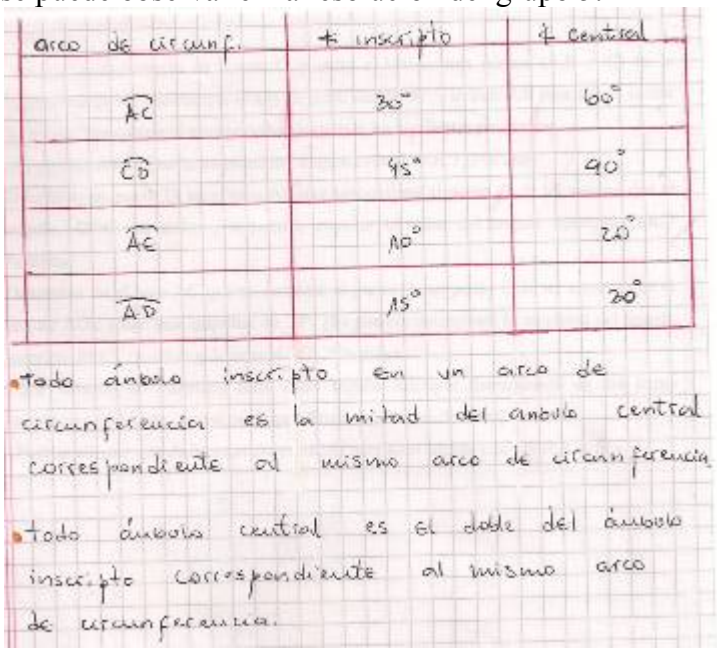
Al finalizar la discusión, el profesor solicitó a los alumnos intentar resolver la siguiente situación para el próximo encuentro:

Teniendo en cuenta los esquemas realizados, completar la siguiente tabla. Luego intenten responder las preguntas (d) y (e) correspondientes al problema 2.

Arco de circunferencia	Angulo Inscripto	Angulo central
AC		
CD		
AE		
Otros…		

d) ¿Qué relación se establece entre cada ángulo inscripto determinado en los ítems anteriores y el ángulo central correspondiente a cada uno de ellos?
e) ¿Podrías afirmar que dicha relación es válida para todo ángulo inscripto? Justifica.

En la cuarta clase, los diferentes grupos comentaron las resoluciones propuestas a la situación solicitada por el profesor en la clase anterior. Los estudiantes indicaron haber encontrado la misma relación entre los ángulos inscriptos y los ángulos centrales correspondientes al mismo arco de circunferencia.
El profesor dibujó un esquema y la tabla en el pizarrón. Cuatro alumnos pasaron al pizarrón a identificar los ángulos determinados en un mismo arco de circunferencia y a completar la tabla. En el hacer de los estudiantes, se observó que se recuperaron elementos tecnológicos que emergen del hacer de la situación 1. Reconocieron el ángulo inscripto y el ángulo central correspondiente al mismo arco de circunferencia y observaron la amplitud de ambos.
A continuación se puede observar en la resolución del grupo 5:



arco de circunf.	∡ inscripto	∡ central
$\widehat{AC}$	30°	60°
$\widehat{CD}$	45°	90°
$\widehat{AE}$	10°	20°
$\widehat{AD}$	15°	30°

• Todo ángulo inscripto en un arco de circunferencia es la mitad del ángulo central correspondiente al mismo arco de circunferencia

• Todo ángulo central es el doble del ángulo inscripto correspondiente al mismo arco de circunferencia.

Grupo 5

En general, los grupos pudieron determinar la relación establecida entre los ángulos inscriptos y los ángulos centrales en un mismo arco de circunferencia.
A continuación el profesor preguntó a los grupos acerca de la pregunta (e). Los alumnos recuperaron elementos tecnológicos que emergen del hacer del problema 1 y observaron que la relación es válida para las tres posiciones del centro de la circunferencia respecto al ángulo inscripto. De esta manera, quedó institucionalizada la siguiente relación:

"Todo ángulo inscripto en un arco de circunferencia es la mitad del ángulo central correspondiente" o, recíprocamente, "Todo ángulo central es el doble del ángulo inscripto correspondiente al mismo arco de circunferencia".

5. Conclusiones

Con fundamento en los últimos desarrollos de la TAD, se diseñó una AEI para la enseñanza de ángulos inscritos en la circunferencia. Durante el desarrollo de las clases se trató de llevar a cabo un proceso de estudio involucrando a los estudiantes en un

nuevo tipo de trabajo, alejado de la enseñanza habitual. Los estudiantes resolvieron situaciones que permitieron desplegar razonamientos propios del trabajo geométrico y que les permitió institucionalizar el Teorema de ángulos inscriptos en una circunferencia. Dedujeron a partir de los datos y utilizando propiedades y relaciones que no se encontraban explicitas y llegaron a establecer el carácter necesario de los resultados independientemente de la experimentación.

De esta primera implementación, se destacan las dificultades para desarrollar un dispositivo didáctico con las características de un AEI, pues se percibe que para los estudiantes resolver una situación es dar respuesta a la demanda del profesor. Y además este tipo de respuestas se caracterizan por la ausencia de un entorno tecnológico – teórico explícito. Esta dinámica de estudio conduzco a la imposibilidad de que los estudiantes planteen nuevas preguntas a partir de las resoluciones obtenidas, lo que requirió de constantes intervenciones del profesor para proseguir en el proceso de estudio.

Nuestro trabajo continúa en la modificación del dispositivo didáctico implementado y en la elaboración de un nuevo diseño con el empleo de herramientas informáticas, que permitan superar las dificultades detectadas. La realización de situaciones, con el uso de software, facilita el estudio de nuevas relaciones entre los elementos de la circunferencia, que resultan más complejas de ser realizadas con lápiz y papel. Además, este nuevo diseño debe contemplar mayor tiempo de realización con los estudiantes, pues la implementación de un dispositivo con las características de un AEI implica cambios radicales en la dinámica de estudio de los alumnos. Se requiere de mayor acompañamiento sostenido en el tiempo para poder lograr cambios radicales en el proceso de estudio.

6. Referencias

Báez, R. & Iglesias, M. (2007). Principios didácticos a seguir en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en la UPEL "El Mácaro". *Enseñanza de la Matemática,* Vols. 12 al 16, Número extraordinario, 67-87.

Barrantes, M. y Blanco, L. J. (2005). Análisis de las concepciones de los profesores en formación sobre la enseñanza y aprendizaje de la geometría. *Números*, 62, 33-44.

Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 19/2, pp. 221-266.

Gamboa, R.; Ballestero, E. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica Educaré*. 14 (2), 125-142.

Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2007). *Pasado y presente de la Teoría Antropológica de lo Didáctico.* Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=134.

Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2006). Steps towards a new epistemology in mathematics education. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. En L. RUIZ-HIGUERAS, A. ESTEPA, y F. JAVIER GARCIA (Ed.). *Sociedad, Escuela y Matemáticas*. *Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico,* (pp. 705-746.). Universidad de Jaén.

Chevallard, Y. (2009). La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponse à partir de la TAD. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr/.

Espinoza, L.; Barbé, J.; Dinko, D. (2007). El problema de la enseñanza de la geometría en la Educación General Básica chilena y una propuesta para su enseñanza en aula. Actas del II Congreso Internacional sobre la Teoría Antropológica de lo Didáctico. Disponible en: http://www4.ujaen.es/~aestepa/TAD_II/listado_comunicaciones.htm.

Gascón, J. (2003). Efectos del *autismo temático* sobre el estudio de la Geometría en Secundaria. Desaparición escolar de la razón de ser de la Geometría. *SUMA*. 44, 25-34.

Itzcovich, H. (2005), Iniciación al estudio didáctico de la Geometría, Zorzal.

Jones, K. (2002). Issues in the Teaching and Learning of Geometry. En L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics. Perspectives on practice* (pp. 121-139). London: RoutledgeFalmer.

Ladage, C.; Chevallard, Y. (2010). *La pédagogie de l'enquête dans l'éducation au développement durable*. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr/

Roditi, E. (2004). Le Theoreme de lángle inscrita u college analyse dúne seance díntroduction. *Petit x*. 66, 18 – 48.

ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DE ACCESO EN UN PROBLEMA ADMINISTRADO EN EL INGRESO

María Beatriz Bouciguez; María Cristina Modarelli; María Rosa Nolasco; María de las Mercedes Suárez
Facultad de Ingeniería. UNCPBA
boucigue@fio.unicen.edu.ar; cmodarel@fio.unicen.edu.ar; rnolasco@fio.unicen.edu.ar; msuarez@fio.unicen.edu.ar

Resumen
En el presente trabajo damos cuenta del análisis de un problema administrado en una de las instancias de examen del Programa Integral para el Ingreso Universitario (PIIU) a las carreras de la Facultad de Ingeniería UNCPBA en marzo de 2011.
Para el problema de índole intramatemático los alumnos debían conocer los conceptos de función lineal y cuadrática; apelar a las herramientas geométricas y a los algoritmos de resolución de sistemas. En nuestra investigación hemos detectado que el tratamiento "funcional" de las ecuaciones que componen un sistema (lineal o mixto) no está lo suficientemente trabajado en el aula. El trabajo con polinomios y sus factorizaciones tiene escaso impacto al momento de trabajar con los ceros de las funciones polinómicas.

Palabras clave: ingreso, competencias, noción de función, función cuadrática, ecuación de segundo grado.

1. Antecedentes y justificación

Actualmente es una tendencia internacional que en el diseño de los planes de estudio de ingeniería se utilicen las competencias como horizonte formativo. En función de futuras actualizaciones en dichos diseños, CONFEDI ha considerado conveniente analizar esta temática en relación con la realidad Nacional a efectos de debatir este criterio y generar espacios de desarrollo que permitan vislumbrar su aplicabilidad.
En un primer acuerdo, en Bahía Blanca en octubre de 2006, se identificaron las Competencias Genéricas de egreso de las carreras de Ingeniería. Actualmente, en este marco y contexto, se trabaja en la definición de Competencias Específicas de egreso de cinco carreras de Ingeniería atendiendo estrictamente a lo disciplinar.
En vinculación con lo anterior, CONFEDI consideró conveniente determinar también las competencias de acceso de un estudiante de nivel medio que desea continuar estudios superiores en Ingeniería. Esto permitirá disponer de un punto de partida mínimo a partir del cual se pueden desarrollar los currículos para lograr las competencias de egreso.
Por otra parte, desde el Ministerio de Educación de la Nación, los documentos que organizan y definen las competencias plantean que para los egresados de la escuela secundaria, las capacidades creativas y de resolución de problemas, así como el pensamiento complejo, están dados por operaciones mentales mediadas y transmitidas culturalmente por el lenguaje en sus diferentes concepciones.
En consecuencia las características de la Educación Superior requieren que quien inicia una carrera universitaria deba poseer el dominio de una serie de competencias básicas. Sin dudas el aprendizaje constituye un proceso complejo que se compone de diferentes competencias que convergen en el resultado final formativo.

La articulación entre la Escuela Secundaria y la Universidad debiera alcanzar un análisis compartido, a fin de delinear un plan de trabajo en común, con el compromiso de ambas partes que produzca una eficaz instrumentación.
Asimismo y siguiendo la línea de la investigación iniciada en el año 2007, nuestro propósito ha sido el de abordar la problemática de la articulación escuela secundaria-universidad en general y su incidencia en los alumnos ingresantes a la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en particular. Marcamos la continuidad en el presente trabajo indagando acerca de las competencias cognoscitivas con las que cuentan los estudiantes para enfrentar las exigencias universitarias.
Desde el Proyecto de investigación "Articulación escuela secundaria-universidad: análisis de aspectos disciplinares, vocacionales y discursivo-comunicativos en los estudiantes de la FIO" (Aprobado por la SeCAT 2010-2012) nos hemos planteado entre los objetivos específicos:

- Contribuir a identificar el perfil y las competencias necesarias del ingresante universitario a las carreras de la Facultad de Ingeniería.
- Aplicar de manera articulada los procedimientos matemáticos generales[88], desde el Programa Integral para el Ingreso Universitario (PIIU), hacia las asignaturas iniciales del Área de Matemática de la Facultad de Ingeniería.

La "Resolución de Problemas" es una estrategia que articula diferentes técnicas para dar una respuesta, solución o explicación coherente a un conjunto de datos relacionados dentro de un contexto (problema).
Resultados de distintas investigaciones, realizadas desde la psicología cognitiva, entre otras disciplinas señalan que, independientemente de las características específicas del campo del conocimiento en el que se plantea el problema a resolver, se dan siempre los mismos procesos: representación del problema (supone la comprensión del problema); transferencia del conocimiento (activación y aplicación de conocimientos previos en la elaboración de un plan para resolver el problema); evaluación de la solución hallada y comunicación de los resultados.
Se coincide que los alumnos aspirantes y/o que ingresan a las carreras universitarias poseen:

- Habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior.
- Dificultades para organizar el material informativo, selección de contenidos, distinción entre lo fundamental y los datos accesorios, integración de los conocimientos nuevos con los previos.
- Dificultades para la expresión oral y escrita.
- Dificultad para aplicar estrategias de profundización como clasificar, comparar, contrastar, analizar, sintetizar.

Considerando que las *competencias específicas* remiten a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras insertas en la educación superior, consideramos que los ingresantes debieran disponer de, entre otras, la capacidad para la resolución de problemas, como así también de autonomía en el aprendizaje y destrezas cognitivas generales. También con mayor

[88] Tal como se muestra en Hernández Fernández H., Delgado Rubí, R. y Fernández, B. (1998): 'Cuestiones de Didáctica de la Matemática' (Homo Sapiens, Rosario, Argentina) los procedimientos y/o habilidades son: definir, demostrar, identificar, interpretar, recodificar, graficar, algoritmizar, calcular y modelar.

grado de especificidad estar en condiciones de realizar el *análisis de una función o un fenómeno físico y/o químico sencillo a partir de su representación gráfica y/o a partir de sus ecuaciones matemáticas.*

Para "cubrir" estos aspectos se consideran pertinentes como indicadores de logro:

a. Reconoce distintos tipos de funciones - lineales, cuadráticas, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas - a partir de la gráfica y/o por sus ecuaciones matemáticas.

b. Realiza e interpreta representaciones gráficas.

c. Traduce la "realidad" a una estructura matemática.

Este último indicador debe interpretarse como el trabajo en tareas de modelación.

Con el propósito de identificar distintas concepciones relativas a la noción de función Luisa Ruiz Higueras[89] expresa: *"Nuestros alumnos de secundaria manifiestan en general una concepción de la noción de función como un procedimiento algorítmico de cálculo... Podemos decir que sus definiciones no determinan el objeto función, sino las relaciones que han mantenido con él"*

Siguiendo a Duval, hay características de la actividad cognitiva implicadas en las estrategias matemáticas, una de ellas es que los objetos matemáticos no son accesibles mediante la percepción lo cual hace plantear como interrogantes ¿cómo aprender a no confundir un objeto con la representación que se hace de él? y ¿cómo aprender a cambiar de registro? Consideramos como registros el gráfico, el algebraico y el natural; en esta presentación estimamos pertinente analizar un problema intramatemático para "facilitar" el abordaje del mismo[90].

Son muchas las investigaciones centradas en el estudio de las dificultades y concepciones de los alumnos en relación con la transformación entre la representación gráfica de una función y su expresión algebraica. Se trata en ellas de estudiar las relaciones que establecen los alumnos entre los coeficientes de las expresiones algebraicas y las características geométricas de las gráficas de las funciones.

2. El problema

Enunciado: *Dadas las funciones* $F: R \to R / F(x) = x^2 + 2x - 8$; $G(x): R \to R / G(x) = 2x - 7$

a) *Realice en un mismo sistema de coordenadas cartesianas el gráfico de ambas funciones, indicando, para la función F, intersección con los ejes y coordenadas del vértice. Y para la función G, la pendiente y la ordenada al origen.*
b) *Halle analíticamente los puntos de intersección entre la parábola y la recta dada.*

3. Análisis del problema

Hacer un análisis de la resolución de un problema no es simple porque depende de muchos factores, en este caso, se presenta el estudio de algunas de las estrategias desplegadas por los estudiantes. El mismo correspondiente a los contenidos función y sistemas de ecuaciones mixto fue administrado en una de las instancias del examen diagnóstico de ingreso a las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, ciclo lectivo 2011 y aquí daremos cuenta de las competencias puestas en juego, principalmente, en la resolución del inciso b.

[89] Ruiz Higueras, L. (1998), La noción de función: Análisis epistemológico y didáctico, España: Editorial de la Universidad de Jaén

[90] Suárez, M.; Irassar, L.; Bouciguez, B. (2007) *Dificultades en la transferencia de aprendizaje: caso función cuadrática*. CD de Memorias del 9no. Simposio de Educación Matemática. EMat Editora.

Se analizaron 129 evaluaciones que corresponden al total de alumnos presentados.
Considerando que los alumnos tienen dificultades para organizar el material informativo, seleccionar los contenidos, distinguir entre lo fundamental y los datos accesorios e integrar los conocimientos nuevos con los previos, en el PIIU se les plantean a los alumnos situaciones similares al problema considerado que es donde se ponen en juego las siguientes competencias específicas:

- Traducción del lenguaje coloquial al simbólico y viceversa.
- Técnicas de resolución de ecuaciones de primer grado: pasaje de términos o bien aplicación de la propiedad uniforme.
- Técnicas de resolución de ecuaciones de segundo grado (en general mediante la fórmula).
- Técnicas de resolución de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas.
- Ecuación de la recta.
- Ecuación de la parábola.

Respecto de éstas dos últimas se detecta que no se realiza un abordaje funcional en la escuela secundaria y esto es lo que impacta en una escasa visualización de las ecuaciones involucradas como "sistema" al cual se le debe dar un tratamiento articulado entre el registro gráfico (con el aporte de herramientas geométricas) y el registro algebraico.
Un hecho que llama la atención es el bajo porcentaje de alumnos que realiza correctamente el inciso a), 42 %, donde se involucran las competencias enunciadas anteriormente.
Se ha observado en la gestión de la clase con los alumnos, que no están acostumbrados a relacionar los coeficientes de la expresión algebraica de una función polinómica con las características de su representación gráfica. Si bien en este caso las ecuaciones involucradas son de grado uno y dos el trabajo en el sentido expresado permitiría adquirir un conocimiento más preciso de las funciones y de las formas de representación que posteriormente se utilizan en el Análisis Matemático I.
Este tipo de problema no suele ser de aprendizaje sino de aplicación. Con todo el bagaje de conocimientos mencionados, se espera que los alumnos sean capaces de plantear una ecuación que modelice el problema y lo resuelva. Se trabaja luego de haber desarrollado todos los contenidos referidos a ecuaciones de primer y segundo grado y habitualmente se considera como otra oportunidad para practicar resolución de ecuaciones.
Del total del grupo de ingresantes sólo un 38.8 % (33 alumnos) plantea correctamente la ecuación de resolución del sistema, mientras que 29 de ellos lo resuelve correctamente y finalmente 22 alumnos son los que dan la solución del problema, lo cual representa el 17 %.
A nuestro entender al no hacer explícitas las relaciones que se pretende aparezcan al momento de la modelización no surge como "natural" el método de igualación (ordenada de la función lineal igual a ordenada de la cuadrática) para la resolución ajustando el uso del algoritmo y en consecuencia la ecuación cuadrática resultante no se interpreta como la que brinda las abscisas de intersección buscadas.
Por otra parte, las resoluciones aritméticas en nuestros análisis son formas de resolución que, como docentes, nos resultan "lejanas". A veces nos resulta difícil comprender que un alumno vuelva a usar una herramienta que supuestamente ha sido reemplazada por otra, pero ¿por qué un alumno dejaría de usar una forma de resolución conocida y que le resulta simple?

En el contexto de resolución de sistemas mixtos ¿qué uso se le da a la herramienta aritmética? Se presentó en algunos casos el uso de tablas y en consecuencia la recuperación de la herramienta aritmética (fig. 1).

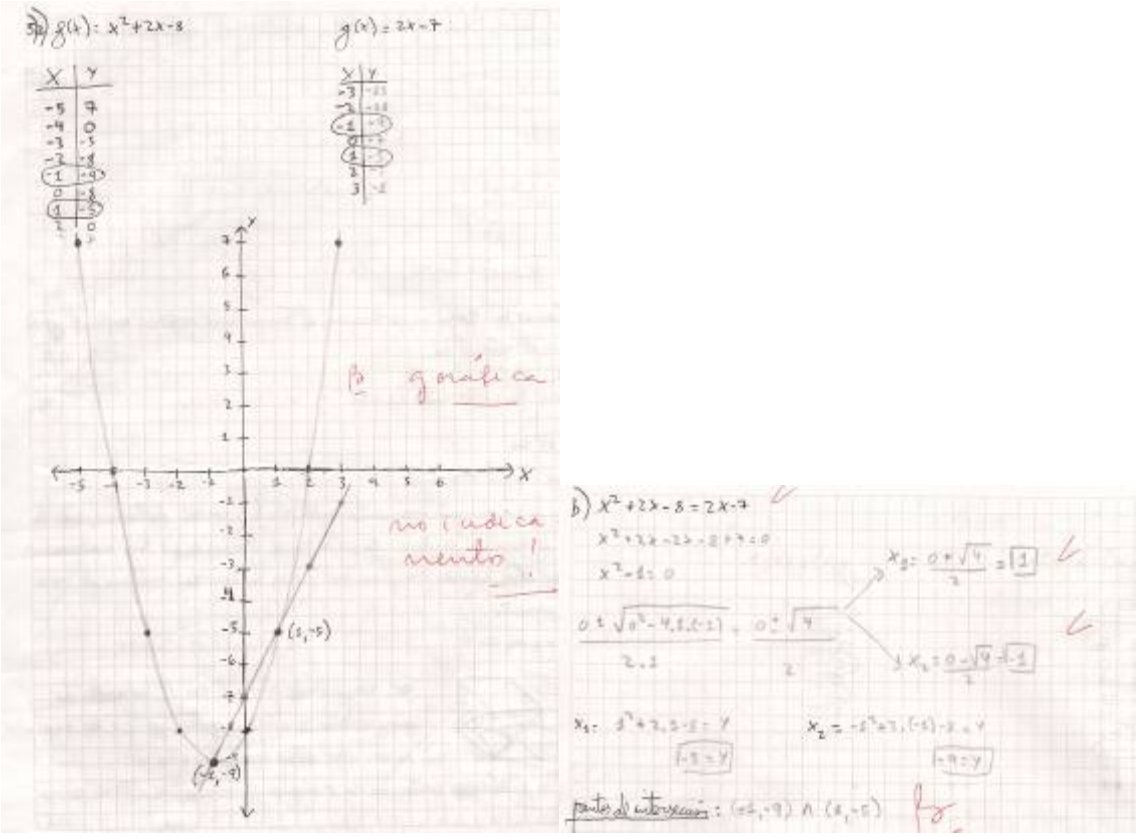


Figura 1

El trabajo algorítmico con ecuaciones con una cantidad finita de soluciones tiene una "salida", que es verificar si cada una de ellas efectivamente lo hace. Pero este no suele ser un trabajo habitual. En el caso de este problema el alumno podía utilizar lo realizado en el inciso a) para verificar las soluciones obtenidas a partir de la resolución del sistema dado, y en algún caso revisar la resolución analítica en base a la diferencia se observa, pues en el gráfico encuentra dos puntos de intersección mientras que a través del trabajo algebraico obtiene un solo punto (figs. 2 y 3).

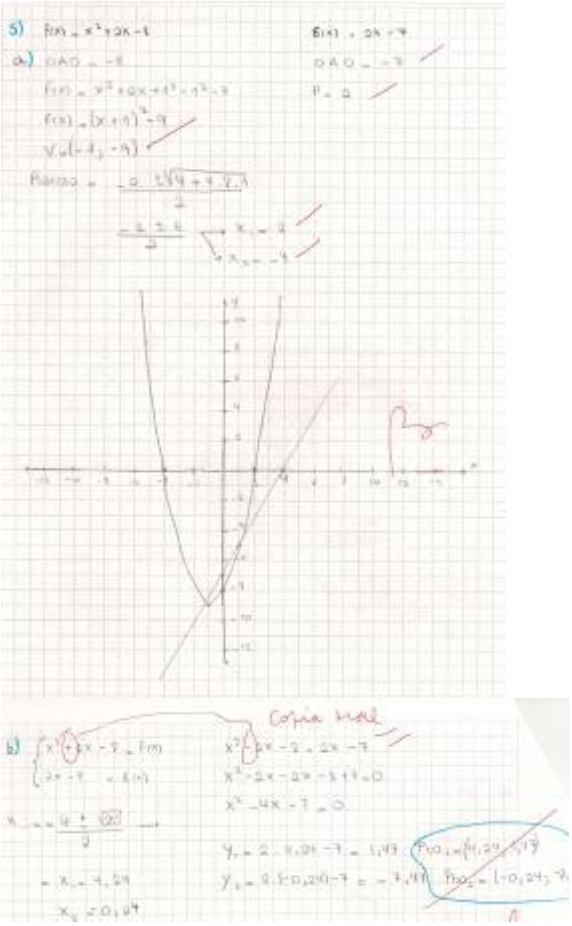


Figura 2

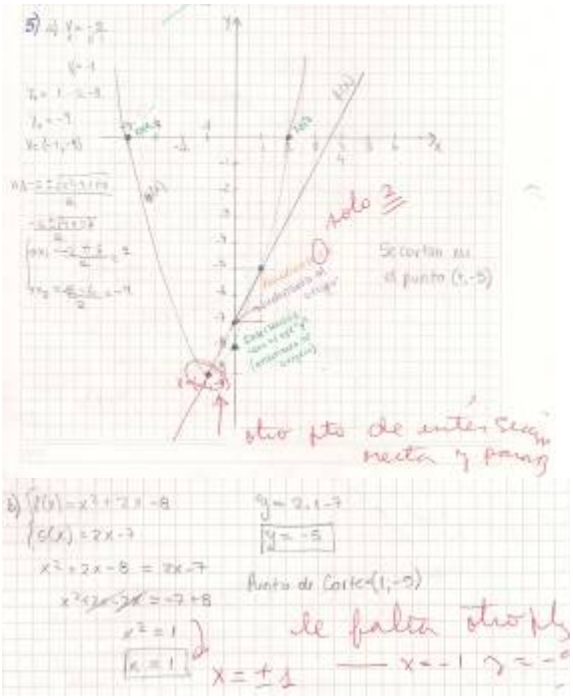


Figura 3

Por otra parte, la verificación en el sistema no solo permite saber si el o los valores hallados son realmente soluciones de la ecuación, sino que además, en caso de no serlo, sirve como instancia de control. Por ello es necesario, el desarrollo de estrategias que permitan validar lo obtenido en los "pasos" cuando se trabaja con sucesivos sistemas equivalentes, controlando así el conjunto solución.

4. Conclusiones

Como ya hemos señalado, el problema estudiado en este trabajo fue administrado en una evaluación diagnóstica y las respuestas que analizamos son las resoluciones reales de los alumnos.

En el análisis realizado hemos reflexionado con el aporte de Raymond Duval (1995), según quien "*Es el objeto matemático el que debe ser importante no sus diversas representaciones semióticas"; y más aún, "el objeto representado no debe confundirse con el contenido de la representación… la ecuación de la parábola y el gráfico de la parábola se refieren al mismo objeto matemático… pero no dan cuenta de las mismas propiedades del objeto*". Consideramos que este es uno de los obstáculos con el que se enfrentan nuestros estudiantes, dificultad que proviene de la falta de tratamiento de los distintos conceptos como objeto y herramienta.

Si bien hay algunos que resolvieron correctamente este problema, es importante en hacer hincapié en aquellos que resolvieron el inciso a) del problema y no el b).

No estamos en condiciones de afirmar que los estudiantes involucrados en la prueba *no saben resolver un sistema de ecuaciones mixto* aunque sí se podría sostener que no tienen desarrollada completamente la competencia para leer o interpretar los resultados parciales obtenidos apelando a conceptos pertinentes aprendidos en determinado registro (lenguaje natural u otro).
Reiteramos que una de las cuestiones que se ha observado en el trabajo directo con los alumnos en las clases, es que éstos no están acostumbrados a relacionar los coeficientes de la expresión algebraica de una función polinómica con las características de su representación gráfica. En general tienen dificultades para relacionar los coeficientes de las ecuaciones algebraicas asociadas a las funciones con las características geométricas de su representación gráfica. Suelen recurrir más a menudo a los cálculos de la tabla de valores de la función, con lo que son más propensos a cometer errores que posiblemente con una concepción más pertinente de función y su dominio, no cometerían.
Consideramos apropiado realizar este tipo de análisis en el contexto del tema sistema de ecuaciones por la riqueza del mismo y lo apropiado que resulta en lo inherente a modelización y resolución de problemas.
Si bien nuestros estudios son preliminares nos permitirán continuar avanzando en el diseño de mejores estrategias de enseñanza de un aspecto que reviste complejidad como lo es atender al desarrollo de competencias.
Con este análisis abonamos al hecho de que los ingresantes tienen dificultades para aplicar estrategias como las de clasificar, comparar, contrastar, analizar, sintetizar lo que quedó manifestado en los resultados que exhibían mediante la resolución del algoritmo y lo que podían obtener del registro gráfico.
Consideramos que una amplia mayoría de los alumnos ingresantes no han desarrollado de manera suficiente las competencias de acceso por lo que es necesario trabajar desde el PIIU para alcanzar un grado de desarrollo aceptable en ese sentido.
Sería necesario en la articulación Escuela Secundaria - Universidad alcanzar un análisis compartido, con el compromiso de ambas partes, para delinear un plan de trabajo en común, con el fin de que los alumnos adquieran conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes del campo disciplinar, necesarios para iniciar estudios superiores.

5. Referencias

Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L.; Gómez, P. (Eds.) (1995) *"Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas"* Universidad de los Andes, Grupo Editorial Iberoamericana. Bogotá, Colombia.
Bouciguez, B.; Irassar, L.; Suárez, M. (2008) *Análisis de estrategias: un estudio de caso para la función cuadrática*. CD de la II Reunión Pampeana de Educación Matemática, p. 172 a 180.
ConFeDI. (2008) Documento preliminar *Competencias para el acceso y la continuidad de los estudios superiores.*
Duval, R. (1999) *"Semiósis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizaje intelectuales"*. Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle [primera edición en francés 1995, Peter Lang]. Cali, Colombia
Gómez Hernández, M.A. (2002). *La transferencia en el uso del conocimiento sobre funciones, una necesidad de las matemáticas escolares*. Memorias de RELME XIV. Ciudad de La Habana. Cuba.

Hernández Fernández H.; Delgado Rubí J.R.; Fernández de Alaíza B.; Valverde Ramírez L.; Rodríguez Hung T. (1998) *"Cuestiones de didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la Educación Polimodal y Superior"*. Serie educación Homo Sapiens Ediciones. Rosario, Argentina

Ruiz Higueras, L. (1998). *La noción de función: Análisis epistemológico y didáctico*. Editorial de la Universidad de Jaén. España.

Ruiz Higueras, L. (1984). *Concepciones de los alumnos de Secundaria sobre la noción de función. Análisis epistemológico y didáctico*. Tesis doctoral. (Universidad de Granada. España).

Suárez, M.; Irassar, L.; Bouciguez, B. (2007) *Dificultades en la transferencia de aprendizaje: caso función cuadrática*. CD de Memorias del 9no. Simposio de Educación Matemática. EMat Editora.

Ha colaborado en la elaboración de trabajo la Ing. Liliana Irassar.

ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COMPRENSION DEL TEMA PROBABILIDAD EN ALUMNOS UNIVERSITARIOS

Nora Gatica, Jorge Leporati, Gladys Pavón, Sandra Escudero
Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales – Universidad Nacional de San Luis
asescudero@gmail.com; gladyspavan@hotmail.com

Resumen
Se considera que los alumnos pertenecientes a las asignaturas de Estadística de la FICES, presentan ciertos problemas para asimilar conceptos básicos en Probabilidad. Con el fin de mejorar el aprendizaje en éste y otros temas de Estadística, se dio lugar al proyecto: "Estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística en carreras de Ingeniería y Ciencias Económicas" con docentes del área. Se evalúan las dificultades de comprender los contenidos curriculares, a través de las respuestas que evidencian los propios alumnos frente al conocimiento. Las principales causas en los conflictos cognitivos que se reconocen a nuestro entender, ocurren porque no se comprenden los conceptos, al ser tratados de una manera algebraica compleja en la bibliografía recomendada, y por los docentes en el aula. Se debe brindar entonces, un razonamiento mas acabado en el ejercicio de situaciones reales, que sume como fuente de recurso para la formación del futuro profesional.

Palabras clave: Teoría de la Probabilidad; producto; independencia; probabilidad condicional; alumnos universitarios

1. Introducción

Es ardua la tarea de enseñar Estadística en la Universidad cuando el docente se enfrenta a la diversidad en las capacidades de los alumnos, tanto con relación a sus conocimientos previos como de sus estilos de aprender nuevas propuestas. En el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) de México, se investiga sobre la enseñanza de la Estadística, a partir de una pregunta por demás relevante: ¿cómo dar a conocer fundamentos estadísticos y a la vez que los alumnos participen en sus aplicaciones?. En Australia, Sowey argumenta que hay tres elementos en su enseñanza que son relevantes: mostrar que la Estadística es interesante, útil y sustancial. (Sowey, 2010). Como docentes universitarios de larga data, se puede decir que los alumnos muchas veces solucionan actividades prácticas, desde una perspectiva algebraica y con un alto nivel de abstracción, sin comprender que se encuentran frente al desafío de resolver situaciones reales. Teniendo en cuenta la importancia de medir la incertidumbre basada en el análisis de casos, se reconoce la dificultad de establecer un vínculo entre la teoría y su práctica con casos reales al momento en que el alumno opera.. Es a partir de allí desde donde se entiende cómo obtener datos reales, graficar, modelar, predecir, bajo el sustento de la probabilidad, en donde los estudiantes adquieren significancia para el quehacer científico. Callingham sugiere que los alumnos deben pensar críticamente sobre situaciones sociales en las que se utilizan los datos y no simplemente llevar a cabo procedimientos matemáticos. (Callingham, 2010).
El sustento didáctico para aprender Estadística y en particular Probabilidad, se transmite a alumnos de grado de nuestra Facultad, especialmente a los que pertenecen a

la carrera de Licenciatura en Administración. Con el fin de lograr la motivación por la experiencia, los estudiantes llevan a cabo tareas para la recolección de fuentes primarias de información desde una Pyme de la ciudad en donde se encuentra la FICES (Villa Mercedes). Así se intenta logra una mejor configuración acerca del razonamiento que evidencian los alumnos con relación a los conceptos de probabilidad. A través del análisis de antecedentes sobre investigaciones experimentales realizadas (Sánchez E. y Martínez R. (1996); Alarcón J. (1996); Ojeda M. (1996); Lonjedo M, y Huerta M. (2005); Marin C. (2009), se pone en alerta la existencia de dificultades en la comprensión, y el uso de una lógica incorrecta que involucra sesgos en las conclusiones obtenidas. La estadística a pesar de contar con una axiomática satisfactoria, es quizás la única rama de la matemática donde prosiguen hoy en día las discusiones sobre la interpretación de conceptos básicos; y, si el docente no es consciente de esta problemática, difícilmente pueda comprender los inconvenientes en su tarea de transferir; entonces se requiere materializar en ejemplos concretos los conceptos y modelos matemáticos. (Batanero 2001, pág. 9). La estadística, es un área naciente de la educación matemática que tiene como elementos centrales a la teoría del constructivismo y la resolución de problemas. (Lavalle A y otros, 2006). En lo que concierne a la investigación en educación, es reciente la atención que se presta en cómo se enseña Estadística, como posible origen de la problemática relacionada con sus aplicaciones y estudio de casos en diferentes espacios.

Con la finalidad de mejorar el proceso de aprendizaje de la Estadística surge la necesidad de analizar la manera en que el estudiante recurre a usar las nociones que tiene sobre probabilidad y los recursos cognitivos que emplea a situaciones reales; a partir de allí se puede modificar toda concepción equivocada, recurriendo al estudio de la comprensión de los conceptos por él involucrados en el proceso. Se procura proporcionar una cultura estadística, que según (Gal, 2002, pp. 2-3) se refiere a dos componentes internamente relacionados: 1) capacidad para interpretar y evaluar con criterios toda información estadística, sus fundamentos apoyados en datos o los fenómenos estocásticos que se pueden descubrir en diversos contextos, y que van mas allá de ellos, y 2) la capacidad para discutir o comunicar opiniones respecto a informaciones estadísticas cuando ella sea relevante.

2. La secuencia didáctica

Con el propósito antes enunciado, es nuestra intención, ir modificando de manera paulatina ,con mejora continua y permanente, nuestra postura tradicional frente al conocimiento y al proceso de enseñanza aprendizaje; para ello se ha elegido un camino que recorre una secuencia didáctica, con un análisis epistemológico, cognitivo y didáctico puntual sobre el tema Probabilidad y sus conceptos básicos.

Hacer didáctica en la docencia universitaria es brindar nuevos conocimientos que se justifican con el descubrir del alumno como un saber autónomo y revelado cuando lo hace suyo. Así se define entonces el aprendizaje, por exploraciones que se pueden probar con el compromiso de evaluar resultados que evidencien la significancia de los cambios. Entonces, toda enseñanza es una investigación y toda investigación en didáctica es, de hecho, una acción y los profesores están involucrados en ella. (Brousseau, G., 2009). No nos sorprende el hecho que muchos de los alumnos se encuentren desmotivados para estudiar estadística y termine siendo una de las asignaturas con un impacto insignificante cuando la preparan, pero que va adquiriendo relevancia al momento de trasladar lo aprendido a otros contenidos de la curricula.

En educación se requiere mantener encendida la llama de un saber legítimo instalado entre el docente y el alumno, con el aliento de un contrato didáctico programado que sea flexible, con la convicción que se logra con la motivación. La trasposición didáctica en ese retomar constante de los conocimientos estadísticos aprehendidos hacia nuevos escenarios de puestas en duda y futuros descubrimientos, es la contribución específica de la enseñanza al avance de la ciencia. El docente debe ser honesto al expresar lo que hace desde el escenario áulico en su rol de actor, y en concordancia con un libreto preestablecido, además de reconocer a su público en la escena de su lección.

Análisis epistemológico:

Son muchas las ofertas sobre la definición de lo que comprende el estudio de la estadística, pero consideramos que la siguiente, nos identifica como formadores: "La estadística estudia el comportamiento de los fenómenos llamados de colectivo y sus variables. Está caracterizada por una información acerca de un universo, lo que constituye su objeto material; un modo propio de razonamiento, el método estadístico, lo que constituye su objeto formal y unas previsiones de cara al futuro, lo que implica un ambiente de incertidumbre, que constituyen su objeto o causa final." (Cabriá, 1994). El origen de la Estadística, es de larga data, ya que se han encontrado pruebas de recolección de reseñas sobre poblaciones, bienes y producción en las civilizaciones chinas y egipcias aproximadamente 1000 años a.C.. La presencia del hueso astrágalo de oveja o ciervo en las excavaciones arqueológicas más antiguas, parece confirmar el inicio de los conceptos de probabilidad con los juegos, con una antigüedad de más de 40.000 años. Las civilizaciones antiguas, explicaban el azar mediante la voluntad divina. Una perspectiva más reciente, es la que señala que "La estadística es una parte de la educación general deseable para los futuros ciudadanos adultos, quienes precisan adquirir la capacidad de lectura e interpretación de tablas y gráficos estadísticos que con frecuencia aparecen en los medios informativos. Para orientarse en el mundo actual, ligado por las telecomunicaciones e interdependiente social, económica y políticamente, es preciso interpretar una amplia gama de información sobre los temas más variados."(Batanero, C.2001). Se puede explicar a la Probabilidad como la parte de la lógica que se ocupa de los argumentos racionales pero no concluyentes. Casi todas las ciencias empíricas descansan en ellos, y las decisiones establecidas por la experiencia en el quehacer habitual, generalmente dependen de ella.. Un evento es científico cuando tenemos buenas razones para creerlo, es decir, cuando es probable. Apoyado en la intuición y la lógica de la inducción y la analogía podemos conocer la realidad. La probabilidad comienza y acaba con la probabilidad y su importancia deriva de que es racional guiarse por ésta en la acción concreta. Entonces todo conocimiento es posible, también el científico, en el poder de la intuición intelectual si se parte de la premisa que la intuición no significa de ningún modo irracionalidad.

Análisis cognitivo:

En la actualidad la teoría matemática de la probabilidad constituye el fundamento de las aplicaciones estadísticas tanto en la investigación científica, económica, social, como aspecto fundamental de la toma de decisiones. Vivimos en un mundo donde somos incapaces de pronosticar el futuro con absoluta certeza. . La necesidad de sortear la incertidumbre nos lleva a estudiar y aplicar esta teoría. La complejidad de los negocios en los últimos años, ha aumentado el uso de la estadística para la toma de decisiones en cualquier nivel de la administración y los negocios. Como futuro protagonista en el mundo de los negocios, el estudiante en su proceso de formación deberá lograr la sinergia que surge de una buena conexión entre teoría y práctica. Este es el desafío.

Las reglas de probabilidad se desarrollan en el dictado de los contenidos de la asignatura y forman parte del marco teórico analizado que se puede utilizar en la teoría de la probabilidad para hacer inferencias sobre parámetros basados solo en muestras Como docentes hemos detectado errores que cometen habitualmente los alumnos en la aplicación práctica de la teoría que nos ocupa. Se resaltan aquí, solo algunos de ellos que se comprobaron en la práctica.

- Se detectan inconvenientes en sistematizar la información en una tabla, resaltando la importancia de su correcta elaboración ya que en la realidad ésta información esta desperdigada dentro de la empresa, y usar la tabla de contingencia cuando el número de variables y sus modalidades (controlables o no) es elevado; éste es un paso no convencional para los alumnos, que están acostumbrados a usar tan solo las mencionadas en los enunciados.
- Identificar el/los eventos que se pide cuantificar en la tabla y entre otras la dificultad en diferenciar total marginal con la probabilidad marginal de los mismos
- En las reglas de producto y probabilidad condicional si bien se obtiene el valor de probabilidad de la tabla de contingencia, existe el inconveniente al relacionar con el modelo teórico correspondiente.

Análisis didáctico:

La problemática que se plantea para la didáctica es que muchas de las concepciones que permiten resolver un conjunto de tareas en términos apropiados, se muestran limitadas, inadecuadas cuando se aplican a casos más generales, y que el sujeto que aprende muestra una resistencia a su sustitución. Todo como resultado de las elecciones didácticas hechas para establecer la situación de enseñanza, y cuando los estudiantes trabajan con ejemplos concretos. Carmen Batanero (2002) describe los siguientes componentes básicos de este conocimiento didáctico: la deliberación epistemológica sobre el significado de los conceptos, procedimientos o en general objetos particulares que se pretende enseñar, es decir, en este caso, la reflexión epistemológica sobre la naturaleza del conocimiento estocástico, su desarrollo y evolución. Análisis de las mutaciones del conocimiento para adaptarlos a los distintos niveles de enseñanza. Este análisis permite reflexionar sobre los diversos niveles de comprensión posibles respecto a un mismo conocimiento , valorar su nivel y forma particular en que un determinado concepto podría ser enseñado. Estudio de las dificultades, errores y obstáculos de los alumnos y sus estrategias en la resolución de problemas que le permitirán orientar mejor la tarea de aprendizaje enseñanza y evaluación del nuevo conocimiento. Análisis del currículo, situaciones didácticas, metodología de enseñanza para temas específicos y recursos didácticos concretos para casos. Todo ello forma parte de los recursos metodológicos disponibles para mejorar la acción didáctica. Se observa que el alumno no puede asimilar el contenido en un tiempo tan limitado y sólo consigue un aprendizaje memorístico, y que es utópico pensar que será capaz de aplicar en su futura vida profesional bajo esas condiciones. Con el proceso de enseñanza aprendizaje en situaciones reales, se pretende lograr una cultura estadística.

Consideraciones finales

La cultura estadística, viene dada por el empuje de preparar en los conocimientos de su teoría para que se aplique tanto en la ciencia como así también en los métodos para investigar en cualquier disciplina y finalmente en la actividad profesional. Esto se

complementa con la incorporación de los recursos informáticos que agilizan la potencia y rapidez de los cálculos, y su posible comunicación
Plantear el estudio de un caso en particular, en donde se aplican las operaciones formales clásicas, los conceptos de probabilidad y el empleo de representaciones apropiadas que ayudan a la instrucción y asimilación de procedimientos, colabora en la construcción de un razonamiento recursivo.

Anexo I

En la secuencia didáctica se propone con fundamentos citados en el trabajo de Batanero, C (2002), algunas orientaciones sobre cómo ayudar a los alumnos en el desarrollo del razonamiento probabilístico. Dado que una de las autoras de éste trabajo es franquiciante de una cadena de pinturería, los alumnos desarrollaron acciones dentro de la dinámica de la empresa , con la siguiente secuencia didáctica

- Proporcionar una información amplia sobre las experiencias que se llevan a cabo en la empresa, para evidenciar situaciones determinísticas de los fenómenos aleatorios que allí se dan y diferenciarlos .
- Estimular la expresión de un lenguaje con el que puedan definir predicciones sobre el comportamiento de los fenómenos que identifiquen
- Organizar la recolección de datos de experimentación de modo que los alumnos tengan la posibilidad de contrastar sus creencias con las predicciones basadas en los resultados obtenidos y así revisarlas.
- Para circunscribir el problema, se pensó en la toma de decisiones financieras; decidimos que la información utilizada se relacionara con éste área , más específicamente con las maneras en que los distintos segmentos de clientes efectúan sus pagos.
- Surgen, en un trabajo conjunto entre docentes y alumnos ,las variables usadas en la práctica como así también sus respectivas categorías o modalidades.

Actividad 1: En la siguiente tabla de contingencia se sistematizó la información recogida mostrando así sus respectivas frecuencias, se basa en un estudio mensual relacionado con distintos segmentos de clientes y la forma como efectuaron sus pagos.

Tabla 1
Representación de las frecuencias observadas ocurridas durante un mes en particular con las cobranzas a los clientes de la pinturería

Forma/pago	**Segmento de clientes**					**Total**
	Cons.Final (A)	Pintor(B)	Arquitecto (C)	E.Aplic (D)*	Ind.(E)	
Contado (F)	853	536	120	105	50	
Cta/Cte(G)	137	89	154	188	69	
Cheques (H)	75	46	85	98	36	
Tarj.D/C (I)	150	93	170	197	73	
Total						

- empresa aplicadora (es aquella que realiza trabajos de pintura).

Objetivo: comprender el cálculo, representación, relaciones y aplicación de los principios de probabilidad total y conjunta, con eventos presentados en una tabla de contingencia.

a. Observar la tabla y dar correspondencia a sus respectivos totales marginales para filas y columnas.
   - ✓ Internalizar la diferencia entre eventos mutuamente excluyentes y aquellos que no son mutuamente excluyentes.

b. Identificar dos eventos que sean mutuamente excluyentes. Interpretar.

c. Reconocer dos eventos que sean no mutuamente excluyentes. Describir.

   - ✓ Relacionar frecuencia con el concepto de probabilidad

d. ¿Cuántas compras realizaron los arquitectos?

   - ✓ Aplicar la regla del producto en el cálculo de probabilidad l

e. ¿Cuántas compras efectuaron consumidores finales y en los que tienen cta/cte?

f. ¿Cuál es la probabilidad de que si ingresa un cliente al azar compre con efectivo y sea una empresa aplicadora?

   - ✓ Lograr entender y aplicar la probabilidad condicional.

g. Dado que se trata de un consumidor final, ¿cuál es la probabilidad de que éste compre en cuenta corriente?

Actividad 2: Los 1400 clientes fueron categorizados según el número de cuotas en las compras con tarjetas de crédito (1-3-6-12) y por su promedio de compras. ($500 o menos, entre $500 y $1000; más de $1000)

Objetivo: lograr armar una tabla de contingencia contando con información desperdigada en la empresa

De éstos clientes, 122 compraron en una cuota, dentro de éstos 80 clientes por montos de menos de $500. Entre $500 y $1000 compraron 545 clientes, entre estos mismos montos compraron 65, 120,340 en 3,6 y 12 cuotas respectivamente. En compras de más de $1000 se sumaron 403 clientes. Se registraron 81 clientes que compraron menos de $500 y en 6 cuotas, siendo el total de clientes en 6 cuotas 300. Para los clientes que compraron en 12 cuotas se registraron 181 con compras de $500 o menos como así también para los de compras de más de $1000 fueron 199.

Referencias bibliograficas

Alarcón J. (1996). *Sobre el uso de ciertos problemas en la exploración del razonamiento probabilista de los alumnos*. Investigaciones en Matemática Educativa. Grupo Editorial Iberoamericano. México. Pp. 111-130

Batanero, C. (2001): *Didáctica de la Estadística. Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada*. Editorial de la Facultad de Ciencias. España.

Batanero, C. (2002). *Estadística y didáctica de la matemática: Relaciones, problemas y aportaciones mutuas*. En C. Penalva, G. Torregrosa y J. Valls (Eds.), Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales (pp. 95-120). Universidad de Alicante

Berenson y Levine. 1996. *"Estadística Básica en Administración". Conceptos y Aplicaciones*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Sexta Edición México.

Brousseau, G. IREM, Université de Bordeaux, Francia. (2009). Versión castellana de Luis Puig. *¿Qué pueden aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la Didáctica de las Matemáticas?* (Segunda parte)

Lonjedo M, y Huerta M. (2005) *La naturaleza de las cantidades presentes en el problema de probabilidad condicional. Su influencia en el proceso de resolución de problemas*. IX Simposio de la SEIEM. Universidad de Córdoba (España). Pp 201-269

Marin C. (2009): *Influencia de la estructura y del contexto en las dificultades de los problemas de probabilidad condicional en nivel No. Un estudio exploratorio con estudiantes sin enseñanza previa*. Instigación en Educación Matemática XIII. Santander. SEIEM pp-173-185.

Ojeda M. (1996): *Contextos, representaciones y la idea de probabilidad condicional. Investigaciones en Matemática Educativa*. Grupo Editorial Iberoamericano. México. Pp. 291-310.

Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología - Volumen 2, Número 1, Julio 2010. Página 57 - Rodríguez, N. L.; Montañez, E. G.; Rojas, I. : Dificultades en Contenidos de Estadística Inferencial en Alumnos Universitarios. Estudio Preliminar

Sánchez E. y Martínez R. (1996). *Variables de tarea en problemas asociados a la regla del producto en probabilidad. Investigaciones en Matemática Educativa*. Grupo Editorial Iberoamericano. México. Pp. 188-196

Vallecillos A., (2002): *Análisis de aprendizajes en inferencia estadística a través de proyectos de investigación*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Volumen 15. (pp. 453- 458). México.

EXERCÍCIOS, CIÊNCIA NORMAL E ORGANIZADORES PRÉVIOS: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA

Maria Aparecida da Silva Rufino[1, 2]; José Roberto da Silva[1]
[1]Universidade de Pernambuco, [2]Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco
aparecidarufino@hotmail.com; jrobertosilva@bol.com.br

Resumo
A resolução de problemas embora seja um tema bem difundido continua trazendo grandes contribuições para o ensino das ciências e matemáticas. Neste estudo, procura-se fazer um paralelo aproximativo entre a atividade de resolução de exercícios e a atividade dos cientistas no período de ciência normal conforme Kuhn (2003) no intento de obter com isso tanto ganhos epistemológico e cognitivo como subsídios que tornem o uso adequado dessas atividades próximas aos organizadores prévios no marco da teoria de Ausubel (2002). O trabalho, metodologicamente é qualitativo do tipo pesquisa teórica conceitual e investe na análise crítico-comparativa entre dois modelos, segundo Mendes e Tachizawa (2000). Diante do marco teórico adotado, organizou-se um pequeno quadro, elegendo características para justificar que a atividade de resolução de exercícios pode servir como ponte cognitiva para a resolução de problemas.

Palavras chave: Resolução de Exercício, Organizador Prévio, Ciência Normal.

1. Introdução

Na atualidade, não são pouco os trabalhos que pontuam consideráveis implicações sobre o campo de estudo da Resolução de Problemas (RP) no ensino das ciências e matemáticas basta observar seu alcance nos livros didáticos para perceber seu reconhecimento. Porém, como afirma Branca (*apud* Krulik & Reys, 1997, p. 4) trata-se de "... uma expressão abrangente e que pode significar diferentes coisas para diferentes pessoas ao mesmo tempo e diferentes coisas para as mesmas pessoas em diferentes ocasiões". Por outro lado, Pozo e Postigo (1993, p. 16) assinalam que "um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas".

Os alunos parecem necessitar de experiências que antecedam as tarefas, envolvendo a RP, na intenção de poder lidar com as já referidas técnicas que geralmente são adquiridas e/ou aprimoradas a partir da vivência com exercícios. Dessa forma, a impressão de que há pouco ou nenhum benefício na utilização de exercícios enquanto atividade escolar, pode ser um equivoco, por exemplo, quanto à aquisição dos procedimentos e/ou técnicas matemáticas se aplicados, adequadamente, os exercícios podem auxiliar o desempenho dos alunos na RP.

Daí, torna-se importante salientar que **não se almeja priorizar um ensino centrado em listas exaustivas de exercícios repetitivos** e sim, explorá-los como destaca Echeverría (1998), sem ter finalidade exclusiva na repetição de uma dada técnica, geralmente, visando à apresentação de um exemplo modelo, **mas para viabilizar também, com seus procedimentos, as bases de sustentação dessas técnicas**.

O propósito deste estudo, em síntese, é fazer uma analogia, guardadas as devidas proporções, entre a atividade dos cientistas no período de Ciência Normal, proposto por Kuhn (2003) e a tarefa da resolução dos exercícios escolares por parte dos alunos, com vistas a uma melhor compreensão quanto aos alcances, limites e benefícios cognitivos

dessa tarefa. A caracterização dessa compreensão foi trazida no marco da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002), em especial, segundo a ideia de organizadores prévios na perspectiva de que os exercícios podem servir de pontes cognitivas, ativando e fortalecendo os subsunçores que povoam as ideias dos alunos. Por outro lado, quando esses subsunçores não existirem, os exercícios podem auxiliar sua elaboração, possibilitando algum tipo de relação (ou mesmo associação) destes com as novas informações contidas nos problemas.

2. Exercícios, Ciência Normal e Organizadores Prévios

As características das ideias de exercício e problema têm sido usadas tanto para distingui-las como para aludir, de forma indireta, uma a partir da outra. Conforme a ordem anterior, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's, 1998, p. 41) "O problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica uma fórmula ou um processo operatório", para Lester (*apud* ECHEVERRÍA e POZO, 1998, p. 15) problema diz respeito a "uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução".

No âmbito matemático, isto não chega a ser tão diferente, pois Bagazgoitia *et al.* (1997, p. 9) traz de Wallace e Johnson que nos problemas matemáticos há "uma situação que supõe uma meta e, para alcançá-la existem obstáculos, requer deliberação e se parte do algoritmo desconhecido para resolver o problema" e que "a situação é usualmente quantitativa ou requer técnicas matemáticas para sua resolução". Em síntese, isto alude a diferença entre situações associadas ao procedimento algoritmo em si, e aqueles que a priori, não o possuem, as primeiras são os exercícios, enquanto que a segunda serão os verdadeiros problemas matemáticos. De certo modo, segundo Echeverría e Pozo (1998), isto remete à classificação não recente de Wertheimer envolvendo dois tipos de raciocínios sobre a RP, um *reprodutivo* centrado na aplicação de métodos conhecidos, o outro, *produtivo* e procura novas formas de solucionar certo problema, portanto, enfoca a produção de conhecimento.

As informações aqui apresentadas sobre RE e RP representam muito mais num *continum* que uma *dicotomia* educacional cujos limites, geralmente, nem sempre são fáceis de ser estabelecidos. Daí, faz-se mister lembrar que tanto os aspectos relacionados à natureza da tarefa em si como as relações existentes entre o indivíduo e a tarefa a ser realizada precisam ser levados em consideração, uma vez que este conjunto determina se uma mesma situação representa para alguém um exercício simples ou diz respeito a um problema. Na intenção de organizar de forma sucinta as argumentações trabalhadas neste item elaborou-se, o mapa conceitual (figura 1), cabe segundo Moreira (2006) lembrar que estes refletem apenas à compreensão do autor, portanto, é sempre *um mapa* e não *o mapa conceitual*.

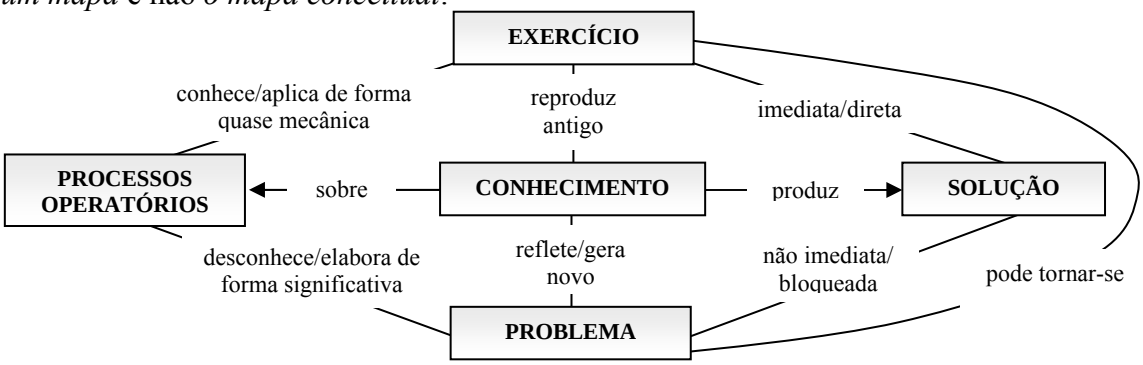


Figura 1: Um mapa conceitual sobre as diferenças entre exercício e problema

A Epistemologia de Thomas Kuhn e o período de Ciência Normal

O conceito de **paradigma** trata-se de algo fundamental nessa epistemologia e, para Kuhn, (2003, p. 13): "são realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência". No entanto, o próprio Kuhn apresenta dois sentidos para este conceito, um mais abrangente designa o conjunto de compromissos de pesquisas de uma comunidade científica (*matriz disciplinar*), o outro mais específico remete as soluções concretas de problemas enfrentados por alunos desde o início de suas educação científica, nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos (*exemplar*).

Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998) destacam a importância dos exemplares para a apreensão dos conceitos científicos, o que de certo modo, encontra respaldo na afirmação "o conteúdo cognitivo da ciência, não está fundado nas teorias e nas regras, mas antes nos exemplos compartilhados fornecidos pelos problemas" (Kuhn, 2003, p. 235). Daí, lidar com realizações durante algum tempo numa comunidade científica específica aprimora os fundamentos para uso em práticas posteriores estabelecendo a **Ciência Normal**.

No intuito de pontuar considerações relevantes sobre possíveis implicações dos exercícios na compreensão de problemas e vice-versa, cabe trazer algo mais do período anterior. Ostermann (1999, p. 131) explica que a "Ciência Normal é uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis do paradigma, ou seja, modelar a solução de novos problemas segundo os *problemas exemplares*". Mesmo representando uma prática científica cumulativa sem descobertas importantes, nem mudanças fundamentais, em tal período, os *cientistas maduros*, apesar de estarem em atividade plena, problemas e soluções obtidas são moldados nos exemplares.

Há momentos que os quebra-cabeças, desse período de ciência normal, falham em relação aos resultados esperados, passando a ser considerados como anomalias e como pontua Chalmers (1993) gera um estado de crise na área de pesquisa, caracterizando o período chamado de **revolução científica**. A crise nesse período aumenta com o surgimento de paradigmas concorrentes com suas distintas questões significativas, por certo, a competição fica por conta da opção dos membros de certa comunidade científica. Diante das diferenças entre os paradigmas, seguramente, suas teorias não são logicamente compatíveis e, em decorrência disso, Kuhn traz a ideia de **incomensurabilidade**, que está relacionada em síntese, a impossibilidade de comparar teorias/paradigmas devido às visões distintas de um mesmo fenômeno por parte dos cientistas. Com o propósito de ser mais alcançado em termos dessas poucas, mas significativas alusões sobre a base epistemológica de Kuhn no que diz respeito aos interesses deste estudo foi elaborado um mapa conceitual (figura 2).

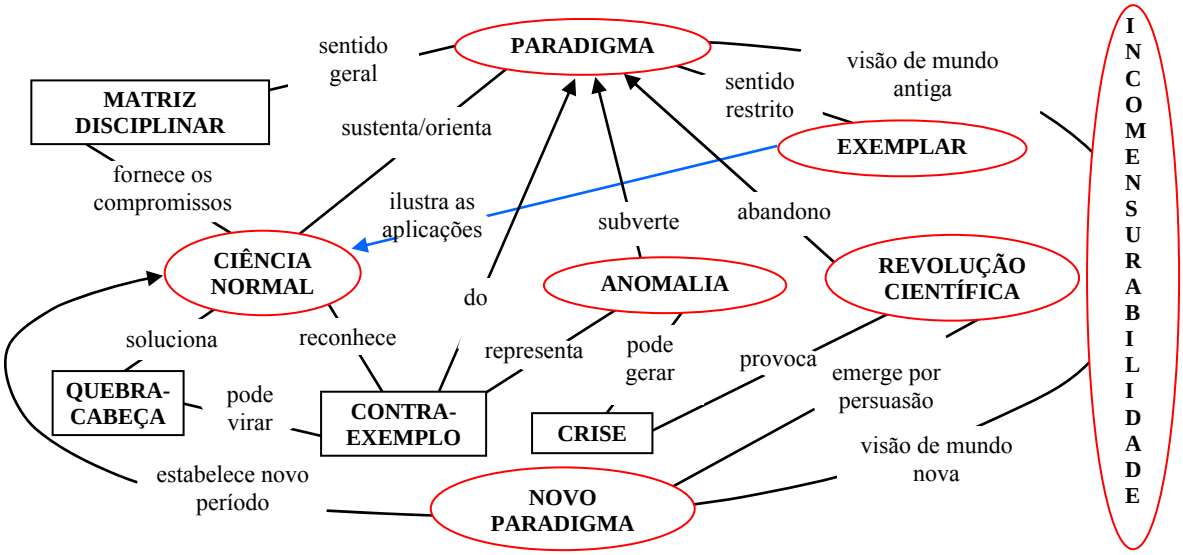


Figura 2: Um Mapa Conceitual sobre a Epistemologia de Kuhn (RUFINO, 2011)

A Aprendizagem Significativa e os Organizadores Prévios

A aprendizagem significativa de Ausubel (*apud* NOVAK, 1981, p. 56) "... é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, na estrutura de conhecimento de um indivíduo". Neste âmbito, o sucesso pedagógico didático das atividades docentes depende das situações criadas para identificar o que os alunos já sabem sobre o que se pretende ensinar e da forma que estas informações podem ser usadas para embasar adequadamente seus ensinamentos. Neste sentido organizacional, Ausubel (2002) pensou os *Organizadores Prévios* (OP) como uma estratégia fundamental para "manipular" a estrutura cognitiva e facilitar a aprendizagem, servindo de "ponte cognitiva".

Devido à importância dos OP neste estudo, cabe trazer algo mais a respeito, Moreira (2006, p. 23), informa que "...são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material". Por sua vez, Ausubel (*apud* MOREIRA, 2006) faz alusão a duas formas de organizadores, uma não familiar, o *organizador expositivo*, embasado no que o aprendiz já sabe de outras áreas de conhecimento, usado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições e a outra para a aprendizagem de material relativamente familiar (*organizador comparativo*), usado para integrar e/ou discriminar as novas informações: conceitos, ideias, ou proposições, sejam estas similares ou distintas existentes na estrutura cognitiva.

Moreira (2000) coloca que, para Ausubel, a assimilação de conceitos pelo processo da aprendizagem significativa se caracteriza por um processo ativo de relação, diferenciação e integração com os conceitos pertinentes que já existiam (subsunçores). Dessa forma, existem dois processos relacionados à ancoragem de conceitos durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Embasado nestas ideias acredita-se, que os exercícios podem funcionar como organizadores prévios, o que, neste estudo, está idealizada no mapa conceitual (figura 3) exposto a seguir:

Figura 3: Exercício Matemático um organizador prévio para a resolução de problemas

3. Aspectos Metodológicos

Metodologicamente, uma pesquisa de análise teórica conceitual, segundo Tachizawa e Mendes (2000) classifica-se em três níveis, dentre os quais este trabalho se aproxima mais do segundo que ele chamou de "análise critica ou comparativa de uma obra, teoria ou modelos já existentes, a partir de um esquema conceitual bem definido" (p. 32).

O estudo envolve dois momentos, ambos de âmbito, especificamente, investigativo. No primeiro, investe-se na formulação de uma breve, mas cuidadosa alusão das três seguintes temáticas: *Problema x Exercício: um contínuo ou uma dicotomia*, *A Epistemologia de Thomas Kuhn e o período de Ciência Normal* e *A Aprendizagem Significativa e os Organizadores Prévios*, constituindo a base teórica. No segundo procura-se com os embasamentos obtidos no momento anterior, levantar aspectos (favoráveis/negativos) entre o período de ciência normal e os exercícios escolares na intenção de caracterizar a RE como organizador prévio para auxiliar uma aprendizagem significativa de matemática.

4. Ciência Normal X Exercícios Escolares: Uma Possível Analogia

O professor pode organizar atividades pedagógicas, explorando a RE como organizadores prévios para servir de ancoragem para a RP numa perspectiva ausubeliana, na intenção de pode "manipular" a estrutura cognitiva e favorecer a *aprendizagem significativa* dos alunos. O quadro 1 foi elaborado para destacar que o ato educativo, envolvendo a RE e o período de ciência normal, analisando o confronto das idealizações favoráveis e negativas pode conduzir de algum modo a caracterização de aspectos inerentes aos organizadores prévios.

	Atividade desenvolvida	Aspectos favoráveis	Aspectos negativos
Ciência normal	➢ Encontrar soluções para os fenômenos que devem ser modeladas segundo os problemas exemplares.	➢ Viabiliza a articulação entre os fenômenos e teoria (paradigma) em termos do alcance, precisão que tal paradigma pode ser aplicado; ➢ Promove a prática de pesquisa mais aprofundada, detalhada, eficiente e cooperativa.	➢ Restringe a visão do cientista em trazer novos tipos de fenômenos; ➢ Passa a impressão de uma prática científica muito cumulativa não se propondo a descobertas nem a mudanças fundamentais.
Exercícios escolares	➢ Encontrar soluções, utilizando técnicas previamente conhecidas nos exercícios modelos.	➢ Consolidam habilidades básicas instrumentais sobre a aplicação, utilização e automatização de técnicas e procedimentos. ➢ Pode servir de ponte cognitiva como ancoragem para resolução de problemas (aprendizagem significativa).	➢ Restringe muito cognitivamente a visão cognitiva do aluno em trazer novos processos operatórios resolutivos; ➢ Raramente, técnicas usadas nos exercícios são emprgadas em contextos distintos daqueles que foram aprendidas/exercitadas.

Diante, dos enfoques deste estudo, fica claro que lidar com a RP não é nada fácil e, análogo a isso seria explorar adequadamente a RE para ir além da aplicação de modelos como se faz geralmente no ensino da matemática, mas cabe idealizar outras formas que possam ser usadas, explorando os limites das ações em si e possibilidades cognitivas inerentes à RE?

5. Considerações finais

A opção de planificar um paralelo comparativo entre a atividade da RE com os cientistas no período de ciência normal tenta deixar claro que ambas tem importância para consolidação das habilidades técnicas básicas, qualificando o individuo para identificar com segurança sobre o que esperar de um fenômeno, sendo capaz de reconhecer quando algo saiu errado.

A atuação do professor neste contexto torna-se auxiliar o aluno, procurando compreender a linha de raciocínio que está sendo seguida por ele e sempre que se fizer necessário, intervir com indagações, tentando evidenciar aspectos que ajudem identificar se os subsunçores existentes em seu raciocínio são ou não suficientes para dar conta da atividade proposta.

Referências bibliográfica

Alves-Mazzotti, A. L. J. & Gewandsznajder, F. (1998). *O método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Pioneira.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimento: Una perpectiva cognitiva*. Barcelona: Padiós.
Bagazgoitia, A. *et al*. (1997). *La Resolución de Problemas em las Matemáticas del Nuevo Bachillerato*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
Branca, A. B. Resolução de problemas como meta, processo e habilidade básica. In: Krulik, S., Reys, R. E.(orgs). (1977). *A Resolução de Problemas na Matemática Escolar*. São Paulo: Atual.
BRASIL, Ministério da Educação e desporto. Secretaria do Ensino fundamental. (1988). *Parâmetros Curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.
Echeverría, M. P. P.; Pozo, J. I. "Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para Aprender". In: Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
Echeverría, M. P. P. "A Solução de Problemas em Matemática". In: POZO, Juan Ignácio (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
Kuhn, T. S. (2003). *A estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.
Lester, F. K. "Trends and issues in mathematical problem solving research". In: Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo*: teoría y prática. Madrid, Visor.
Moreira, M. A. (2006). *A Teoria da aprendizagem significativa e suas implicações em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
Novak, J. D. (1981). *Uma Teoria de Educação*. São Paulo, Pioneira.
Ostermann, F. "A Epistemologia de Kuhn". MOREIRA, M. A. e CABALLERO, C. (1999). *Actas del PIDEC*: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos. Vol. 1. Porto Alegre: UFRGS.
Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
Pozo, J. I.; Postigo, Y. Las estratégias de aprendizaje como contenido del currículo. Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
Tachizawa, T.; Mendes, G. (2000). *Como fazer monografia na prática*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

NATURALEZA DE LAS CONCEPCIONES SOBRE EL APRENDIZAJE EN DOCENTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS Y RELACIÓN CON EL DOMINIO DE FORMACIÓN DISCIPLINAR.

García, María Basilisa; Vilanova, Silvia Lucía
Departamento de Educación Científica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP
bagarcia@mdp.edu.ar; svilano@mdp.edu.ar

Resumen
En el presente trabajo se indaga la naturaleza representacional de las concepciones sobre el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias y las posibles relaciones entre la naturaleza y el dominio de formación disciplinar. Se entiende por concepciones sobre el aprendizaje a aquellas ideas de carácter más bien intuitivo que poseen los sujetos respecto de los procesos, las condiciones y los resultados involucrados en la enseñaza y el aprendizaje. Los participantes del estudio fueron docentes universitarios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP; la muestra, no probabilística, estuvo compuesta por 100 docentes (25 por cada disciplina de formación: matemática, química, física y biología) con más de cinco años de experiencia en la docencia. Se utilizó un diseño "ex post facto" prospectivo simple y el instrumento de recolección de datos fue un cuestionario de dilemas.

Palabras clave: concepciones – aprendizaje – naturaleza representacional – docentes universitarios.

1. Introducción

Las investigaciones realizadas hasta el momento en torno a las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, muestran que la mayoría de los individuos tienen ideas o creencias sobre lo que es aprender y enseñar que son independientes de la instrucción formal recibida (Porlan et al., 1998; Strauss y Shilony, 1994). A su vez, se sabe que estas ideas o creencias guardan cierta relación con las intenciones pedagógicas que ponen en marcha los docentes en el aula (Norton et al., 2005; Murray & Mac Donald, 1997; Samuelowicz & Bain, 1992; Trigwell & Prosser, 1996 (b)). Estas dos cuestiones planteadas dejan a la luz la complejidad que implica el estudio de las concepciones; si bien existe consenso en considerar que éstas son construidas a lo largo de la historia personal de cada individuo y, por lo tanto, poseen una doble herencia: cultural y cognitiva (Pozo et al. 2006), cuestiones como la definición, su naturaleza y el modo y grado en el que evolucionan, son interpretadas de modo diferente según la perspectiva teórica desde la que se las analiza.

En el caso particular del nivel universitario, los estudios efectuados han tenido como objetivo principal indagar las categorías de análisis del constructo, gracias a los cuales hoy se cuenta con distintos trabajos de revisión en este aspecto (De la Cruz y Pozo, 2003; Kember, 1997; Samueloviwcz, 1999). Sin embargo, faltan investigaciones que permitan evaluar otros temas como por ejemplo las cuestiones de dominio que intervienen en la conformación de las concepciones y la consistencia de las mismas, de manera tal de poder avanzar en la comprensión de su origen y naturaleza representacional.

En el presente trabajo se entiende por concepciones a aquellas ideas de carácter más bien intuitivo que poseen los sujetos respecto de los procesos, las condiciones y los resultados involucrados en la enseñaza y el aprendizaje. A su vez, se diferencia entre contenido y naturaleza de las mismas. Por *contenido* se entienden los aspectos que se consideran componentes fundamentales del constructo, por ejemplo, concepciones respecto de qué es aprender, qué se aprende, qué se evalúa, etc. La *naturaleza* hace referencia al modo en que son interpretados el origen y status representacional: ¿son creencias, teorías?
Sobre la base de estas ideas, se indagaron las concepciones sobre el aprendizaje de los docentes universitarios de ciencias con los siguientes objetivos: a) Evaluar el grado de *consistencia* en el contenido de las concepciones b) Analizar posibles relaciones entre la consistencia de las concepciones y el dominio de formación disciplinar.

2. Desarrollo

2.1. Marco conceptual y antecedentes

Sobre el contenido de las concepciones

Estudios actuales señalan la importancia que ha tomado en los últimos años el análisis de las representaciones respecto a su organización y procesos de cambio. De estas investigaciones se desprende que las representaciones construidas por los sujetos se ubican en distintos niveles de complejidad dentro de la estructura cognitiva y su modificación depende, en parte, de los niveles representacionales implicados.
Una propuesta de organización representacional en torno a las concepciones sobre el aprendizaje es la desarrollada por Pozo y Scheuer (2000) quienes describen tres niveles representacionales (teorías implícitas, teorías de dominio y modelos mentales) y, a su vez proponen tres teorías sobre el aprendizaje desarrolladas a nivel de las teorías de dominio: la teoría *directa*, *la interpretativa* y la *constructiva*
La *teoría directa* supone que existe una correspondencia directa entre el pensamiento y la acción, entre las condiciones del aprendizaje y los resultados obtenidos. Por otro lado, entiende el aprendizaje como una copia fiel del objeto con un aprendiz pasivo, dejando de lado la posibilidad de tener en cuenta los procesos psicológicos implicados en la aprehensión de dicho objeto.
La *teoría interpretativa* asume un aprendiz activo pero comparte con la teoría directa la idea que el aprendizaje consiste en obtener una copia fiel del objeto. Así, las actividades que el sujeto lleva a cabo con el objetivo de aprehender el objeto deben ser tales que no distorsionen a éste. Actividades mentales como la memoria, la atención, las asociaciones, son consideradas importantes para aprender.
La *teoría constructiva* supone que el objeto sufre necesariamente una transformación al ser aprehendido por el sujeto ya que éste lo redescribe en su estructura cognitiva. De esta manera, la participación del sujeto en el aprendizaje es imprescindible, los procesos psicológicos implicados constituyen el centro del problema y no existe un único resultado óptimo ya que variables como el contexto en el que se aprende y los propósitos establecidos en función de dicho aprendizaje, intervendrán en los resultados obtenidos dándoles distintos matices.
Estas tres teorías se utilizarán como categorías a priori para indagar el contenido de las concepciones sobre el aprendizaje.

Sobre la naturaleza de las concepciones

Con respecto a la naturaleza de las concepciones se han desarrollado diferentes perspectivas teóricas desde las que se las ha interpretado, adoptando posiciones algo

diferentes con respecto al origen, la naturaleza representacional y los procesos de cambio que se producen en ellas. Dichas perspectivas pueden ser concentradas dentro de cinco grandes grupos:

(a) las *concepciones como estadios de desarrollo cognitivo*, que asume una naturaleza cognitiva evolutiva para las mismas (Perry, 1970; King and Kitchener, 2004; Baxter Magolda, 2004).

(b) las *concepciones como creencias*: que le otorga carácter de creencias que afectan el proceso cognitivo, pero que no están organizadas dentro de estructuras complejas ni progresan siguiendo una secuencia determinada (Schommer, 1990 y 2004 Bendixen, 2002; Hashweh, 1996; Kardash&Howell, 2000).

(c) las *concepciones como teorías personales* que las interpreta como conceptos que se activan y relacionan como un aspecto de la metacognición (Hofer y Pintrich, 1997; Hofer 2000 y 2004).

(d) las *concepciones como recursos* que propone que inicialmente se encuentran distribuidos en la estructura cognitiva en forma de recursos poco relacionados entre sí, análogos a los p-prims de Disessa (1993) y que más tarde progresan a creencias (Hammer y Elby, 2002; Louca et al, 2004).

(e) las *concepciones como teorías implícitas*: no las considera al mismo nivel de las teorías formales desde el punto de vista de la coherencia e interrelación entre sus ideas constitutivas y conceptos, pero acepta que guardan cierta consistencia respecto de otros criterios. Según esta forma de explicar a las concepciones, las mismas no constituirían ideas aisladas, sino que serían teorías que responden a un conjunto de restricciones cuya manifestación varía en coherencia y consistencia según los contextos, situaciones y circunstancias (Pozo; 2000)

Cada una de estas perspectivas propone una serie de características para describir la naturaleza de las concepciones que no suelen ser puestas a prueba sino tomadas como supuestos de partida. En el presente trabajo se indaga la naturaleza sin darla por supuesta a priori, es decir, sin asumir previamente una postura teórica.

2.2. Aspectos metodológicos

2.2.1. Participantes

Docentes universitarios de Facultades de Ciencias Exactas y Naturales e Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (N = 100) con más de cinco años de antigüedad. Esta muestra, no probabilística, se conformó con 25 docentes correspondientes a cada disciplina de formación: matemática, química, física y biología.

2.2.2. Variables en estudio

V1: Concepciones sobre el aprendizaje.

Definición: ideas y creencias que poseen los docentes respecto de *qué es* aprender, *cómo* se aprende, *qué* se aprende y *que y cómo* se evalúa.

Categorías de la variable: *Teoría directa, T1; Teoría Interpretativa T 2 y Teoría Constructiva, T3.*

V2: Índice de consistencia de las concepciones

Definición: Valores que toma el índice de consistencia (Gómez Crespo et al, 2001) en cada sujeto.

Categorías de la variable: se tomó como criterio de consistencia un índice mayor al 0.32, valor que corresponde a un 60% de los ítems del instrumento de recolección de datos respondidos dentro de una misma concepción.

Categoría	Valores
Consistencia (1)	IC>0.32
No consistencia (2)	0>IC<0.32.

V3: Dominio de formación

Definición: disciplina de conocimiento en la que se han formado los docentes que componen la muestra.

Categorías de la variable: Se establecieron cuatro categorías para esta variable, a las que se le asignaron los siguientes valores: Química: 1; Matemática: 2; Física: 3 y Biología: 4

2.2.3. Diseño

Se utilizó un diseño "ex post facto" prospectivo simple.

2.2.4. Instrumento de recolección de datos

Para consultar a un número representativo de docentes, se optó por utilizar un cuestionario de dilemas adaptado y validado previamente (García et al, 2007). Consiste en 10 dilemas con tres categorías de respuesta, distribuidos de la siguiente manera en función de las dimensiones establecidas para la variable:

	QUÉ ES APRENDER	**QUÉ SE APRENDE**	**CÓMO SE APRENDE**	**QUÉ Y CÓMO SE EVALÚA**
DILEMAS	D1, D2,	D3, D4	D5, D6, D7	D8, D9, D10

2.3. Resultados

El contenido de las concepciones.

Las concepciones que predominan en los docentes universitarios de las distintas disciplinas se podrían resumir de la siguiente manera:

Concepciones aprendizaje	**Teorías que predominan**			
	Qué es aprender	**Qué se aprende**	**Cómo se aprende**	**Cómo y qué se evalúa**
Químicos	T. Construtiva	T. Construtiva	T. Construtiva T. Interpretativa	T. Interpretativa
Biólogos	T. Construtiva	T. Construtiva T. Interpretativa	T. Construtiva	T. Construtiva
Matemáticos	T. Construtiva	T. Construtiva T. Interpretativa	T. Construtiva T. Interpretativa	T. Interpretativa
Físicos	T. Construtiva	T. Construtiva	T. Construtiva	T. Interpretativa

	T. Interpretativa		T. Interpretativa	

Una primera comparación de tono descriptivo, permite esbozar las siguientes ideas:

- En general, las concepciones de los docentes se encuadran dentro de las teorías interpretativa y constructiva.
- No existe ningún dominio (Biología, Física, Matemática o Química) en el que el grupo de docentes que lo compone pueda ser encuadrado dentro de sola una teoría.

La naturaleza de las concepciones

Se determinó el índice para cada sujeto y luego se calculó el promedio de los índices entre todos los sujetos que componen la muestra.

	IC
Concepciones sobre el aprendizaje	0,38033151

Si se tiene en cuenta que se tomó como criterio de consistencia un índice mayor a 0.32, podría considerarse que las concepciones que los docentes universitarios poseen respecto del aprendizaje son consistentes. No obstante esto, los valores de índice obtenidos, son muy cercanos al límite preestablecido de 0.32.

La relación entre las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje y el dominio de formación disciplinar.

Se calculó el índice de consistencia por disciplina de formación:

Dominio	(IC) Aprendizaje
Química	0,49140148
Biología	0,40628145
Física	0,26828418
Matemática	0,28956187

Los resultados muestran que los docentes universitarios de química y de biología son consistentes en las concepciones que poseen respecto del aprendizaje. En el caso de los docentes de matemática y física, los valores obtenidos en ambos contextos no alcanzan el valor mínimo establecido para poder considerar a las concepciones de estos dos grupos de docentes, con algún grado de consistencia.

3. Discusión

En principio, el grado de consistencia encontrado en las concepciones de los docentes podría ser interpretado por algunos de los marcos teóricos que explican la naturaleza de las mismas:

- Desde el marco que entiende a las *concepciones como estadios de desarrollo cognitivo*, puede entenderse que las concepciones consistentes responden a un nivel de desarrollo cognitivo elevado, aunque el índice de consistencia obtenido

debería ser mayor si se tiene en cuenta que los sujetos indagados son docentes universitarios;

- Desde el punto de vista que considera a las *concepciones como teorías personales*, también podría interpretarse el resultado obtenido ya que el hecho de considerarlas teorías lleva implícito aceptar cierta consistencia. No obstante cabe destacar que esta perspectiva analiza las concepciones de carácter fundamentalmente explícito, mientras que en este trabajo si indagaron de manera más indirecta.
- Desde el marco teórico que entiende a las *concepciones como recursos*, también podría interpretarse el valor encontrado para el IC ya que, para esta perspectiva, los recursos son poco articulados, dependientes del contexto y poco consistentes en edades tempranas de desarrollo pero, más tarde, evolucionan en la consistencia hasta adquirir carácter de concepciones. No obstante y tal como ocurre con el marco conceptual analizado en el párrafo anterior, estas asunciones se realizan respecto de las concepciones asumidas explícitamente.
- Desde el marco teórico de las *concepciones como teorías implícitas*, dada la asunción del carácter teórico que se hace de las mismas, podría esperarse un mayor índice de consistencia. Sin embargo, algunos autores entienden que la organización de las teorías implícitas, su cohesión representacional, no necesariamente está basada en la coherencia argumentativa que caracteriza al discurso científico sino que puede ser de otra naturaleza (Duchsl, 1998; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Thagard, 1992).

La influencia del dominio de formación

Las comparaciones múltiples realizadas indicaron diferencias entre la naturaleza de las concepciones de los docentes de química y biología y la de los docentes de matemática y física. Los valores encontrados en el índice de consistencia de los docentes de *química* y *biología* hacen suponer que las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje revestirían cierto carácter de teoría. En este punto cabe destacar que el hecho de no obtener el valor máximo (IC=1) aportaría evidencia empírica para poder considerarlas como teorías implícitas.

En los docentes de *matemática y física*, en cambio, la falta de consistencia encontrada estaría indicando que sus concepciones estarían asociadas a representaciones de carácter situado que guardan poca relación entre sí, estarían a nivel de creencias. Resultados similares en las concepciones de los docentes de matemática fueron encontrados por Andrews et al. (1999) y por Gil Cuadra et al (2003) quienes destacan la falta de homogeneidad de las mismas.

4. Referencias

- Baxter Magolda, M. (2004) Reconstructing Latino Identity: The Influence of Cognitive Development on the Ethnic Identity Process of Latino Students *Journal of College Student Development,* 45(3), 333-347
- Bendixen, L.D.; Rule, D.C. (2002) An Integrative Approach to Personal Epistemology: A Guiding Model. *Educational Psychologist*, 39(1), 69-80.
- de la Cruz, M. y Pozo, J. I. (2003) Concepciones sobre la enseñanza, ¿centradas en los contenidos o en los alumnos? En C. Monereo y J. I. Pozo (Eds.). La universidad ante la nueva cultura educativa. Madrid: Síntesis.

- Disessa, A. (1993) Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction,* 10, 105-225.
- Duchl, R. A. & Wright, E. (1998) A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467-501.
- García, M., Vilanova, S.; Señoriño, O. (2007) Concepciones acerca del aprendizaje. Diseño y validación de un cuestionario para alumnos del profesorado. *REDIE (Revista Electrónica de Investigación Educativa),* (9),1-17
- Gil Cuadra, F. y Rico Romero, L. (2003) Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), 27-47
- Gomez Crespo, M. A. y Pozo, J. I. (2001) La consistencia de las teorías sobre la naturaleza de la materia: una comparación entre las teorías científicas y las teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 441-459.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002) On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, 169-190. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hashweh, M.Z. (1996) Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63.
- Hofer, B. (2004) Epistemological Understanding as a Metacognitive Process: Thinking Aloud During Online Searching. *Educational Psychologist* 39(1), 43-55
- Hofer, B. K. (2001) Personal epistemology research: Implications for learning and instruction. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-382.
- Kardash, C. M., & Howell, K. L. (2000) Effects of epistemological beliefs and topic-specific beliefs on undergraduates' cognitive and strategic processing of dual-positioned text. *Journal of Educational Psychology*, 92, 524-535.
- Kember, D. (1997) A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching, *Learning and Instruction* 7, 255–275.
- King, P.M.; Kitchener, K.S. (2004) Reflective Judgement: Theory and Research on the Development of Epistemic Assumptions Through Adulthood. *Educational Psychologist*, 39(1), 5-18.
- Louca, L.; Elby, A.; Hammer, D.; Kagey, T. (2004) Epistemological Resources: Applying a New Epistemological Framework to Science Instruction. *Educational Psychologist*, 39(1), 57-68.
- Murray, K. and Mac Donald, R. (1997) The disjunction between lecturers' conceptions of teaching and their claimed educational practice. *Higher Education* 33(3) 331-349.
- Norton L., Richardson J., Hartley, J. (2005) Teachers' beliefs and intentions concerning teaching in higher education *Higher Education*. 50(4)537-571.
- Perry, B., Howard, P., & Tracey, D. (1999) Head mathematics teachers' beliefs about the learning and teaching of Mathematics. *Mathematics Education Research. Journal,* 11, 39–57.
- Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1998) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288
- Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A. (1999. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, Madrid. Morata.

- Pozo, J. I.; Scheuer, N. (2000. Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo y C. Monereo (coords.), *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo,* Madrid. Santillana.
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Mateos, M. y Pérez Echeverría, M.P. (2006) Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. Madrid. Morata
- Samuelowicz K. and Bain, J. (1992) Conceptions of teaching held by academic teachers, J. *Higher Education*, 24, 93.
- Samuelowicz, K. (1999) Academics' educational beliefs and teaching practices. Australian. Digital Thesis Database. Griffith University. Disponible en http://www4.gu.edu.au:8080/adt-root/public/adt-QGU20030228.152452
- Schommer, M. (1990) Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schommer, M. (2004) Explaining the Epistemological Belief System: Introducing the Embedded Systemic Model and Coordinated Research Approach. *Educational Psychologist*, 39(1), 19-29.
- Strauss, S. y Shilony, T. (1994) Teachers models of children´s minds and learning (455-473). En L.A. Hirschfeld y S.A. Gelman (Eds.) *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Trigwell, K. Prosser, M. Marton, F. (2002) in *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.

EL PROBLEMA DEL TIEMPO EN LA VISUALIZACIÓN DEL CAMBIO. DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y EL LENGUAJE VARIACIONAL A TRAVÉS DE LA GRAFICACIÓN-MODELACIÓN Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA MATEMÁTICA ESCOLAR

Astrid Morales Soto; Constanza Ripamonti Zañartu
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Universidad Santo Tomás
ammorale@ucv.cl, mripamonti@santotomas.cl

Resumen
La necesidad de resolver problemas de variación y cambio en el tiempo ha motivado el desarrollo del cálculo dentro de la matemática. Las investigaciones en los niveles secundario y universitario muestran importantes dificultades en su enseñanza. La socioepistemología, a partir del estudio de las prácticas sociales asociadas al uso del cálculo, tales como la predicción, la modelación y la graficación, busca rediseñar el discurso escolar y desarrollar el estudio del pensamiento y el lenguaje variacional.
El tiempo, como magnitud, es considerada una variable compleja desde el punto de vista cognitivo, lo que constituiría un obstáculo en la visualización del cambio y su modelación. La investigación busca describir estas dificultades a través del estudio de las gráficas de situaciones de movimiento producidas por niños que inician el segundo ciclo de enseñanza general básica e identificar los indicadores de pensamiento variacional que aparecen en la práctica de la predicción.

Palabras clave: socioepistemología, pensamiento y lenguaje variacional, graficación, predicción.

1. Introducción

Un mundo dinámico en permanente transformación ha constituido el escenario propicio para que el ser humano se interese por la comprensión de la variación y el cambio en el transcurso de la historia. El estudio de los fenómenos de movimiento, siendo éste una propiedad intrínseca de la materia, y que existe, independientemente de nuestra conciencia, dio origen a formas gráficas que buscaban representar estos cambios, para posteriormente desarrollar un lenguaje y registros propios del álgebra para describirlos.
El desarrollo de ideas sobre lo que varía y cambia es parte de lo que hoy se conoce como cálculo y el principal objeto matemático que aparece como producto de este proceso es el de función. (Cantoral 2001).
Desde una perspectiva socioepistemológica analizaremos el caso del estudio de la variación y el cambio en el discurso matemático escolar de los niveles superiores de enseñanza básica, la epistemología y la didáctica (obstáculos) del concepto de función, así como las prácticas sociales que se relacionan con el uso intuitivo e inicial del concepto de función en esos niveles.

2. El marco socioepistemológico

Esta investigación se sitúa en el marco de la socioepistemología para el estudio y análisis de las prácticas e indicadores asociados al pensamiento variacional y al concepto intuitivo de función, en fenómenos de cambio y variación en el tiempo, en el contexto de la Matemática Escolar.

Para Cantoral (2006) el término *sociopistemología* contextualiza, sitúa al problema del saber. Se presenta como una aproximación teórica de naturaleza sistémica que permite tratar los fenómenos de producción y difusión del conocimiento desde una perspectiva múltiple, al incorporar el estudio de las interacciones entre la epistemológica del conocimiento, su dimensión socio cultural, los procesos cognitivos asociados y los mecanismos de institucionalización vía la enseñanza. (Cantoral 2006).
Según las investigaciones más recientes, la noción de práctica social es la parte medular de la perspectiva socioepistemológica. Se entiende por práctica social a aquel conglomerado de supuestos socialmente compartidos, mayoritariamente implícitos, que norman la actividad. La tesis central es sostener que son las prácticas sociales las que generan conocimiento. (Cantoral & Farfán, 1998)
El objetivo de la socioepistemología es rediseñar el discurso de la Matemática Escolar y dotarla de nuevos marcos de referencia para la construcción o resignificación del conocimiento matemático.
La noción de resignificación busca hacer una distinción de origen con respecto a la idea platónica que establece la preexistencia de los objetos y procesos matemáticos y que implica considerar la unicidad de los significados. La noción de resignificación emerge, entonces, como elemento para dar cuenta de que el conocimiento tiene significados propios, contextos, historia e intensión; lo que señala la posibilidad de enriquecer el significado de los conocimientos en el marco de los grupos humanos. (Arrieta, 2003)
Es así que la imposibilidad de controlar el tiempo a voluntad, obliga a los grupos sociales a predecir, a anticipar los eventos con cierta racionalidad. (Cantoral, 2006)
En el marco de esta investigación, consideramos importante la *predicción* como práctica social, porque ha mostrado ser una idea fuerza en el desarrollo de conceptos matemáticos, relacionados con la variación ya que para predecir un estado futuro correspondiente a un sistema es necesario cuantificar y analizar los cambios de sus causas y efectos y con base en esto generar modelos matemáticos que nos permitan anticipar consecuencias.
La forma elegida para *modelar* los fenómenos de variación con los que trabajarían los alumnos fue el uso de las gráficas; en el marco de la Socioepistemología ubicamos a la gráfica en un estatus diferente, no únicamente como una representación de un concepto, sino como una práctica social generadora de conocimiento matemático. Observar y estudiar el uso y desarrollo de las prácticas de graficación de los niños en un contexto social, permite visualizar una matemática funcional en oposición a la utilitaria.
A la base cognitiva de este estudio ubicaremos el desarrollo del Pensamiento y Lenguaje Variacional (PYLV), línea de investigación desarrollada principalmente por Cantoral y Farfán para evidenciar la actividad cognitiva respecto de los fenómenos de cambio y su cuantificación.

3. Análisis socioepistemológico

Apoyándonos en el trabajo de Ruiz Higueras (1998) y Sierpinska (1992) presentamos un resumen del desarrollo epistemológico del concepto de función a partir de las diferentes concepciones de cada momento histórico:

Interpretación del concepto *función*	**Descripción**	**Análisis de los obstáculos epistemológicos**
Función como **"variación"**	Matemáticos y astrónomos babilónicos, profundizaron en métodos cuantitativos tabulando datos, interpolando y extrapolando, en busca de regularidades. Establecieron que los fenómenos sujetos al cambio, pueden poseer distintos grados de intensidad y cambiar continuamente entre ciertos límites dados.	Esta concepción que busca medir los cambios y cuantificar su variación aparece como un "instinto de función" o intuición de la función.
Función como **"proporción"**	En el pensamiento griego, se consideraba al cambio y al movimiento como algo externo a la matemática. Los entes matemáticos se consideran como algo estático y se expresan en términos de inecuaciones y proporciones más que en términos de variables. La búsqueda de proporcionalidad es la relación privilegiada entre magnitudes variables. Dado el significado geométrico que tenían para los griegos las magnitudes variables, solo establecían en forma homogénea sus proporciones: comparaban longitudes con longitudes, áreas con áreas, etc.	En este período predomina una concepción *estática* del concepto de función, considerándola como *proporción.*Esta homogeneidad pudo ser un ***obstáculo*** (Sierpinska 1992) al desarrollo de la noción de función, puesto que impedía encontrar dependencias entre variables de diferentes magnitudes, concepto fundamental en toda relación funcional.
Función como **"gráfica"**	Durante la Edad Media se dio el acercamiento entre la matemática y las ciencias de la naturaleza. Nicolás Oresme, en el S. XIV utiliza gráficas para representar los cambios y así describirlos y compararlos. Estas gráficas representan las relaciones desde lo cualitativo más que desde lo cuantitativo, pues los gráficos se consideraban como modelos geométricos de las relaciones y no necesitaban representar fielmente dichas relaciones.	La dependencia se representaba globalmente por toda la figura, predominando entonces la concepción de *función* como *gráfica* (visión sintética).
Función como **"curva"**	A principios del S. XVII, Fermat y Descartes descubren el mundo de la representación analítica al conectar los problemas de dos ramas de la matemática: la Geometría y el Álgebra. Comienza a formarse la geometría analítica como un método de expresión de las relaciones numéricas establecidas entre determinadas propiedades de objetos geométricos, utilizando esencialmente el método de coordenadas. Se sostiene por primera vez la idea de que una ecuación en "x" e "y" es un medio para introducir la	La concepción dominante, la función como curva, hace que surja un nuevo ***obstáculo*** (Sierpinska 1989) en la evolución de la noción de función, cuando se asocia la gráfica con la trayectoria de puntos en movimiento y no con conjuntos de puntos que satisfacen condiciones en una

	dependencia entre dos cantidades variables.	relación funcional.
Función como **"expresión analítica"**	Esta concepción nace en el S. XVII y continúa con Euler y Lagrange en el S. XVIII. Se pensaba que las únicas funciones dignas de estudio eran las que podían ser descritas por expresiones algebraicas. Se intentó resolver problemas de la Física. Permanecía aún la idea de asignar la variación a las "cantidades". Aparece la idea de *función no-continua*. En la definición propuesta por Euler del concepto de función, reemplaza el término cantidad utilizado hasta ese momento por el de expresión analítica. Posteriormente, Lagrange amplia la noción de función a toda expresión de cálculo.	Esta concepción se constituye en ***obstáculo*** (Sierpinska 1992) para la evolución de la noción de función en relación con sus ideas de dependencia y variabilidad. Predominó el aspecto puramente formal más que el de relación entre variables; se entiende que una función es una combinación de operaciones dada por una expresión analítica.
Función como **"correspondencia arbitraria"**	Esta concepción aparece en los últimos trabajos de Euler sobre "funciones arbitrarias" en el S. XVIII, continuando en el S. XIX con los de Fourier sobre series trigonométricas y los de Cauchy, Dedekind y otros sobre números reales. Surge la noción de correspondencia general: se dice que "*una cantidad es función de otra u otras"*, aunque no se conozca por qué operaciones se debe atravesar para llegar de una a la otra. El término función se corresponde con la expresión f(x). Continúa el uso de los ejes cartesianos y aparece una nueva representación: los diagramas de Venn. La función como **"terna"**: a fines del S. XIX y principios del S. XX se llama función a la terna f= (A, B, G) en donde A, B y G son conjuntos con las siguientes condiciones $\mathbf{G \subset A \times B}$, $\mathbf{x \in A}$, $\mathbf{y \in B}$ tal que $\mathbf{(x,y) \in G}$. Las representaciones utilizadas son las de la teoría conjuntista y se concibe que: *una relación funcional está formada por pares de elementos así como un conjunto está formado por elementos individuales.*	Considerada como un ***obstáculo*** (Sierpinska 1992) ya que, con la intención de lograr precisión y rigor matemático, se pone de relieve una concepción estática. Se oculta el carácter dinámico de la asignación entre variables. En esta descripción clara, precisa y estática ya no hay la menor sugerencia a las cantidades que fluyen engendrando magnitudes variables, ni la menor referencia a puntos moviéndose sobre curvas, ni aparece la idea de variabilidad.

A partir de este análisis epistemológico y de las creencias o preconceptos de las personas se desprenden según Sierpinska (1992) otros obstáculos epistemológicos inherentes al desarrollo del concepto de función, relacionados con las representaciones, la concepción de variabilidad y las magnitudes como objetos cualitativamente diferentes de los números. Estos obstáculos aparecen en la enseñanza y se pueden observar

también los diferentes momentos del desarrollo del concepto en las concepciones de los alumnos.

Junto con los significados y formas que encierra el concepto de función y los obstáculos que se pueden definir a partir de ellos aparece el problema de la medición y las magnitudes como un aspecto importante en la comprensión y en la modelación como consecuencia esperable, Dolores, (2000) señala:

"El problema de la medición jugó un papel importante en el desarrollo de la matemática, pues propició la interconexión entre la aritmética y la geometría, entre lo discreto y lo continuo, entre el número y la magnitud. Las magnitudes son caracterizadas, como "las abstracciones representadas geométricamente de las cosas medibles continuas". El número, por otro lado, está asociado a la cantidad de veces que cabe la unidad de medida en lo que se mide, aquí se entrecruzan dos de los elementos contrastantes abstraídos de la realidad: lo discreto y lo continuo."

Desde el punto de vista de la construcción de conceptos científicos en los niños y el desarrollo del pensamiento matemático, Chamorro (2005) destaca las dificultades de comprensión propias de la magnitud tiempo, señaladas también en las investigaciones de Piaget y Fraise (con propuestas controversiales) en las cuales aparece el fenómeno del tiempo como una magnitud compleja en su génesis y relación con otros elementos fundamentales como el espacio.

Cuando se estudian procesos de variación, no sólo interesan los cambios por sí mismos, interesan por ejemplo su dirección y sentido cuando se trata de magnitudes vectoriales, interesan su rapidez o la velocidad con que se comportan.

Para entender la importancia de los problemas de variación en la enseñanza de las funciones es importante precisar sus aspectos cualitativos y cuantitativos. Los primeros indican cómo cambia una función y los segundos indican cuánto cambian.

Para observar la presencia en el discurso escolar de problemas y temáticas asociadas a la variación y el cambio se revisaron y analizaron los contenidos del Marco Curricular chileno aprobado en 2009[91] con los ajustes propuestos para la próxima década en los sectores de Naturaleza, Sociedad y Matemática de 1º a 8º año de Educación General Básica.

Para establecer el estado de las prácticas de graficación y predicción en el currículum chileno, así como la presencia de situaciones de variación que prepararan o aportaran al desarrollo del concepto de función, revisamos los textos de 1º a 8º básico entregados a los colegios municipales y subvencionados por el MINEDUC[92].

La revisión de los programas de estudio nos muestra que en estos niveles sí aparecen en estudio fenómenos de variación, pero solamente en los programas de ciencias.

En los textos de matemática revisados la evidencia muestra que para los niveles señalados las actividades presentadas que requieren graficación, o modelos gráficos son escasas, remitiéndose a gráficas de barras en la mayoría de los casos. Solamente en los niveles 7º y 8º se observa la presencia de gráficas de variación proporcional directa e indirecta y algunos problemas que requieren intervenir o producir gráficas a partir de datos organizados como variables. Las actividades de predicción están ausentes de las propuestas didácticas de los textos estudiados.

A partir de este estudio se establecen nuevas interrogantes respecto a la necesidad de herramientas matemáticas en el desarrollo de conceptos y problemáticas propias de las

[91] 2009 MINEDUC, Marco Curricular Para la Enseñanza Básica y Media. Chile.
[92] El Ministerio de Educación Chileno licita y distribuye gratuitamente los textos escolares cada 2 años.

ciencias así cómo se pueden utilizar en el tratamiento de los conceptos y procedimientos matemáticos los problemas de la ciencia que les dieron origen.

4. Metodología

En la investigación se incluyen algunos elementos de una ingeniería didáctica de carácter exploratorio: análisis a priori, análisis a posteriori y confrontación. Se consideraron los aspectos epistemológicos, didácticos y sociales involucrados en el desarrollo del Pensamiento y lenguaje variacional en los niños, para el diseño y aplicación de una secuencia de situaciones que permitiera visualizar los indicadores de uso, conocimiento y resignificación a partir de las prácticas de graficación y predicción frente a fenómenos de cambio y variación en el tiempo.

En la secuencia de situaciones de predicción- graficación diseñada se incluyó el uso de tecnología de sensores e interfaces junto a un software graficador. Se esperaba evidenciar indicadores de pensamiento variacional en los niños al resolver problemas que involucren fenómenos de cambio en el tiempo.

Basándonos en el diseño de Briceño (2010), esta secuencia se plantea en tres momentos:

• Momento 1	» Fenómeno de movimiento » Graficación - argumentación
• Momento 2	» Actividad con sensor de movimiento » Visualización de la gráfica (programa graficador) » Discusión y preguntas
• Momento 3	» Graficación –predicción » Confrontación con el modelo del graficador » Exploración- argumentación

La actividad se aplica con 4 grupos de 20 niños (niños y niñas) de 5º año básico (11 años) de un colegio particular de la ciudad de Santiago, Chile, en sesiones de 90 minutos. La actividad es filmada para registrar las interacciones entre los niños durante el trabajo grupal.

El análisis a priori permite tener presentes los indicadores que se esperan observar, consideramos para esto los resultados obtenidos por Carrasco (2006) y Briceño (2010) en contextos no escolares, las evidencias de estos trabajos presentan variados registros gráficos para indicar sentido, intensidad y dirección del movimiento principalmente a través del dibujo. Se espera, en el segundo momento, que los niños se desconcierten con la gráfica que presenta el programa graficador del sensor e intenten responder a la forma de la gráfica con los diferentes momentos del movimiento realizado. Se espera que el desequilibrio cognitivo haga preguntarse a los niños sobre la inclinación de la curva, la recta paralela al eje x, o, qué es lo que hace que la curva suba o baje. En el tercer momento se espera que los alumnos predigan el movimiento que genera determinada gráfica y viceversa: la gráfica que representa determinado movimiento. Posteriormente se espera la argumentación de la velocidad, el tiempo y la distancia en relación a la gráfica.

5. Conclusiones

En la investigación desarrollada se consideraron los aspectos epistemológicos, didácticos y sociales involucrados en el desarrollo del Pensamiento y lenguaje

variacional en los niños para diseñar una situación de variación que permitiera visualizar los indicadores de conocimiento y resignificación resultantes del desarrollo de las prácticas de graficación y predicción frente a fenómenos de cambio y variación en el tiempo.

Al analizar las gráficas, interacciones y argumentaciones de los niños pudimos observar que:

- Las situaciones que propician prácticas sociales de graficación, argumentación y predicción potencian el desarrollo de pensamiento y lenguaje variacional.
- Las gráficas son un argumento para la construcción de conocimiento matemático sobre el cambio y la variación.
- La tecnología aporta con la motivación y la inmediatez en el desarrollo de situaciones de variación –graficación, pero el fundamento de la construcción de conocimiento está en las practicas sociales y en el desarrollo de situaciones que las propicien.
- Es necesario construir marcos de referencia que permitan incluir los fenómenos de variación y cambio y las prácticas de graficación y predicción en el discurso matemático escolar.

Referencias

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis de doctorado no publicada. CINVESTAV-IPN. México

Cantoral, R. (2001). Matemática Educativa. Un estudio de la formación social de la analiticidad. México: Iberoamérica.

Cantoral, Molina y Sánchez (2006). Socioepistemología de la Predicción. Cinvestav IPN, Cicata IPN. México

Cantoral, R., Farfán, R. (1998) Pensamiento y Lenguaje Variacional en la introducción al análisis. Epsilon 42, 353-369

Chamorro, M. (2005) Didáctica de las matemáticas. Pearson, España

Dolores, C. (2000). Revista Academia. Volumen 2 No. 20, Universidad Autónoma de Sinaloa. pp. 9-17

Ruiz Higueras, L. (1998). La noción de función: análisis epistemológico y didáctico. España; Universidad de Jaén.

Sierpinska, A. (1992). Understanding the notion of function. En G. Harel y E. Dubinsky (Eds), The concept of function. Aspects of Epistemology and Pedagogy (pp 25-58) USA: Mathematical Association of America.

ANALISIS DE LOS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN QUE UTILIZAN DOCENTES DE LA EP EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Marcos Varettoni[1] *; Inés Elichiribehety*[2]
[1]Equipo Técnico Regional de Capacitación. CIE Ayacucho, Buenos Aires. Argentina.
[2]NIECYT. Facultad de Ciencias Exactas. UNCPBA. Tandil, Argentina
varrebox@yahoo.com.ar ; ielichi@exa.unicen.edu.ar

Resumen
Este trabajo estudia desde una perspectiva didáctica las representaciones externas que utilizan docentes de la Educación Primaria cuando resuelven algunos problemas que podrían ser propuestos en sus clases. Se busca indagar los procedimientos que realizan y las anticipaciones que proponen que pueden realizar los alumnos. Los resultados permiten establecer que, en general las resoluciones de los docentes sirvieron de apoyo para la anticipación de los procedimientos de los alumnos. En su mayoría los docentes utilizan registros de representación icónicos-simbólicos, prevaleciendo el proceso de *conversión* de representaciones sobre el de *tratamiento* en la mayoría de los trabajos analizados.

Palabras clave: Registro de representaciones, resolución de problemas, anticipaciones, docentes, Educación Primaria

1. Introduccion

Este trabajo presenta un estudio desde una perspectiva didáctica acerca de las representaciones externas que utilizan docentes de la Educación Primaria (EP) cuando resuelven y analizan algunos problemas que podrían ser propuestos en sus clases. Con la finalidad de indagar los procedimientos que construyen, las anticipaciones que formulan acerca de las resoluciones de los alumnos y el sentido de los conceptos matemáticos que serán construidos. Se presentan resultados parciales referidos a la resolución de un problema en una población de N = 15 docentes, en el marco de los cursos de Capacitación de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, realizados durante el año 2008 en la Región Educativa 18.

El problema surge a partir de las dificultades que manifiestan los docentes en estas instancias de capacitación. Señalan que en la gestión de sus clases tienen inconvenientes con los diferentes procedimientos y formulaciones que realizan sus alumnos; la manera de relacionar los conceptos matemáticos con las representaciones y la forma de identificar esta información. Estas cuestiones, entre otras, refieren a la compleja relación entre los conceptos matemáticos y sus formas de representación.

Según Panizza (2003), la relación entre objetos de conocimiento y representaciones, articulados con el de adquisición del sentido, es fundamental para la enseñanza de la matemática. Además, son aspectos importantes para una didáctica que tenga en cuenta la especificidad del nivel en el que se desarrolla la enseñanza y el largo proceso que lleva el logro de aprendizajes.

El empleo sistemático de la noción de representación en Educación Matemática data de la década del 80. En estos trabajos, el concepto de representación es asociado a una señal externa que muestra y hace presente un concepto matemático, también como signo o marca con el que los sujetos piensan la matemática. Según Rico (2009) la comunidad de matemáticos empleó varios términos similares pero no equivalentes para referirse a

ellas: *símbolos* (Skemp, 1980), *sistema matemático de signos* (Kieran y Filloy, 1989), *sistemas de notación* (Kaput, 1992), *sistemas de registros semióticos* (Duval, 1993), dando prioridad- en la comunidad de matemáticos- al uso del término *representación.*
Este trabajo se ocupa de las representaciones externas, que son los sistemas de representación compartidos y desarrollados a través de los procesos humanos sociales, es decir, cada vez que se haga referencia al término representaciones o registros de representación se estará refiriendo a aquellas que son realizadas con lápiz y papel y que tienen una existencia física (Varettoni et al. 2010, p. 45).
El Diseño Curricular de la Educación Primaria (DGCyE, 2008) establece que las diferentes formas de representación matemática forman parte del conocimiento en cuestión por lo que será necesario favorecer en la escuela tanto la producción de representaciones propias por parte de los alumnos durante la exploración de ciertos problemas como el análisis, el estudio y uso de diversas formas de representación de la matemática.
Para que coexistan en el aula diversas estrategias de resolución de un problema y diferentes maneras de representar los conocimientos matemáticos, se requiere que la intervención del docente se inicie antes que la propuesta sea llevada al aula. Es la instancia de *anticipación* la que permitirá al docente estudiar las diversas estrategias de resolución que pueden surgir en los problemas, las diferentes representaciones que pueden utilizar los alumnos, las estrategias que permitirán relacionarlas o acercarlas a las que convencionalmente se emplean, los acuerdos a los que se pretende arribar, entre otros aspectos que de no ser previstos, seguramente dificultará su presencia y gestión en el aula.

2. Marco teorico

La Teoría de los Registros Semióticos de Duval (1993, 1996, 2006) constituye un marco teórico adecuado que permite analizar las representaciones que los docentes y los alumnos, emplean para resolver un problema. Considera que los sistemas de representación que utiliza la matemática son las figuras, las gráficas, la escritura simbólica y el lenguaje natural. Señala que es esencial para la actividad matemática que se puedan movilizar varios signos en una misma acción, o bien se pueda elegir un signo en vez de otro. Se pregunta bajo qué condiciones un numeral o un dibujo, por ejemplo, funcionan como representaciones de los objetos matemáticos correspondientes, estableciendo que una representación debe dar acceso al objeto representado.

"(...) es necesario que el objeto no sea confundido con sus representaciones y que se le reconozca en cada una de ellas. Es bajo esas dos condiciones que una representación funciona verdaderamente como representación, es decir que ella proporciona el acceso al objeto representado" (Duval, 1993).

En forma general divide a las representaciones en internas (privadas) y externas (visibles y observables públicamente), considerando que estas últimas son por naturaleza semióticas ya que se producen mediante un sistema de signos y son accesibles a todos los sujetos capaces de interpretar este sistema de signos. Refiriéndose al aprendizaje de la matemática, establece que la diversificación de representaciones semióticas de un mismo objeto aumenta la comprensión de los sujetos y recíprocamente, comprender un conocimiento matemático aumenta la posibilidad de emplear diferentes tipos de representaciones externas (enunciados, fórmulas, gráficas,

etc.) a su vez, son el medio por el cual las personas exteriorizan sus imágenes y representaciones mentales haciéndolas accesibles a otras personas.
Se identifica una actividad ligada a la producción de representaciones, y otra ligada a la aprehensión conceptual de los objetos representados. Llama *semiosis* al primer tipo de actividad y *noesis* a la aprehensión conceptual del objeto. Además, postula que la actividad de producción de representaciones es la que permite la comprensión, es decir, la *semiosis* es la que determina las condiciones de posibilidad de la *noesis*.
Para que un sistema semiótico sea un sistema de representación, según Duval (1993), debe permitir la realización de estas tres actividades cognitivas ligadas a la semiosis:

- *La identificación de la presencia de una representación*: implica una selección de rasgos y de datos en el contenido a representar, tal selección depende de unidades y reglas de formación que son propias del registro semiótico en el cual se produce la representación. Por ejemplo, el enunciado de una frase, diseño de una figura geométrica, elaboración de un esquema, escritura de una fórmula, etc. Para Duval estas son reglas de conformidad, no de producción efectiva de un sujeto.
- *El tratamiento de una representación:* es la transformación de una representación en otra del mismo sistema donde ha sido formada dicha representación. Es una transformación interna a un sistema. El cálculo es una forma de tratamiento propia de las escrituras simbólicas, la reconstrucción de figuras es un tipo de tratamiento de las figuras geométricas, etc.
- *La conversión de una representación*: es la transformación de esta representación en una representación de otro sistema conservando la totalidad o sólo una parte del contenido de la representación inicial. Por ejemplo, la descripción es la conversión de una representación no verbal (esquema, figura, gráfico) en una representación lingüística.

Sin embargo, conviene aclarar que la conversión de una representación es una actividad cognitiva diferente e independiente de la del tratamiento. Por ejemplo, al realizar un cálculo con números racionales, los alumnos pueden efectuar muy bien la suma de dos números con su escritura decimal o con su escritura fraccionaria, y de ninguna manera pensar en convertir una en la otra (o viceversa) o fracasar en esta conversión. Se constituyen procesos complejos, pasar de un registro de representación a otro (conversión) o representar un objeto de diferentes maneras en un mismo sistema de representación (tratamiento) no es evidente y mucho menos sencillo para los sujetos.
Esta presentación se propone responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué representaciones externas utilizan los docentes en la resolución del problema propuesto?
- ¿Qué anticipaciones realizan los docentes acerca de los posibles procedimientos de resolución que podrían surgir en el aula?

3. Metodologia

Se diseñaron cuatro propuestas de trabajo, cada una de las cuales incluye un problema de los que presenta como orientación el Diseño Curricular de la Educación Primaria. Este trabajo se encuadra en el paradigma cualitativo; el análisis de datos tuvo un carácter exploratorio, descriptivo e interpretativo y el instrumento utilizado para recoger los datos fueron pruebas de lápiz y papel. El contexto de realización corresponde a las

instancias de capacitación de docentes realizadas en la región 18[93] de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos durante el año 2008.
En este trabajo se presentan y analizan los resultados para N = 15 docentes del problema 3.

En un terreno rectangular se decide usar una parte para una cancha de fútbol. Del largo se destina 2/3 y del ancho 1/4, ¿qué parte del terreno se destina a la cancha?

El problema está propuesto en el Diseño Curricular como orientación para trabajar el contenido "Utilizar la multiplicación de fracciones para calcular el área de una figura". Se trata de situaciones-en el sentido de Brousseau- en las cuales algunas de las medidas de los lados de una figura se presentan expresadas en fracciones (en términos de relación parte-todo). El problema permite asociar el uso de fracciones para expresar mediciones con la multiplicación de fracciones.
El estudio de las producciones de los docentes apuntó a los tipos de representaciones que emplean en la resolución del problema, a la identificación que hacen de los conocimientos empleados en la misma y a la anticipación que realizan de las posibles resoluciones que podrían surgir en su clase. Para ello se formularon las siguientes categorías, organizadas en dos tablas (una referida a la resolución del docente y la otra a las anticipaciones del trabajo de los alumnos):
Registros de representación verbal-escrito (RVD/A): Alude a las resoluciones en lenguaje natural (descripción del/los procedimiento/s de resolución y/o conocimientos empleados).
Registros de representación pictográficos (RPD/A): esta categoría se refiere a la resolución mediante dibujos que intentan representar lo más fielmente posible los elementos del problema (por ejemplo, dibujar la cancha considerando detalles que la caracterizan).
Registros de representación icónicos (RID/A): se refiere a la resolución mediante representaciones que no dan cuenta de la cualidad de los elementos involucrados en el problema (por ejemplo, dibujar un rectángulo que representa la forma de la cancha).
Registros de representación simbólicos (RSD/A): atiende a aquellas resoluciones en las que se utiliza símbolos convencionales empleados por la matemática (por ejemplo, resolver el problema mediante una multiplicación de fracciones).
Identifica los conocimientos matemáticos que permiten resolver el problema (ICMD): se refiere a la identificación del problema y las representaciones utilizadas en la resolución con los conocimientos matemáticos que son herramientas de resolución.

4. Resultados

Las resoluciones de los docentes que trabajaron con este problema son, en general, realizadas a través de una correspondencia entre registros de representación icónicos (representación rectangular de la cancha) y la multiplicación de números fraccionarios. Seguramente el no reconocimiento del funcionamiento de la multiplicación con fracciones para establecer áreas de figuras geométricas (a partir de la relación entre la figura entera y sus partes) permitió que en la mayoría de las resoluciones debieran apoyarse en representaciones icónicas, un ejemplo de ello es la resolución M.P3.5.

[93] La región educativa 18 de la Provincia de Buenos Aires está conformada por los partidos Ayacucho, Castelli, Dolores, General Guido, General Madariaga, Lavalle, Maipú, Partido de la Costa, Pinamar, Tordillo y Villa Gesell.

También surgieron resoluciones apoyadas únicamente en la representación gráfica, tal es el caso del protocolo M.P3.7. A partir de la misma se obtiene la parte que corresponde a la cancha en relación al total del terreno, expresándola simbólicamente mediante una fracción.

Figura 1: Resolución de los docentes M.P3.5 y M.P3.7

M.P3.2 procede en el camino inverso, primero parte de la multiplicación de fracciones y a partir del producto obtenido realiza un gráfico (representación que no permite interpretar la solución obtenida de acuerdo al sentido de la situación). También se presentaron resoluciones consideradas más expertas y económicas, como el caso del protocolo M.P3.8, en las cuales se utilizan registros simbólicos que corresponden a la multiplicación entre fracciones.

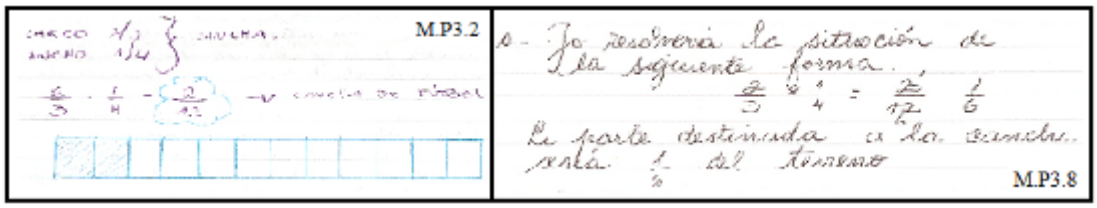


Figura 2: Resoluciones de los docentes M.P3.2 y M.P3.8

Los protocolos M.P3.3, M.P3.11 y M.P3.10 presentan algunas particularidades. Los dos primeros resuelven el problema gráficamente (mediante una representación rectangular), quedando expresada la respuesta del problema directamente con el mismo dibujo o indicada mediante fracciones referidas a las partes que restan en el largo y en el ancho del terreno. Ambos casos parecen indicar que los docentes no pudieron desarrollar un procedimiento de resolución a partir de las representaciones icónicas que emplean o relacionarlas con expresiones simbólicas que permitieran tratarlas u operar en forma más eficaz.

Figura 3: Resoluciones de los docentes M.P3.3 y M.P3.10 y M.P3.11

El último caso expresa el resultado correspondiente a la suma de las fracciones dadas en el problema y no a su producto.

Con relación a las anticipaciones que realizan los docentes y a la manera de preveer las diferentes formas en la que los alumnos pueden proceder para resolver el problema, los resultados indican en su mayoría que trasladan sus propias resoluciones a la anticipación de los procedimientos de los alumnos.

Para el problema presentado, en general se reconoce que los primeros abordajes estarán apoyados en representaciones gráficas. M.P3.8. considera que la respuesta al problema podría ser obtenida a partir de representaciones de rectángulos (registros icónicos) en los cuales a partir del concepto de fracción como partes de un entero se identifique el

sector que corresponde a la solución. M.P3.7 emplea representaciones similares, pero presenta el entero dividido en más partes que las dadas en el problema. El análisis posterior permite obtener la respuesta correcta del problema, el mismo se realiza directamente a partir de las partes ocupadas. No se anticipa un trabajo específico relacionado con las operaciones entre fracciones (operaciones empleadas en las propias resoluciones).

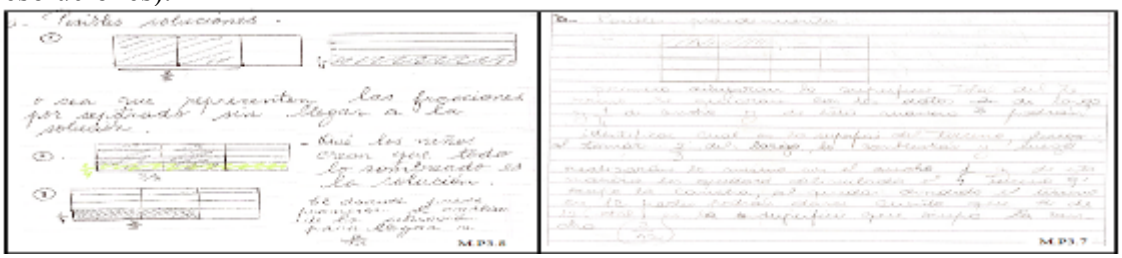


Figura 4: Resoluciones de los docentes M.P3.8 y M.P3.7

El protocolo M.P3.4 es el único que intenta desarrollar un posible recorrido que permita analizar el trabajo a partir de representaciones icónicas y las posibles intervenciones que permitirían relacionarlas con las representaciones simbólicas correspondientes a las fracciones y a la multiplicación con las mismas.

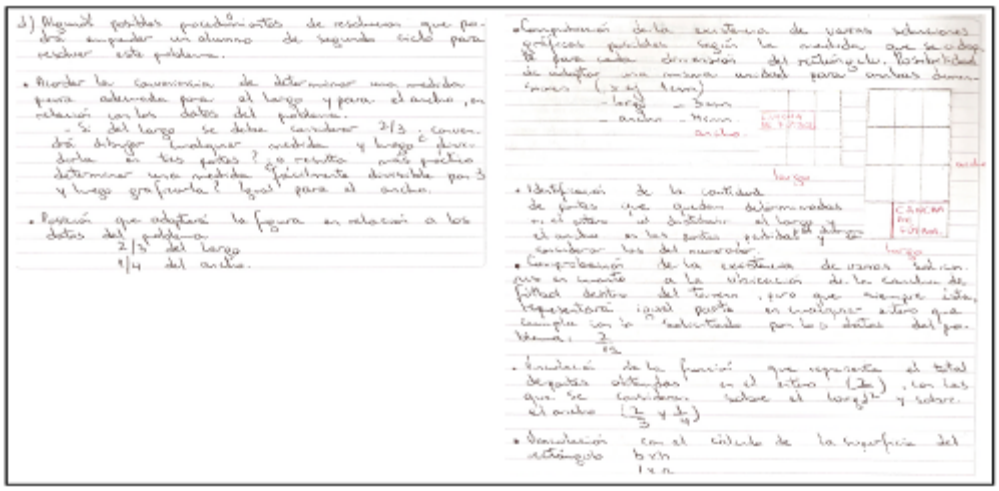


Figura 5: Resolución del docente M.P3.4

Pero este análisis sólo puede hacerse desde el concepto de área del rectángulo y la representación simbólica de la fórmula para obtenerla y no a partir del trabajo específico con el concepto de fracción.

5. Conclusiones

A partir del análisis realizado se describieron las representaciones externas que utilizan los docentes de la EP. Con resultados similares se encuentran las soluciones mediante representaciones icónicas ó simbólicas, o ambas a la vez, y en menor proporción las representaciones verbales escritas. Las resoluciones evidencian que muchas de las dificultades que tienen los docentes para anticipar los procedimientos de los alumnos están vinculadas con sus propios reparos para elaborar registros de representaciones de la situación planteada y reconocer las nociones que intervienen.

Aunque desde el Diseño Curricular se propicia el uso e integración de las diferentes formas de representación desde los primeros años de la escolaridad, y se proponen problemas como los utilizados en este trabajo, parece muy lejana la posibilidad de que

esto se traslade al aula. Las restricciones que imperan en la formación docente y *la tradición escolar dominante conspiran contra esta posibilidad*. Así mismo surgen nuevas cuestiones: ¿cómo distingue el docente los conceptos matemáticos y sus representaciones?, ¿cómo se trabaja en el aula para que surjan las distintas representaciones? Se considera de interés continuar con la reflexión iniciada en este trabajo, de modo que se pueda avanzar en el debate por mejorar la enseñanza y aprendizaje de la matemática.

6. Referencias

D.G.C. y E. (2008), *Diseño Curricular para la educación primaria,* D.G.C. y E., Pcia. de Buenos Aires.

Duval, R. (1993), Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée, *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5, Estrasburgo.

Duval, R. (1996), Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* Vol 16 (3) pp.349-382.

Duval, R. (2006), Quelle sémiotique pour l'analyse de l'activité et des productions mathématiques?, *Relime* Vol. 9, extra No. 1.

Panizza, M. (2003), Reflexiones generales acerca de la enseñanza de la matemática, en Panizza M. (comp.), *Enseñar matemática en el Nivel Inicial y el Primer Ciclo de la EGB,* Ed. Paidós, Buenos Aires.

Rico, L. (2009), Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en Educación Matemática *PNA, 4 (1), 1-14,* España.- Varettoni, M., Elichiribehety, I. (2010) Los registros de representación que emplean docentes de la Educación Primaria: Un estudio exploratorio en *REIEC, Vol 5 (2), 44-51*
Disponible en http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/

PERMANENCIA DE ALGUNOS CONCEPTOS DE ESPACIOS VECTORIALES Y SU OPERATIVIDAD.

Ana Rosso; Julio Barros
Departamento de Matemática. Facultad de Ciencias Exactas Físico- Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto
arosso@exa.unrc.edu.ar jbarros@exa.unrc.edu.ar

Resumen
El objetivo de este trabajo es analizar la permanencia de algunos saberes sobre *espacios vectoriales* y su disponibilidad operatoria a la hora de resolver situaciones problemas. Esta exploración se realiza mediante una entrevista. Del análisis de las mismas se infiere que, en la enseñanza de estos temas habría que profundizar el trabajo con el concepto de espacio vectorial, en lo relativo a su definición como ente constituido por operaciones y propiedades. Ejercitar la aplicación de diferentes técnicas propias del Algebra Lineal, reflexionando sobre su uso y los resultados con ellas obtenidos, ya que en reiterados casos se observa la aplicación mecánica de esas técnicas. La práctica se realiza en general utilizando las definiciones en forma directa, lo que produce algunas distorsiones en la capitalización del saber. Se propone la recreación de la definición en distintas situaciones problemáticas como una manera de atenuar este problema.

Palabras Claves: espacio vectorial, permanencia de conceptos,

1. Introducción

La investigación surge como una necesidad de explorar y analizar las diferentes formas en que el alumno construye su conocimiento y recupera los conceptos aprendidos en situaciones de aplicación. En este trabajo[94] se pretende analizar la permanencia y operatividad de algunos conceptos que tienen como base la noción de espacio vectorial. En este sentido se ha tenido en cuenta la interrelación que se desprende del mapa conceptual consensuado por los docentes a cargo de la asignatura, en el cual se interrelacionan las nociones de espacio vectorial, subespacio, operaciones entre subespacios, subespacio generado, base y dimensión. Para la obtención de los datos se construyó una secuencia de situaciones problemas que se resuelven en una entrevista realizada a los estudiantes.

En cierta manera se espera poder establecer si los obstáculos del formalismo definidos por Dorier (1997), Sierpinska (2000) y Uicab y Oktaç (2006) permanecen aún en el estudiante. Nuestra investigación se situó en un contexto donde no sólo se manipularon símbolos, sino también objetos concretos, como vectores, matrices y polinomios.

Un análisis exploratorio de las respuestas y justificaciones que los estudiantes consignaron en las entrevistas tuvo como propósito obtener un primer acercamiento a las concepciones que los alumnos lograron construir y permanecen en el tiempo, tanto como saberes propios de una teoría, como herramientas que ayudan a la solución de problemas. Este abordaje tiene como propósito esclarecer el modo en que algunas nociones han sido incorporadas a la red conceptual del alumno y forma parte de sus saberes a la hora de resolver problemas.

[94] Este trabajo se enmarca en el Proyecto *Propuesta didáctica de articulación de los diferentes lenguajes subyacentes en la enseñanza de Espacios Vectoriales y Subespacios en Algebra Lineal*

La investigación se sustenta en la teoría de los campos conceptuales (Vergnaud, 1994, Moreira, 2002) que aborda los fenómenos de aprendizaje bajo el enfoque de campo conceptual, visto a través de la formulación de esquemas mentales en la adquisición y desarrollo de un concepto durante la construcción del conocimiento (Vergnaud, 1990), a partir de una variedad de situaciones que lo dotan de significado. Además se tienen en cuenta los registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo (Duval, 1999) y los juegos de marcos y representación simbólica (Alves Días y Artigue, 1995); a la vez que se considera especialmente los modos de pensamiento teórico y práctico, tratados por Sierpinska y Dorier en sus investigaciones en temas de Álgebra Lineal.

2. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es analizar la permanencia de algunos saberes referidos al concepto *espacio vectorial* y su disponibilidad operatoria a la hora de resolver situaciones problemas que involucran estos saberes.

3. Materiales y Metodología

3.1 Población

La muestra se tomó sobre los alumnos de las asignaturas Algebra Lineal, materia de segundo cuatrimestre, de primer año de la carrera de Profesorado y Licenciatura de Matemática y Algebra II, asignatura del Profesorado y Licenciatura en Física y Geometría y Algebra Lineal, materia de tercer año de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Todas estas asignaturas tienen los mismos contenidos básicos. Los entrevistados son alumnos que han aprobado la asignatura con nota mayor o igual a siete y ya han transcurrido por lo menos 6 meses desde el examen final. La muestra estuvo conformada por 12 estudiantes, 8 del Profesorado y Licenciatura de Matemática, 2 de la Licenciatura en Física y 2 de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, que cursaron entre los años 2008 y 2009.

3.2 Instrumento

Es una entrevista que tiene situaciones problemas enfocadas a indagar las nociones de espacio vectorial, subespacio y base. (Anexo I). Las situaciones se pensaron bajo el supuesto de que los alumnos deberían dominar tanto, el uso de los conceptos, como las metodologías operatorias para establecer las propiedades de los espacios vectoriales, en sus diferentes formas de definición. Para la construcción del instrumento se tuvo en cuenta el mapa conceptual y la interrelación de los temas, como así también la forma de trabajo desarrollada durante el dictado de la asignatura.

Una vez elaboradas las situaciones se realizó un análisis a priori de cada una, se estableció su propósito y las posibles respuestas. El objetivo o propósito de cada situación se detalla a continuación.

Situación 1: Registra el grado de formalización de la noción de estructura de Espacio Vectorial.

Situación 2: Investiga sobre: a) El nivel de representatividad que tienen las leyes de clausura y las propiedades de las operaciones. b) El nivel de abstracción logrado cuando el ejemplo tratado no tiene representación geométrica. c) La permanencia de la congruencia semántica entre sus unidades significantes.

Situación 3: Esta situación apunta a registrar el grado de reversibilidad del concepto y la individualización de los entes constitutivos.

Situación 4: a) Pretende indagar sobre el manejo de técnicas de demostración y de cuantificadores y la operatividad de algunos conceptos de la teoría de conjuntos que subyacen en estas situaciones. b) Quiere registrar la puesta de manifiesto de la validación de la solución encontrada y la institucionalización de la noción en juego.

3.3 Consideraciones Metodológicas

Las situaciones problemas planteadas en las entrevistas ponen nuevamente al alumno frente al concepto, resolviendo situaciones problemas diferentes a las dadas en clase. Pretendemos ver si logró interiorizar algunos conceptos para ser usados en situaciones nuevas. Las entrevistas, individuales y escritas, plantearon situaciones problemas sobre los temas de interés que debían ser resueltos por los estudiantes. Fueron dadas en forma escritas para facilitar la comprensión de la situación a resolver, permitiendo volver sobre el enunciado las veces que fuese necesario. No se colocó límite de tiempo para pensar las respuestas y elaborar la justificación de cada caso; ellos mismos anotaban sus respuestas. Un docente estuvo presente durante el desarrollo de la entrevista para explicar, si era requerido, alguna consigna.

Con los datos obtenidos se hizo un análisis a posteriori de los resultados y con ellos elaboramos nuestras conclusiones. Los métodos de investigación utilizados en esta etapa revisten carácter empírico, observación-análisis-síntesis, cualitativo y cuantitativo de las respuestas.

4. Resultados

El análisis de los datos de las entrevistas nos permitió observar que:

1) La noción de espacio vectorial está presente en el 50% de los entrevistados de manera correcta. El otro 50% se queda con una parte de la definición, en la mayoría de los casos optaron por la respuesta b.
2) Si los vectores son elementos de IR^3, matrices o funciones, los entrevistados pueden establecer de manera correcta las operaciones necesarias para que el conjunto dado resulte un espacio vectorial. En el caso que los vectores son polinomios, el 25% define de manera incorrecta las operaciones.
3) Sobre la situación 3, inciso a) se nota cierta dificultad para reconocer el espacio ambiente en el cual los espacios vectoriales son subespacios, 66% responde bien. Las respuestas al inciso b) se muestran en el gráfico 1.

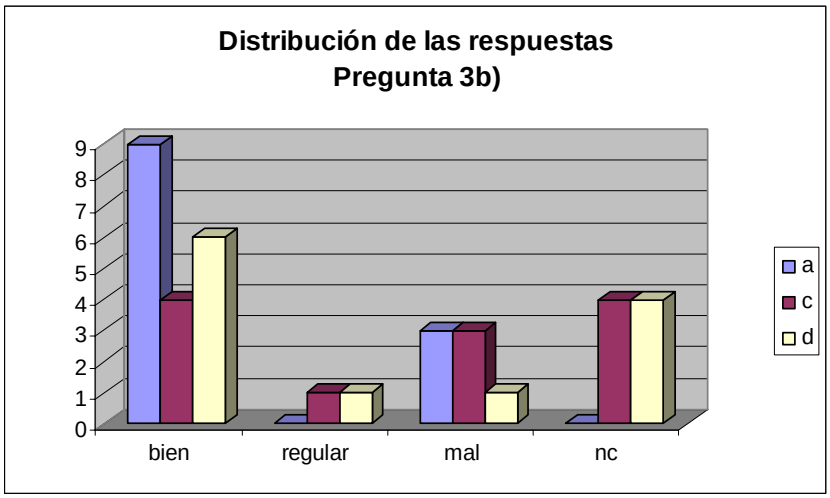


Gráfico 1

Si miramos la distribución de las respuestas podemos decir que: si el espacio es de dimensión finita (ejemplo a), la mayoría puede trabajar y dar una respuesta adecuada. Si el espacio es de dimensión infinita (ejemplo c) hay dudas si es posible dar una base. Además, si nos alejamos de los ejemplos más tradicionales de espacio vectorial, (ejemplo d) la mayoría no puede establecer una base para ese espacio. Esto quedó reflejado en la última situación donde sólo un 50% pudo contestar correctamente cuál es la base del espacio dado.

4) En lo referido a utilizar las técnicas de demostración, la distribución de las respuestas se muestra en el gráfico 2.

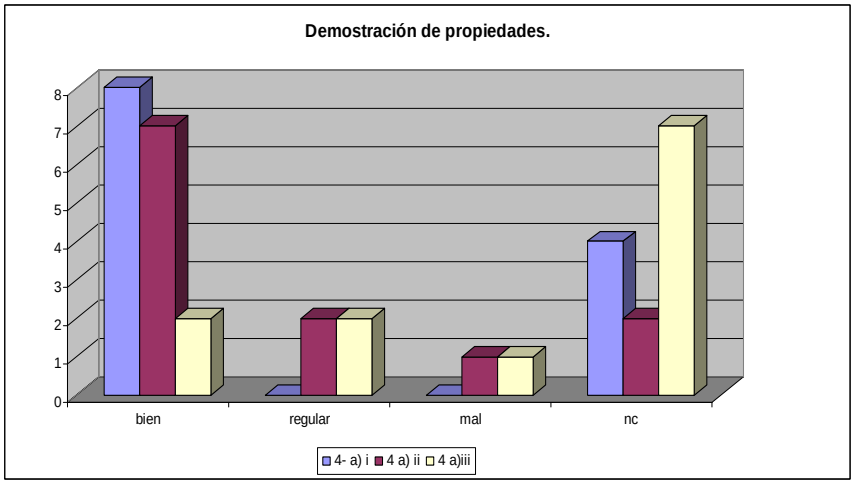


Gráfico 2

Es de observar que la mayoría opera correctamente; pero si la propiedad no ha sido trabaja en clase, hay dudas sobre la veracidad de la afirmación. En este instrumento, la última afirmación es falsa, pero la mayoría intenta una demostración, cometiendo el mismo tipo de error; esto sugiere una mecanización de la demostración de algunas propiedades.

5) Al trabajar con intersección de subespacios, la mayoría pudo reconocer los elementos constitutivos del subespacio intersección (67%) y justificar su elección. Pero sólo el 33% pudo apoyarse en resultados de la teoría para descartar las otras respuestas.

6) En el gráfico 3 se muestra el resultado de aplicar una técnica a un ejemplo no tradicional. Los datos están referidos a la situación $4c_1$ y $4c_2$.

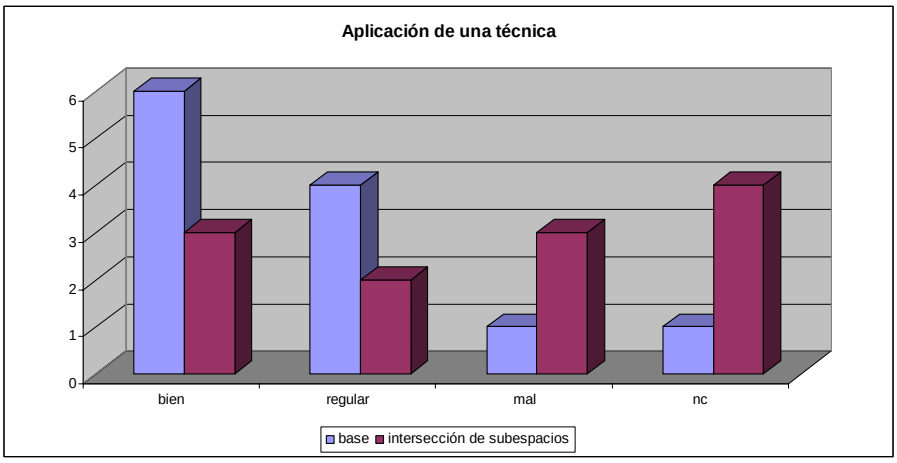


Gráfico 3

5. Conclusiones

- En la enseñanza de los conceptos tratados se debería hacer mayor hincapié en el trabajo con el concepto de espacio vectorial, en lo relativo a su definición como ente constituido por operaciones y propiedades ya que se evidenció una disociación entre ellas. Hay un obstáculo del formalismo dado que puede reproducir la demostración de propiedades que hacen a la definición, pero no reflexionan sobre las leyes de clausura. Una propuesta en esta dirección es trabajar con un número importante de ejemplos heterogéneos donde se visualice la maleabilidad del concepto, aún en los casos que el concepto no admite representación geométrica.
- En general, cuando se enseñan los conceptos mencionados se ejercita sobre la aplicación de diferentes técnicas propias de esta disciplina. Pero en muchos casos esto se reduce a la aplicación de una técnica vacía de contenidos, reduciéndose puramente a lo formal (obstáculo del formalismo). La práctica se realiza en general utilizando las definiciones en forma directa, lo que produce algunas distorsiones en la capitalización del saber. Como una manera de atenuar este problema, se debería facilitar la recreación de la definición en distintas situaciones problemáticas a la vez que se debería ejercitar en la búsqueda de contraejemplos.
- Las falencias en el uso correcto de los cuantificadores trae aparejados errores en la aplicación de algunas técnicas de demostración más cercanas a la Lógica pero aplicadas al contexto del Algebra Lineal.
- Cuando los problemas presentados al alumno se alejan de los modelos tradicionales se observan dificultades en la resolución de los mismos. Atendiendo a esta observación es necesario profundizar el trabajo con ejemplos donde la representación geométrica no sea posible, más aún donde los elementos del espacio vectorial provienen de diferentes ramas de la matemática.
- Al analizar técnicas para encontrar la intersección entre subespacios se observa que cuando los subespacios están presentados bajo diferentes formas de definición, ello dificulta la aplicación de las técnicas aprendidas. Por ejemplo, si un subespacio está definido mediante una ecuación y el otro mediante sus generadores, este último es llevado a su representación por ecuaciones para poder hallar la intersección.
- Se observa que la presencia de la noción de subespacio queda anclada en la condición necesaria para que un subconjunto sea un subespacio y no en la definición propia del concepto.
- En el manejo del lenguaje y la terminología técnica se observa la congruencia semántica entre sus unidades significantes.

6. Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la U.N.R.C, que ayuda a la financiación de los proyectos PIIMEG.

A la Dra. Marta Marcolini por la lectura minuciosa de este trabajo y por sus valiosas sugerencias.

7. Bibliografía

Alves Días, M. & Artigue, M (1995). *Articulation problems between different systems of symbolic representations in linear algebra*. In L. Meira (ed), Proceeding of the 19th International Conference on de Psychology of Mathematics Education, Vol II, pp. 34-41. Recife, Brazil

Dorier J. L. (1997) *The role of formalism in the teaching of the theory of vector space. Linear Algebra and its applications*

Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales.* Cali: Universidad del Valle, pp. 13-79. -

Ouicab R., Oktaç A (2006) *Transformaciones lineales en un ambiente de geometría dinámico.* RELIME, Año 9, vol. 003, pag 459-490

Moreira M. A. (2002). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, La enseñanza de las ciencias y la investigación en el área (Vergnaud's conceptual fields theory, science education, and research in this area)* Instituto de Física, UFRGS Caixa Postal 15051 91501-970 Porto Alegre, RS moreira@if.ufrgs.br.
http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf

Sierpinska A. (2000). *On some aspects of student's thinking in linear algebra.* In J. L. Dorier (Ed.), On the Teaching of Linear Algebra (pp. 209–246). Holland: Kluwer.

Vergnaud, G. (1990) *La teoría de los campos conceptuales*. CNRS y Université René Descartes. Recherches en Didáctique des Mathématiques, Vol. 10,nº 2, 3, pp. 133-170,

Vergnaud, G. (1994). *Multiplicative conceptual field: what and why?* In Guershon, H. and Confrey, J. (1994). (Eds.) The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics. Albany, N.Y. State University of New York Press. pp. 41-59.

ANEXO I
Entrevista

1) Indique con un círculo que encierre la letra, la frase que completaría más adecuadamente la siguiente oración. (Sólo una opción)

"Un Espacio Vectorial es"

a. un conjunto de elementos de cualquier naturaleza, llamados vectores.
b. un conjunto de elementos llamados vectores en cual se han definido dos operaciones que cumplen que, al realizar dichas operaciones entre los elementos del conjunto se vuelve a obtener nuevamente un elemento del conjunto.
c. el conjunto de elementos de IR^2, IR^3, IR^n con $n \geq 2$.
d. un conjunto de elementos llamados vectores en cual se han definido dos operaciones que cumplen determinadas propiedades.
e. un conjunto de elementos llamados vectores en cual se ha definido una operación que cumple determinadas propiedades.

2) Conteste afirmativamente o negativamente según considere, cuáles de los siguientes conjuntos constituirían un Espacio Vectorial, con las operaciones que usted defina. Defina las operaciones en todo caso, sea verdadera o falsa la afirmación

a. $E_1 = \{(x_1, x_2, x_3) \in IR^3 : \quad x_1 + x_2 - x_3 = 0\}$ Si No

Operaciones: ……..
……..

b. $E_2 = \left\{ \begin{pmatrix} x & y \\ z & t \end{pmatrix} \in IR^{2\times 2} : \quad x + t = 2 \right\}$ Si No

Operaciones: ……

……

c. $E_3 = \{ f : [a,b] \to IR : \quad f \text{ es continua} \}$ Si No

Operaciones: ……

……

d. $E_4 = \{ f : IR \to IR : \quad f(x) = \alpha \cos(x) + \beta sen(x), \alpha, \beta \in IR \}$ Si No

Operaciones: ……

……

e. $E_5 = \{ P(x) : \quad P \text{ es polinomio de grado tres} \}$ Si No

Operaciones: ……

……

3) Referente al inciso (2)

a. ¿Cuáles de los espacios vectoriales que señaló en (2), son subespacios? Indique el espacio ambiente en el cual están incluidos.

……

……

b. Para los espacios vectoriales del inciso (2) ¿se pueden definir bases en todos los casos? En caso afirmativo defina una base.

……

……

4) a. Se sabe que S y W son subespacios de un espacio vectorial V, de dimensión n. Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas. Para las que supone verdaderas esboce una demostración y para las que supone falsas dé un contraejemplo.

i) $S \subseteq W \Rightarrow S \cup W \text{ es subespacio de } V$

ii) $S \cup W \text{ es subespacio de } V$

iii) $Si\ Z \text{ es subespacio de } V \text{ entonces}, \ S \cap (W + Z) = S \cap W + S \cap Z$

b. Sea $S = \{ (x_1, x_2, x_3) \in IR^3 : \quad x_1 + 2x_2 - x_3 = 0 \}$ y sea $W = gen\{(2,1,0),(1,1,1)\}$

Verifique, si existe, cuál es la única respuesta correcta:

i) $S \cap W = \{(0,1,2)\}$ ii) $S \cap W = \{ (x_1, x_2, x_3) \in IR^3 : \quad x_2 - x_3 = 0 \}$

iii) $W \cap S = gen\{(0,-1,-2)\}$

¿Se pueden descartar rápidamente las respuestas que no son correctas?

……..

……..

c. Sea $S = gen\{1, \quad x, \quad x^2\}$ y sea $W = gen\{1 + x, \ x + x^2\}$

c$_1$) Verifique, si existe, cuál es la única respuesta correcta:

i) $S \cap W = gen\{1 + x\}$ ii) $S \cap W = gen\{1, \ x\}$ iii) $W \cap S = gen\{x + 2x^2\}$

¿Se pueden descartar rápidamente las respuestas que no son correctas?

…….
…….

c2) ¿Es $B_1 = \{1, x, x^2\}$ y/o $B_2 = \{1 + x, x + x^2\}$ una base para el espacio vectorial de polinomios de grado menor o igual que dos?

…….

IMPLEMENTACIÓN DE UNA AEI RELATIVA AL CAMPO CONCEPTUAL DE LAS FUNCIONES POLINÓMICAS EN LA ESCUELA SECUNDARIA: PERSPECTIVA DIDÁCTICA Y COGNITIVA.

Viviana Carolina Llanos[1,2]*; María Paz Bilbao*[1]*; María Rita Otero*[1,2]
[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. Paraje Arroyo Seco s/n , Tandil, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
vcllanos@exa.unicen.edu.ar, mpbilbao@yahoo.com.ar, rotero@exa.unicen.edu.ar

Resumen
En este trabajo se presentan las características del diseño y los resultados de la implementación de una Actividad de Estudio y de Investigación (AEI) para estudiar las Funciones Polinómicas con alumnos de 5to Año de la Escuela Secundaria. Se adoptan como referenciales teóricos la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999, 2004), la Teoría de los Juegos de Cuadros de Régine Douady (1986) y la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) de Gérard Vergnaud (1990). Se presentan algunos resultados que permiten describir la OM efectivamente reconstruida en el aula y se discuten los alcances y limitaciones de este dispositivo.

Palabras clave: Actividades de Estudio y de Investigación (AEI); Funciones Polinómicas; Escuela Secundaria.

1. Introducción

Entre los problemas más frecuentes en la Educación Matemática actual se sitúa la pérdida de sentido de la matemática escolar. Chevallard (2006) considera que la *epistemología escolar* dominante se caracteriza por eliminar las "razones de ser" de las Organizaciones Matemáticas (OM) que se proponen estudiar en la escuela. Este fenómeno denominado *monumentalización del saber* (Chevallard, 2004) presenta a las OM como obras terminadas, valiosas per se, reduciendo así la enseñanza y el aprendizaje de la matemática a la *"visita de obras cristalizadas y en cierto sentido, muertas"* (Chevallard 2004, 2005).

Se pone todo el énfasis en la búsqueda de una nueva vía, que sitúe en primer plano las cuestiones matemáticas que permitan la emergencia de OM significativas para los estudiantes. El dispositivo que propone Chevallard (2004) denominado Actividades de Estudio y de Investigación (AEI) introduce la *razón de ser* de la Organización Matemática Local (OML) que se quiere construir a partir del estudio de una "situación del mundo" a la que se tiene que dar respuesta. Toda AEI surge de una cuestión generatriz Q_0 que permite hacer surgir un tipo de problemas y una técnica de resolución, así como una tecnología apropiada para justificar y comprender mejor la actividad matemática que se está desarrollando. Esta investigación se propone: diseñar, implementar y evaluar una AEI relativa a las funciones polinómicas en 5to Año de la Escuela Secundaria y describir la OM que efectivamente se reconstruye en el aula a partir del diseño propuesto.

2. Marco Teórico

El trabajo adopta los aportes de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999). Se propone superar los fenómenos didácticos, denominados por Chevallard (2004, 2005) *monumentalización del saber* y *pérdida de sentido* de las cuestiones que se estudian en la escuela. Se adoptan como dispositivo para enfrentar dicho problema, las *Actividades de Estudio e Investigación* (*AEI*) (Chevallard 2004, 2005, 2006, 2007). Partiendo de la complementariedad entre referenciales teóricos, nuestro trabajo también utiliza la Teoría de Juegos de Marcos de Régine Douady (1986, 1999, 2011) tanto para el diseño como para el análisis del significado de un mismo concepto en diferentes marcos, y la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) de Gérard Vergnaud (1990, 2009) porque nos interesa analizar el aprendizaje de los estudiantes, la *actividad* y la *conceptualización*; aunque dichos resultados no se describan en este trabajo.

3. Preguntas de la Investigación:

- ¿Qué restricciones se producen cuando se implementa una Actividad de Estudio e Investigación en la Escuela Secundaria? ¿Qué modificaciones son necesarias?
- ¿Qué Organizaciones Matemáticas se reconstruyen en el aula a partir de la implementación de la AEI diseñada para estudiar las Funciones Polinómicas?

4. Metodología

La investigación es de corte cualitativo, etnográfico y exploratorio. Se busca describir y examinar cómo funciona este dispositivo alternativo a una enseñanza tradicional, ya que aun hay pocas investigaciones relativas a las AEI como dispositivos que retoman la preocupación de la reconstrucción funcional de la matemática dando respuesta a ciertos tipos de situaciones problemáticas y sitúan las cuestiones en primera línea, como punto de partida del saber matemático que se construye en el aula.

La AEI se implementó en dos cursos del mismo Establecimiento Educativo intencionalmente seleccionados por el investigador. Los alumnos que participaron de la investigación son (N=59) estudiantes de 5to Año de la Secundaria, organizados en grupos de no más de cuatro alumnos, cuya conformación fue decidida por ellos mismos. Las clases estuvieron a cargo de los investigadores. Se obtuvieron los protocolos escritos de los estudiantes, se tomaron registros de audio de la clase y también se registraron notas de campo. Para analizar los resultados, se generaron categorías de análisis que permiten describir las respuestas que efectivamente los estudiantes construyen en el aula.

5. Características de la AEI y análisis de los datos

Este trabajo continúa y profundiza la investigación que viene siendo desarrollada por Otero y Llanos (2011) que genera un REI integrado por un conjunto de AEI en torno a la cuestión generatriz Q_0 ¿Cómo multiplicar o dividir dos curvas cualesquiera si solo se dispone de la representación gráfica de las mismas y de la unidad en los ejes? Las posibles respuestas involucran la tecnología del cálculo geométrico y permiten generar diferentes AEI. La AEI_1 permite reconstruir la Organización Matemática Local (OML_{FPD}) relativa a la función polinómica de segundo grado, partiendo de la multiplicación de dos rectas, la AEI_2 permite reconstruir la OML_{FP} de las funciones polinómicas en el cuerpo de los reales, en principio multiplicando tres rectas, o parábolas con rectas y por último, si se trata de la división de rectas, o de rectas y

parábolas, o entre parábolas, se construye una AEI_3, que permitiría construir la OML_{FQ} de las funciones racionales. En este trabajo, se describen los resultados de dos implementaciones correspondientes a la AEI_2 que permite reconstruir la OML_{FP} de las funciones polinómicas en el cuerpo de los reales. (Bilbao 2011, Otero, Llanos, 2011).
Nos inspiramos en el trabajo de Régine Douady (1986, 1999, 2010) para el estudio de los signos de las funciones polinómicas. La situación diseñada por Douady (1999) propone analizar los signos del producto de dos funciones lineales, teniendo como datos únicamente sus representaciones gráficas. En las investigaciones AEI_1 y AEI_2 se parte de la multiplicación geométrica de dos curvas, teniendo solamente como dato la representación gráfica de las curvas, y la unidad en los ejes. El problema requiere obtener una gráfica razonable de la curva que resulta de la multiplicación de otras curvas del mismo tipo, de grado menor. En estas AEI, el análisis de los signos es una información más, entre las características que se requieren para la obtención de la curva razonable.

AEI_2: nociones relativas a las Funciones Polinómicas

Toda la AEI_2 está conformada por un conjunto de 8 situaciones, seguidas estas por una síntesis y ejercicios y problemas que permiten mejorar la técnica construida, y por último, la evaluación escolar (Llanos, Otero, 2010). El diseño de las situaciones que conforman la AEI_2 parte desde el marco geométrico. En principio, y al igual que la AEI que le precede (AEI_1) parte de la construcción geométrica de la curva que resulta de la multiplicación de otras funciones del mismo tipo de grado menor. En esta AEI_2 las tres primeras situaciones son variantes del mismo problema: en la situación 1 la gráfica para *p* resulta de la multiplicación geométrica de tres rectas, mientras que en la 2 y 3 de la multiplicación entre una parábola y una recta, diferenciadas estas por la cantidad de ceros que tiene la parábola que se multiplica, generando en todos los casos la curva de las funciones polinómicas de grado tres. Las variantes de estas situaciones, se presentan en la Figura 1.

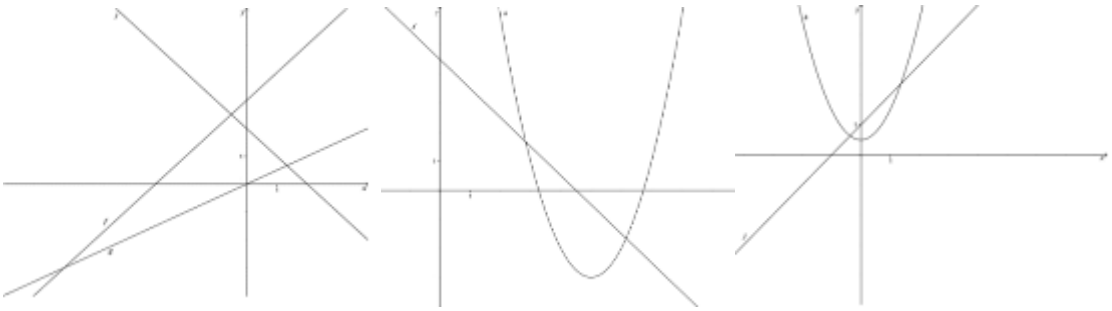


Figura 1: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 a 3

Las cuestiones que permiten a los estudiantes obtener la construcción geométrica de la curva son: ¿Cuáles son los puntos seguros y los signos de *p*? ¿Cuál podría ser la gráfica más razonable para *p*? ¿Qué características de la gráfica de *p* podrías justificar? La obtención de la curva de *p* resulta de la identificación de los puntos seguros (signos C^+ y C^-, ceros, unos y en algunos casos también el menos uno) y la construcción de triángulos semejantes, utilizando como información la unidad en el eje x -construcciones generadas en la AEI_1-. Las estrategias de cálculo geométrico generadas en la AEI_1 son recuperadas por los estudiantes sin inconvenientes para la obtención de las respuestas en la AEI_2.

Con las situaciones 4 y 5 diseñadas desde el marco algebraico-funcional se "ingresa" en las expresiones algebraicas de las funciones polinómicas, siempre en principio como la multiplicación de las funciones representadas gráficamente y luego se obtiene la expresión general. Para la obtención de la expresión algebraica de *p*, tienen como información las representaciones gráficas de las curvas y algunos puntos a partir de los cuales obtienen las expresiones algebraicas de las funciones que se multiplican. La Figura 2 corresponde a las representaciones gráficas de las funciones que se multiplican y los puntos seguros indicados para cada caso, correspondientes a dichas situaciones.

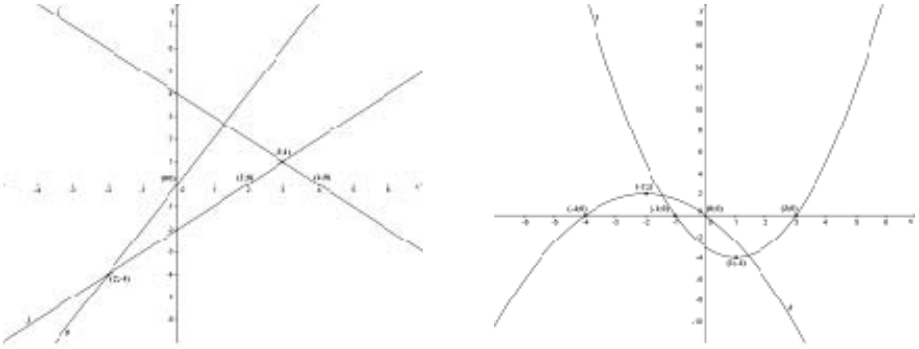


Figura 2: Gráficas correspondientes a las situaciones 4 y 5

En estas situaciones se solicita: obtener las fórmulas para *p* en forma factorizada y polinómica. Graficar *p* e indicar las características de la gráfica que se pueden justificar. A partir de los puntos que se indican en las representaciones gráficas, los estudiantes obtienen las expresiones algebraicas de las funciones representadas gráficamente, después expresan al producto de esas funciones en la forma factorizada y por último, la expresión general de la función polinómica -por medio de la propiedad distributiva entre dichas expresiones- , y no como una imposición no justificada. Estos casos se analizaron para la AEI_1 relativa a las funciones polinómicas de grado dos, y por lo tanto la obtención de las respuestas tampoco presentó grandes dificultades para los estudiantes en el sentido que esta AEI_2 corresponde a una ampliación y generalización de la anterior.

Una vez obtenida la expresión algebraica de la función en las formas polinómica y factorizada, se continúa con la situación 6 en la cual se solicita a los estudiantes propongan ejemplos de distintas funciones polinómicas, cuyos grado varíen de uno a cuatro, permitiendo construir las propiedades de los ceros, en particular analizar su multiplicidad en las funciones de grado par e impar. Los ejemplos que se solicitan tienen que ser relativos a: (a) una función de grado uno que no tenga ceros reales y una que tenga sólo un cero real; (b) una función de grado dos que no tenga ceros reales, una que tenga sólo un cero real y otra que tenga los dos ceros reales; (c) una función de grado tres que no tenga ceros reales, una que tenga sólo uno, otra que tenga sólo dos y otra que tenga los tres ceros reales; (d) una función de grado cuatro que no tenga ceros reales, una que tenga sólo un cero real, una que tenga sólo dos ceros reales, otra que tenga sólo tres ceros reales y otra que tenga los cuatro ceros reales.

De esta forma se "invita" a los alumnos a proponer ejemplos y analizar las propiedades de los ceros y las diferencias para las funciones de grado par e impar, discusión que derivó en las cuestiones ¿Cuántos ceros tiene una función de grado par? ¿Y una de grado impar?

Hasta esta situación, los estudiantes construyen geométricamente la curva de la función polinómica que resulta de la multiplicación de otras del tipo de grado menor, se avanza en la obtención de las expresiones algebraicas de las funciones, en principio en la forma factorizada, y después polinómica y en la última de las situaciones se analizan las propiedades de los ceros diferenciando las mismas entre las funciones de grado par e impar.

Con las últimas situaciones, 7 y 8, se propone construir, explicar y justificar una técnica para realizar las operaciones con polinomios, no sólo de forma algebraica sino también gráfica. En la situación 7 los estudiantes tienen que responder a la tema de cómo obtener una técnica para sumar, restar y multiplicar polinomios, mediante las cuestiones ¿Cómo se realizan las operaciones suma, resta y multiplicación de polinomios? ¿Qué técnicas proponen para hacerlo? Como la multiplicación está presente desde el origen de la AEI, esta operación no presentó grandes problemas. Para atender las dificultades detectadas en las operaciones suma y resta, como por ejemplo, el hecho de que los estudiantes no concebían la suma o resta de polinomios si estos no eran homogéneos; se propone la situación 8. Se solicita que los alumnos establezcan relaciones entre los polinomios propuestos en la situación, y analizar además el comportamiento de las mismas en la representación gráfica.

Es decir, en esta última situación se solicitó a los estudiantes que dados cuatro polinomios: *P(x)*, *Q(x)*, *T(x)* y *M(x)* tal que: $P(x) = x^3 - x + 3$; $Q(x) = x^2 - 2$; $T(x) = x^3 + x^2 - x + 1$ y $M(x) = x^3 - x^2 - x + 5$, respondan a la cuestión ¿Cuál es la relación entre los polinomios *P(x)*, *Q(x)* y *T(x)*? ¿Y entre *P(x)*, *Q(x)* y *M(x)*? Para ello, se presenta en la Figura 3 la representación gráfica de las curvas y la tabla. Ambas permiten el espacio para que los alumnos puedan verificar el comportamiento entre las funciones mencionadas en algunos puntos importantes, que ellos proponen para resolver dicha cuestión.

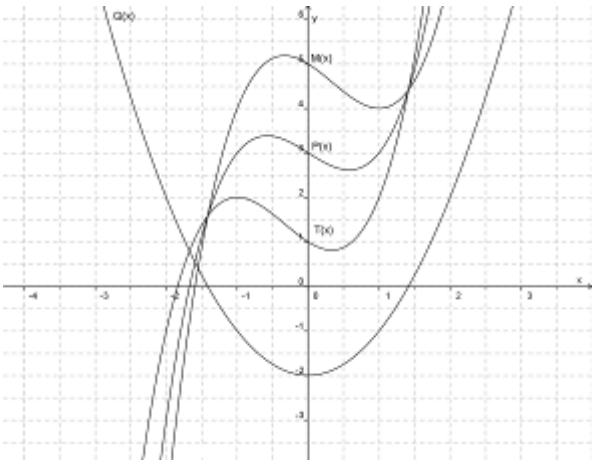


Figura 3: Representación gráfica de *P(x)*, *Q(x)*, *T(x)* y *M(x)*

Puedes utilizar la siguiente tabla para comprobar algunos puntos:

x	$P(x) = x^3 - x + 3$	$Q(x) = x^2 - 2$	$T(x) = x^3 + x^2 - x + 1$	$M(x) = x^3 - x^2 - x + 5$

Con esta situación, los estudiantes construyen las técnicas para sumar y restar polinomios, y pueden analizar el comportamiento de estos resultados también gráficamente.
La *síntesis* y los *ejercicios y problemas* (Otero, 2011) que se propone a los estudiantes están orientados a confirmar y examinar lo construido, además de completar la AEI para el estudio de las funciones polinómicas. La síntesis está integrada por las siguientes nociones matemáticas: función polinómica (polinomios, polinomios iguales, polinomio nulo), ceros de la función polinómica. Operaciones con polinomios (suma, resta y multiplicación de polinomios). División de polinomios. Técnicas para factorizar polinomios. Divisibilidad de polinomios, el método de Gauss, los casos de raíces múltiples, conjuntos de positividad y negatividad. Representación de la gráfica de la función polinómica. A partir de esta síntesis, se recupera todo lo construido en las situaciones 1 a 8 anteriores, y además se analiza la operación división que no recibió el mismo tratamiento que las demás operaciones, cuestión que va a ser superada en las implementaciones que siguen.
La evaluación escolar está conformada por tres situaciones que permiten recuperar los aspectos más importantes de las ocho que conforman la AEI, y también algunos aspectos estudiados en la síntesis. La primera situación permite recuperar la construcción geométrica de la función polinómica, la segunda consiste en recuperar la obtención de la expresión algebraica, dada la representación gráfica y algunos puntos, en las formas factorizada y polinómica. La última de las situaciones retoma las cuatro operaciones estudiadas: suma, resta, multiplicación y división de polinomios.

6. Algunos resultados

En lo que respecta a la OM efectivamente reconstruida, la AEI diseñada para estudiar las funciones polinómicas permitió:

- Obtener la gráfica de *p* por cálculo geométrico, y justificar las características de la gráfica, desde el marco geométrico-gráfico. En este marco, desde la situación 1, se introduce el problema del análisis de la paridad de los ceros analizando los casos de las funciones polinómicas de grado tres con un cero y tres ceros reales.
- Obtener con relación al marco algebraico- funcional, las expresiones para *p* por cálculo algebraico del producto de curvas. Esto, no presentó problemas a los estudiantes ya que obtienen la expresión polinómica sin grandes dificultades, partiendo de la expresión algebraica de las funciones que se multiplican y realizando la propiedad distributiva entre las mismas. El hecho de que los alumnos comiencen con el estudio de la función polinómica a través de la multiplicación de distintas curvas les permitió, por un lado, obtener la expresión de la función en forma factorizada sin dificultades; y por otro, cuando se realizo el estudio de las operaciones con polinomios, los alumnos no tuvieron dificultades en construir, explicar y justificar una técnica para realizar la multiplicación entre polinomios aunque les resulto más “complicado” proponer una técnica para la suma y la resta. Esta dificultad podría solucionarse buscando una mayor integración entre los marcos geométrico, gráfico - funcional y algebraico, que permita a los estudiantes dar sentido geométrico a la suma y a la resta de polinomios.
- Abordar el problema de la multiplicidad de los ceros desde el marco algebraico, funcional y geométrico; tanto en la situación 5 donde se estudia el

producto de dos funciones que no tienen ceros reales, hasta la situación 6 donde se generalizan las propiedades de los ceros para las funciones de grado par e impar. Los resultados de esta situación son muy interesantes, pues los alumnos la resuelven sin inconvenientes y esto se debe a que para ellos es natural, espontáneo, debido a la cuestión generatriz de la AEI, preguntarse por las posibles formas de descomposición de una función polinómica.

La AEI implementada permitió obtener resultados auspiciosos que a su vez señalan la necesidad de algunas modificaciones y su ampliación para futuras implementaciones. Entre otras cosas se espera poder analizar el papel de los ceros y su multiplicidad con relación al signo de una función polinómica, en el análisis de las funciones pares e impares; y avanzar también hacia la división de polinomios por la técnica del cálculo geométrico.

7. Referencias

Bilbao, M. P. (2011) *Actividades de Estudio e Investigación (AEI) para la Enseñanza de nociones relativas a las Funciones Polinómicas en la Escuela Secundaria,* Tesis de Licenciatura en Educación Matemática, fecha de defensa 17 de Junio de 2011, UNCPBA

Chevallard, Y. (2004) *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2005) *La didactique dans la cité avec les autres sciences*. Symposium de Didactique Comparée, Montpellier 15-16.

Chevallard, Y. (2006). Steps towards a new epistemology in mathematics education. Conferencia plenaria de apertura del 4º congreso de la *European Society for Research in Mathematics Education* (CERME 4), Sant Feliu de Guíxols, 17-21 de Febrero de 2005. Publicado en los *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Universitat Ramon Llull, Barcelona, 2006, 21-30.

Douady, R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7/2, pp. 5- 32

Douady, R. (1999) *Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16)*. European Research in Mathematics Education I: Group 1. pp. 113-124

Douady, R. (2010) Communication personnel avec Maria Rita Otero.

Douady, R. (2011) Géométrie, graphiques, fonctions au college. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC). Año 6 nº1, pp 1-7. ISSN 1850 - 6666 / NIECYT. Argentina. Disponible en http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/. Indexada en LATINDEX, DIALNET, DOAJ, RedALyC, SciELO

Llanos, V. C., Otero, .M. R. (2010). *Ecología de las AEI, Actividad y conceptualización en el aula de matemática*. Tesis de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. En desarrollo.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2011) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas: Poder, disciplinamiento y evaluación de saberes. Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires, Argentina. 30 de Septiembre al 2 de Octubre de 2010. En prensa

Vergnaud. G. (1990). *La théorie des champs conceptuels.* Recherches en Didactique des Mathématiques, 10 (23): 133-170. La Pensée Sauvage, Marseille.

Vergnaud, G; et. Al (2009). *A aprendizagen MATEMÁTICA na perspectiva da Teoría dos Campos Conceituais.* Editora CRV, 2009. ISBN 978-85-62480-28-7.

FUNCIONES RACIONALES EN LA SECUNDARIA: PRIMEROS RESULTADOS DE UNA ACTIVIDAD DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN (AEI)

Gazzola, María Paz[1]*; Llanos, Viviana Carolina*[1,2]*; Otero, María Rita*[1,2]
[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT),
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As., Tandil, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
mpgazzola@gmail.com; rotero@exa.unicen.edu.ar , vcllanos@exa.unicen.edu.ar

Resumen
En este trabajo presentamos el diseño y los resultados de la implementación de una Actividad de Estudio y de Investigación (AEI) para estudiar las Funciones Racionales con alumnos de 5to Año de la Secundaria. Se adoptan como referenciales teóricos la Teoría Antropológica de lo Didáctico de Chevallard y la Teoría de Juego de Marcos de Régine Douady. Se presentan algunos protocolos de los estudiantes y se discuten algunos alcances y limitaciones de este dispositivo.

Palabras clave: Actividad de Estudio y de Investigación (AEI); Funciones Racionales; Escuela Secundaria.

1. Introducción

Este trabajo es parte de la investigación que están desarrollando Llanos y Otero (2010). En su trabajo proponen el diseño de un REI que parte de la cuestión generatriz *Q*: ¿Cómo operar con curvas cualesquiera si solo se dispone de la representación gráfica de las mismas y de la unidad en los ejes? Las posibles respuestas a la cuestión *Q* involucran la tecnología del cálculo geométrico y generaron diferentes AEI, como parte del REI. Si se trata de la multiplicación de dos rectas, se genera una AEI_1 que permite reconstruir la Organización Matemática Local (OML_{FPD}) relativa a la función polinómica de segundo grado en el marco geométrico, geométrico analítico y algebraico funcional (Llanos, Otero, 2010). Si se trata de varias rectas o combinaciones entre parábolas y rectas o entre parábolas, etc., se construye una AEI_2 que permite reconstruir la OML_{FP} de las funciones polinómicas en el cuerpo de los reales. (Bilbao 2011, Llanos, Otero, Bilbao, 2011). Por último, si se trata de la división de rectas, o de rectas y parábolas, o parábolas y rectas, o entre parábolas, se construye una AEI_3, que permitiría construir la OML_{FQ} de las funciones racionales. Aquí abordamos el diseño de la AEI_3 propuesto para estudiar las funciones racionales en la escuela secundaria desde la *pedagogía de la investigación*.

La cuestión generatriz, se inspira en un problema propuesto en la investigación de Régine Douady (1986, 1999, 2010, 2011) para el estudio de los signos de las funciones polinómicas, a partir del análisis de los signos del producto de dos funciones lineales $f(x)=ax+b,\ a\neq 0$, cuando solo se conocen las representaciones gráficas de las rectas. En este trabajo, partimos del cociente de polinomios mediante el cálculo geométrico, cuando solo se conoce la representación gráfica y la unidad en los ejes, solicitando además obtener una gráfica razonable para la curva resultante. El análisis de los signos es una información más, entre las características que se requieren para la obtención de la curva razonable. La situación creada por Douady (1999) y la cuestión generatriz que hemos propuesto, poseen una gran generatividad, por la variedad de sub-cuestiones

matemáticas relevantes que el profesor y los estudiantes pueden plantear. La AEI_3 que presentamos aquí, está conformada por un conjunto de 7 situaciones, por una síntesis, ejercicios y problemas y por los controles habituales que incluyen la evaluación escolar (Llanos, Otero, 2010).

2. Marco teórico

Nuestro trabajo adopta los aportes de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999, 2004, 2007), que ha definido con precisión los fenómenos denominados: *monumentalización del saber* y *pérdida de sentido* de las cuestiones que se estudian en la escuela media y ha propuesto las *Actividades de Estudio y de Investigación* (AEI) (Chevallard 2004) como dispositivos didácticos para enfrentar estos problemas e instalar algunos elementos de la pedagogía del cuestionamiento del mundo. También se utilizan algunas nociones de la Teoría de los Juegos de Marcos de Régine Douady (1986, 1999, 2011), tanto para el diseño como para el análisis del significado de un mismo concepto en diferentes marcos. Se considera además, la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (1990, 2009), ya que nos interesa analizar el aprendizaje de los estudiantes, la actividad y la conceptualización, aunque, por una cuestión de espacio, no será desarrollado en el trabajo aquí presentado.

3. Metodología

La investigación es de corte cualitativo, etnográfico y exploratorio. Se busca describir y justificar si la AEI diseñada e implementada permite construir las propiedades fundamentales de las funciones racionales con sentido para los estudiantes. El objetivo es examinar cómo funciona este dispositivo en un aula concreta de secundario al mismo tiempo que se busca desplazar la enseñanza tradicional, puesto que hay pocas investigaciones donde las AEI se implementan sin la creación de cursos alternativos a los habituales. Las implementaciones fueron realizadas en dos cursos seleccionados intencionalmente por el equipo de investigación en el mismo Establecimiento Educativo. Los alumnos (N=59) son estudiantes de 5to Año de la Secundaria y las implementaciones fueron realizadas por los investigadores. Durante las implementaciones, se obtuvieron los protocolos escritos de los estudiantes en todas las clases, se tomaron registros de audio "generales" de la clase y también se registraron notas de campo. Los protocolos escritos de los estudiantes, se retiran clase a clase, se escanean y se devuelven a los estudiantes en la clase inmediata siguiente, para garantizar la continuidad de su trabajo y para que ellos dispongan permanentemente de sus registros.

4. Características de la AEI_3

La AEI_3 comienza en el marco geométrico, al igual que las AEI que la preceden (AEI_1 y AEI_2), pero a diferencia de ellas, la AEI_3 parte del cociente de funciones polinómicas. Las dos primeras situaciones son variantes del problema: ¿cómo dividir geométricamente dos curvas? En la situación 1 la gráfica de q resulta de la división geométrica de dos rectas mientras que en la situación 2 entre una recta y una parábola. En ambos casos se busca la gráfica más razonable de la función racional a partir de las siguientes preguntas: *¿Cuál podría ser la gráfica más razonable para q? ¿Qué características de la gráfica de q podrías justificar?* En la figura 1 se presentan las gráficas de las situaciones 1 y 2.

Figura 1: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 y 2.

Los estudiantes obtienen la curva más razonable para la función racional q identificando los *puntos seguros* de q (los ceros, los unos, los menos unos) y los signos de q, que son determinados por las funciones que se están dividiendo. Es posible obtener otros *puntos seguros* a través de la construcción geométrica que se retoma de las dos AEI anteriores, construyendo triángulos semejantes y utilizando como dato la unidad en los ejes. Entre las características de la gráfica de q, resulta interesante analizar el caso de la división por cero, dado que en las AEI_1 y AEI_2 que preceden a esta implementación, este aspecto no ha sido considerado porque tratan de la multiplicación de funciones polinómicas, no del cociente como ocurre en este caso. Se pone énfasis entonces en la identificación de los puntos donde la función divisor se hace cero y se analiza el posible comportamiento de la gráfica razonable para q en los puntos próximos al "cero del denominador", debido a que en este punto no se puede obtener la gráfica de q.
Con las situaciones 3 y 4 se obtiene la expresión algebraica de las funciones racionales q. Aquí se retoman los gráficos utilizados en las situaciones 1 y 2, pero se agrega la información de los valores en los ejes y además se indican algunos puntos pertenecientes a los gráficos de las funciones representadas gráficamente. Los estudiantes obtienen las expresiones algebraicas de las funciones polinómicas representadas gráficamente, y como consecuencia la expresión algebraica de q. En la figura 2 se presentan las gráficas de las situaciones 3 y 4. Estas situaciones permiten ingresar al marco algebraico-funcional.

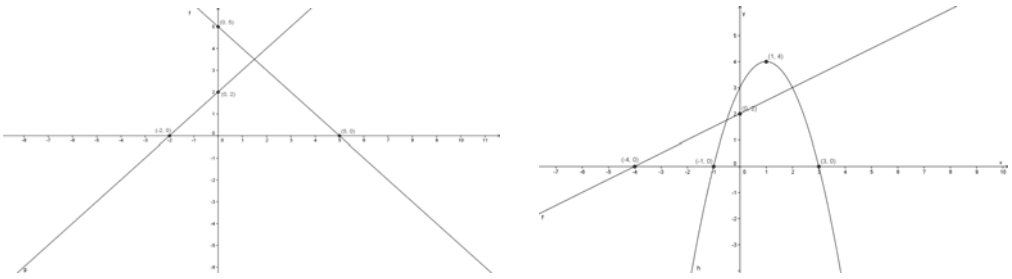


Figura 2: Gráficas correspondientes a las situaciones 3 y 4

La situación 5 permite estudiar la simplificación de las funciones racionales y retomar también el problema de los ceros. En esta situación se solicita obtener la curva más razonable y la expresión de la función racional que resulta de la división de una parábola por una recta, funciones que tienen un cero en común. Además se retoma el problema: *Las situaciones 1 a 4 parecían sostener la conjetura: "los ceros de la función del numerador son los ceros de la función racional" ¿Es V o F que los ceros de h son también los ceros de q?* En esta situación, los estudiantes indican que operando dentro del dominio natural de las funciones racionales, sus expresiones pueden simplificarse y así trabajar con expresiones más simples. Además analizar que, cuando

las funciones que se dividen comparten un cero, este punto resulta un punto de discontinuidad de *q*. Se retoma de esta forma el caso de los ceros y de las asíntotas abordadas en las situaciones anteriores para concluir que en realidad en este caso se trata de un punto donde la función *q* no está definida.

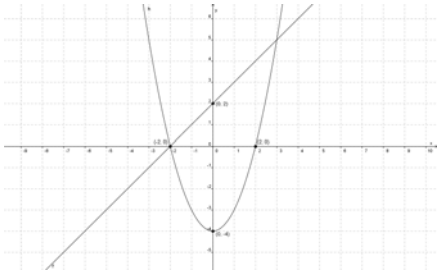


Figura 3: Gráfica correspondiente a la situación 5

La situación 6 tiene por objetivo retomar los casos de las funciones racionales correspondientes a las situaciones 3, 4 y 5 para poder identificar en que casos corresponde identificar asíntotas y cuando puntos de discontinuidad, analizando también las características de la representación gráfica de las funciones racionales en cada caso. Con la situación 7 se espera que obtengan técnicas para realizar operaciones con funciones racionales. Se solicita a los estudiantes elaborar una técnica para realizar la suma, resta, multiplicación y división de funciones racionales.
Al finalizar con todas las situaciones y las tareas que, si bien no se describieron en este trabajo forman parte de la AEI_3, se propone una síntesis que permite retomar todos los aspectos y las características abordados en la AEI para el estudio de las funciones racionales. Las nociones involucradas en esta síntesis son: ceros de la función racional, asíntotas verticales y horizontales, representación gráfica, simplificación, suma y resta, producto y cociente, ecuaciones racionales.

5. La OM efectivamente reconstruida en el aula.

Las situaciones 1 y 2 se desarrollan en el marco geométrico, y se solicita en ambas obtener la curva que resulta de la división geométrica de dos rectas y de una recta por una parábola. Los estudiantes grafican la curva más razonable para *q* a través de la identificación de los *puntos seguros* y los signos de *q* y la construcción geométrica a partir de los triángulos semejantes utilizando la unidad como información. Del análisis de los protocolos se puede interpretar que los alumnos realizan en primera instancia la búsqueda de los *puntos seguros* y de los signos de *q*, además de la identificación de la o las asíntotas verticales, la cual marcan con una recta. Para realizar la representación gráfica de *q*, realizan varias veces la construcción geométrica dado que los *puntos seguros* no son suficientes para analizar el comportamiento de la curva. Los protocolos de los alumnos A24 y A26 permiten interpretar como los estudiantes obtienen la representación gráfica de *q,* identificando *puntos seguros*, asíntotas y realizando la construcción geométrica para la obtención de *nuevos puntos seguros*. El alumno A24 además caracteriza a esta asíntota con un signo de pregunta, pues sabe que por ese punto no pasa la gráfica de *q* pero aún no puede establecer bien qué significa.

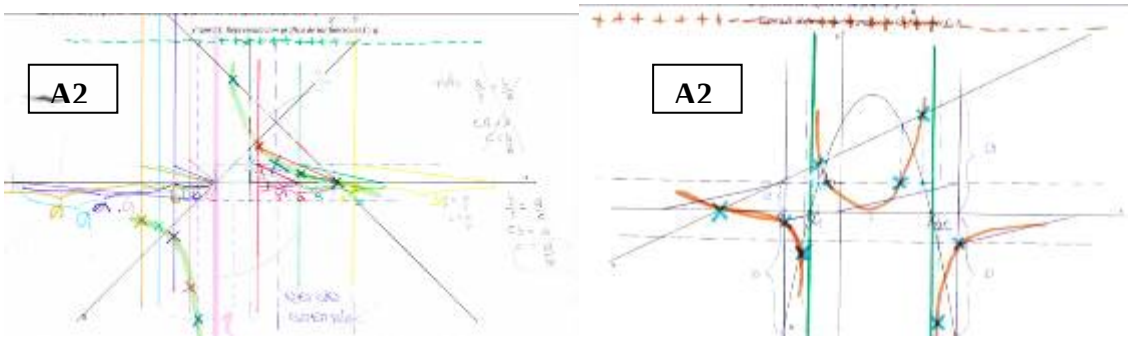


Figura 4: resolución de los alumnos A24 y A26 respectivamente

Cuando se ingresa al marco algebraico-funcional, en las situaciones 3 y 4 para encontrar las expresiones algebraicas de las funciones racionales, los estudiantes primero intentan utilizar el algoritmo de la división. Luego, esto es desestimado por ellos mismos en la situación 4 cuando tienen que realizar el cociente de una recta por una parábola y deciden que a lo sumo pueden obtener las expresiones de los polinomios r y s y expresarlos como $q = \frac{r}{s}$. Esto se puede observar en los protocolos de los alumnos A3 y A15 de la figura 5.

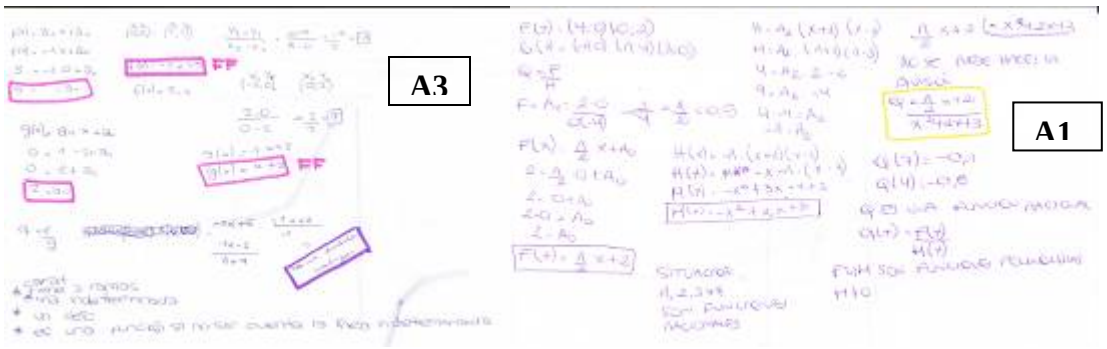


Figura 5: Protocolos de los estudiantes A15 y A05 respectivamente

En la situación 5 los estudiantes no presentaron inconvenientes en simplificar la función racional y en graficarla. A partir del gráfico, se logra determinar el dominio de la función, aun cuando esta se simplifica. La figura 6 permite interpretar lo descrito anteriormente, a partir del protocolo A20.

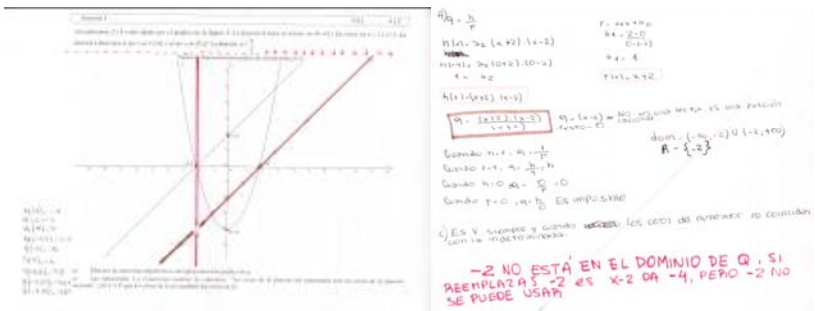


Figura 6: resolución del alumno A20

En la situación 7, los estudiantes tienen que proponer las técnicas para realizar las cuatro operaciones básicas con funciones racionales. No tuvieron inconvenientes en

construir, explicar y justificar técnicas para realizar la multiplicación y división entre funciones racionales, y para proponer técnicas para la suma y la resta, lo hicieron mediante la comparación con las operaciones con fracciones. Fue necesario construir en conjunto con el profesor una técnica para encontrar el múltiplo común menor (m.c.m) entre los denominadores, necesario para realizar la suma y la resta de funciones racionales. Un ejemplo de estos resultados se muestra en la figura 7.

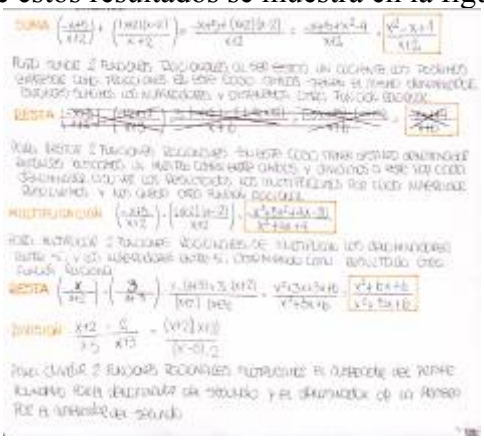


Figura 7: resolución del alumno A28

Conclusiones

Las implementaciones realizadas en los dos cursos de 5to Año de la escuela secundaria, muestran algunos resultados auspiciosos, pues no solo permiten recuperar algunas técnicas construidas en las AEI precedentes y adaptarlas a las nuevas situaciones, sino también obtener otras que permiten completar la OM relativa a las funciones racionales. Al momento, la AEI$_3$ permitió:

- En el marco geométrico-gráfico, obtener la gráfica de *q* utilizando la técnica del cálculo geométrico, identificando los puntos notables, los signos y analizando lo que ocurre en los puntos próximos a las asíntotas tanto verticales como horizontales.
- Con relación al marco algebraico- funcional, obtener las expresiones para *q* por cálculo algebraico del cociente de polinomios. Esto, no presentó problemas a los estudiantes ya que obtienen la expresión algebraica de las funciones polinómicas representadas gráficamente, y como consecuencia la expresión de *q*.
- Dentro del mismo marco, retomar el análisis de las asíntotas, ceros y puntos de discontinuidad según corresponda, lo que permitió no sólo obtener las ecuaciones de las asíntotas e identificar los puntos de discontinuidad analizando los casos posibles de simplificación, sino también reinterpretar los resultados obtenidos en el marco geométrico-gráfico
- Estudiar las cuatro operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división con funciones racionales. También dentro del marco algebraico-funcional, los alumnos no tuvieron dificultades en construir, explicar y justificar una técnica para realizar la multiplicación y división entre funciones racionales, aunque les resulto más "complicado" proponer una técnica para la suma y la resta. Esta dificultad podría solucionarse buscando una mayor integración entre los marcos geométrico-gráfico, funcional y algebraico, que permita a los estudiantes dar sentido geométrico a las operaciones con funciones racionales.

Los resultados obtenidos en la AEI_3 han permitido construir una OML para las funciones racionales, aunque no hubiera sido posible alcanzar estos resultados si los estudiantes no hubieran realizado el recorrido por las AEI precedentes.
Si bien la AEI sólo permitió construir Organizaciones Matemáticas Locales, se considera que esto es importante en la recuperación del sentido. La implementación de esta AEI es una forma imperfecta aunque viable de introducir en la escuela la pedagogía de la investigación, que exige un cuestionamiento fuerte al contrato didáctico tradicional de la secundaria.

Referencias

Bilbao, M. P. (2011) Actividades de Estudio e Investigación (AEI) para la Enseñanza de nociones relativas a las Funciones Polinómicas en la Escuela Secundaria, Tesis de Licenciatura en Educación Matemática UNCPBA.
Chevallard, Y. (1999) El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 19/2, pp. 221-266.
Chevallard, Y. (2004) *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr
Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/rubrique.php3?id_rubrique=8
Douady, R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7/2, pp. 5- 32
Douady, R. (1999) *Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16)*. European Research in Mathematics Education I: Group 1. pp. 113-124
Douady, R. (2010) Communication personnel avec Maria Rita Otero, Paris, 01-02-2010.
Douady, R. (2011) Communication personnelle avec Maria Rita Otero, Paris, 01-06-2011.
Douady, R. (2011) Géométrie, graphiques, fonctions au collège. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC). Año 6 nº1, pp. 1-7. Disponible en http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/.
Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2010) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas. UNSAM. Actas en prensa.
Llanos, V. C.; Otero, M. R.; Bilbao, M. P. (2011). *Funciones Polinómicas en la Secundaria: primeros resultados de una Actividad de Estudio y de Investigación (AEI)*. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. Año 6 nº1, pp. 102-112. Argentina. Disponible en http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/.
Vergnaud. G. (1990). *La théorie des champs conceptuels.* Recherches en Didactique des Mathématiques, 10 (23): 133-170. La Pensée Sauvage, Marseille.
Vergnaud, G; et. Al (2009). A aprendizagen MATEMÁTICA na perspectiva da Teoría dos Campos Conceituais. Editora CRV, 2009. ISBN 978-85-62480-28-7

EVOLUCIÓN DE UNA AEI COMO PRODUCTO DE INVESTIGACIÓN AL CABO DE SEIS IMPLEMENTACIONES CONSECUTIVAS

Viviana Carolina Llanos[1,2], *María Rita Otero*[1,2]
vcllanos@exa.unicen.edu.ar , rotero@exa.unicen.edu.ar
[1]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT),
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. Tandil, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Resumen
En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al cabo de seis implementaciones del producto didáctico AEI para el estudio de las Funciones Polinómicas de grado dos, en el ámbito de la escuela secundaria argentina. En total participaron de la investigación (N=163) estudiantes de 4to Año de la Secundaria. La AEI se ha implementado en dos cursos paralelos durante tres años consecutivos y la práctica adquirida permite afirmar que es posible construir la OML de las Funciones Polinómicas de grado dos, analizando y construyendo las diferentes características de dicha función en los distintos marcos y sistemas de representación. En este trabajo se presentan algunos protocolos de los estudiantes que permiten describir la OM efectivamente reconstruida en el aula y se discuten algunos alcances y limitaciones del dispositivo.

Palabras clave: Actividad de Estudio e Investigación (AEI), Funciones polinómicas de segundo grado, Escuela Secundaria.

1. Introducción

Este trabajo presenta resultados de una enseñanza por AEI en el ámbito de la escuela secundaria argentina, en clases de matemática usuales. La AEI se desarrolla a partir de la cuestión generatriz ¿Cómo operar con curvas cualesquiera, si solo se conoce su representación gráfica y la unidad en los ejes? Las posibles respuestas a la cuestión Q permiten generar diferentes AEI. La cuestión generatriz, se inspira en un problema propuesto en la investigación de Régine Douady (1999, 2010, 2011) para el estudio de los signos de las funciones polinómicas, a partir del análisis de los signos del producto de dos funciones lineales $f(x)=ax+b$, $a\neq 0$, cuando solo se conocen las representaciones gráficas de las rectas. En nuestro trabajo se parte de la multiplicación de las rectas por cálculo geométrico, y se espera obtener la curva que resulta de multiplicar dos rectas cuando solo se conoce la representación gráfica y la unidad en los ejes. El análisis de los signos es una información más, entre las características que se requieren para la obtención de la curva razonable.
La implementación de este dispositivo exige modificar el contrato didáctico tradicional de la secundaria, modificación que impacta significativamente en la cronogénesis, la topogénesis y la mesogénesis.

2. Marco teórico

Las nociones de AEI y REI han sido propuestas como instrumentos para enfrentar el proceso de *monumentalización del saber* y *pérdida de sentido* de las cuestiones que se estudian en la escuela (Chevallard, 2004, 2007). Tanto en una AEI como en un REI el proceso de estudio consiste en una sucesión de pares $P=(Q_i;R_i)_{1\leq i\leq n}$, siendo Q_i todas las cuestiones centrales del corazón del proceso de estudio y R_i las respuestas a estas

cuestiones. A partir de una Q_0 como *cuestión generatriz* del proceso, se generan las posibles cuestiones Q_i que dan lugar a diferentes AEI. La respuesta a esa cuestión denominada $R^{\heartsuit}$ se genera a partir de todas las R_i. Si bien las AEI no resuelven el problema de la *monumentalización*, son viables en nuestra escuela secundaria y permiten comenzar a enfrentar el problema de la monumentalización e instalar algunos elementos de la pedagogía de cuestionamiento del mundo.

3. Metodología

La investigación es de corte cualitativo, etnográfico y exploratorio. Se quiere describir el funcionamiento de una AEI que permite construir las propiedades fundamentales de las funciones polinómicas de grado dos. Las implementaciones fueron realizadas en seis cursos seleccionados intencionalmente por el equipo de investigación en el mismo Establecimiento Educativo. La implementación se está llevando a cabo por tercer año consecutivo, en dos cursos paralelos con un total de (N=163) estudiantes de 4to Año de la Secundaria. Todas las implementaciones fueron realizadas por los investigadores, y se han obtenido los protocolos escritos de cada uno de los estudiantes en todas las clases, se tomaron registros de audio "generales" de la clase y también se realizaron notas de campo. Los protocolos escritos de los estudiantes, se retiran clase a clase, se escanean y se devuelven a los estudiantes en la clase inmediata siguiente, para garantizar la continuidad de su trabajo y para que ellos dispongan permanentemente de sus registros.

4. La AEI:

La AEI diseñada para estudiar las funciones polinómicas de grado dos, permite construir geométricamente la parábola, justificar la simetría de esta curva y la ubicación del mínimo o máximo en el punto medio del segmento que une los ceros. También se pueden analizar en el marco geométrico los casos de raíces de orden par e impar. Luego, se pasa al marco algebraico-grafico para obtener la expresión algebraica de la función partiendo de una expresión factorizada, y luego las expresiones algebraicas en las formas polinómica y canónica. Dentro de este marco se pueden reinterpretar los ceros, sus propiedades, el máximo o mínimo y los signos de las funciones polinómicas. En el marco algebraico-funcional se considera el caso de las raíces imaginarias reingresando en el marco geométrico-funcional, cuando se analiza cómo la traslación de vector $\vec{v}$ de una cierta gráfica puede generar otras. Este método es generalizable a otras funciones polinómicas de grado mayor a dos. La AEI está conformada por 10 situaciones, una actividad de síntesis, tres instancias de familiarización correspondientes a las tareas, 2 síntesis parciales, una síntesis al final de la AEI y dos evaluaciones escolares.

Se parte del cálculo geométrico del producto de rectas. Las tres primeras situaciones permiten construir una gráfica razonable para la curva h que resulta de multiplicar dos rectas, y las variantes entre estas situaciones se dan en las diferentes rectas. En todos los casos $h = f \cdot g$ y en estas situaciones *se* obtiene la curva *razonable* para las funciones polinómicas de grado dos. La curva de h resulta de la identificación de lo que los estudiantes denominan *puntos seguros*: ceros, unos, en algunos casos también el menos uno o múltiplos de la unidad y los signos de h (C^+ y C^-). En esta AEI se destaca el proceso según el cual se prueba la simetría de la curva. Se desarrolla también, una técnica que permite aumentar la cantidad de puntos seguros construyendo triángulos semejantes apropiadamente seleccionados, utilizando como información la unidad. Esta

técnica está basada en la tecnología del Teorema de Tales y la proporcionalidad de segmentos.

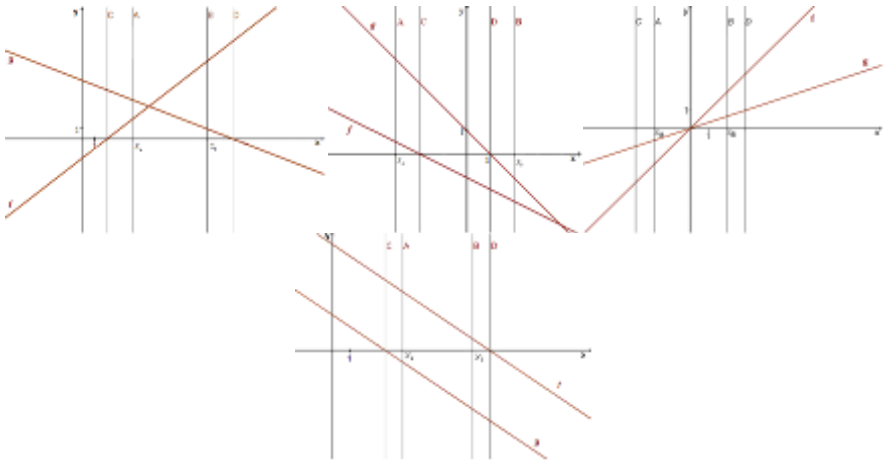


Figura 1: Gráficas correspondientes a las situaciones 1 a 3, de la AEI_1

Las cuestiones planteadas a los estudiantes son: *¿Cuál podría ser la gráfica más razonable para h? ¿Qué características de la gráfica de h podrías justificar?* Para avanza en la prueba por la simetría de la curva se plantea: *Para todo* x_a *y* x_b *equidistantes de los ceros de cada función,* $\overline{CA} = \overline{BD}$. *¿Es verdad que* $h(x_a) = h(x_b)$ *? ¿Podrías justificar?* Las situaciones que siguen se formulan en el marco algebraico-grafico para que los estudiantes obtengan ahora, la expresión algebraica de *h* a partir de las coordenadas de algunos puntos de *f* y *g*. Para obtener la expresión algebraica de *h* primero obtienen la de *f* y *g* y luego realizan el producto $h = f \cdot g$.

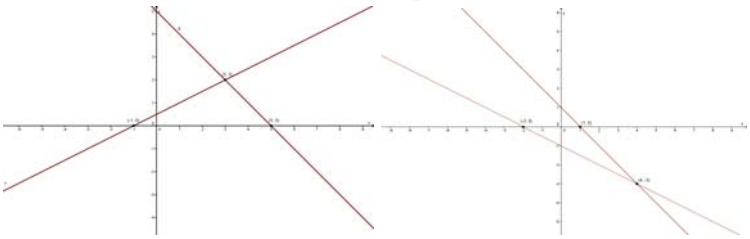


Figura 2: Gráficas correspondientes a las situaciones 4 y 5, de la AEI_1

En ambas situaciones, los estudiantes parten de la multiplicación de las rectas obteniendo así la expresión algebraica de *h* primero en la forma factorizada y luego la polinómica. Se reinterpretan todas las características construidas dentro del marco geométrico-gráfico en el marco algebraico-funcional. Dentro del mismo marco se proponen otras situaciones que son variantes del problema de obtener la expresión algebraica para *h*, pero partiendo de la expresión en la forma polinómica para obtener las formas canónica y factorizada, por la técnica de completar cuadrados. También dentro del marco algebraico-funcional se considera el caso de las raíces imaginarias reingresando en el marco geométrico-funcional. En esta situación se plantea el problema de que no necesariamente todas las parábolas resultan de la multiplicación de dos rectas. En estos casos se analiza cómo la traslación de vector $\vec{v}$ de una cierta gráfica puede generar otras parábolas. Si bien esta es una manera muy diferente de introducir las funciones polinómicas de segundo grado en la escuela tradicional, la generalidad de la cuestión inicial, planteada en el dominio geométrico-funcional, da sentido no solo a la

expresión algebraica de la función polinómica de segundo grado, sino también a la posterior construcción de las curvas de todas las funciones polinómicas y las racionales.
Para responder al problema de la "multiplicación geométrica" de las rectas, en todos los casos los estudiantes comienzan por la identificación de los puntos seguros: los ceros y los unos; y analizan también el signo que puede tomar la función *h* dependiendo de los signos de las rectas *f* y *g* que se multiplican. En ninguna de las seis implementaciones la identificación de estas características ha presentado grandes dificultades, aunque las respuestas requieren de un tiempo de maduración, de avances y retrocesos, de discusiones, de acuerdos. Otra cuestión crucial, aunque más compleja, es relativa a la prueba de la simetría de la curva. En todas las implementaciones ha sido posible obtener la respuesta, enfrentando la misma dificultad: identificar sobre qué puntos construir los triángulos semejantes para probar la simetría de la curva por medio del Teorema de Tales. Esto ha permitido obtener otros puntos seguros: los puntos simétricos.
Partiendo de las mismas preguntas, y con estudiantes en condiciones similares, las implementaciones difieren en que "mejoran" las características de las respuestas antes descritas. Así en las implementaciones 1 y 2, de la que participaron (N=51) estudiantes, sólo se pudieron identificar para la gráfica de *h* los puntos seguros ceros, unos; y los signos de *h* (C^+ y C^-). Además el hecho de analizar la simetría permite identificar al eje de simetría en el punto medio entre los ceros y aumentar la cantidad de puntos simétricos. La Figura 3 muestra que los estudiantes alcanzan un gráfica razonable para *h*, pero desconocen el punto donde *h* interseca al eje de simetría. Si bien esto genera *gráficas razonables* para *h*, los estudiantes se cuestionaban por el comportamiento de *h* en el eje de simetría. Esto motivó que la construcción geométrica del producto en esa abscisa, fuera introducida por el profesor, quien no consideró a los alumnos *"capaces"* de llegar a ella.

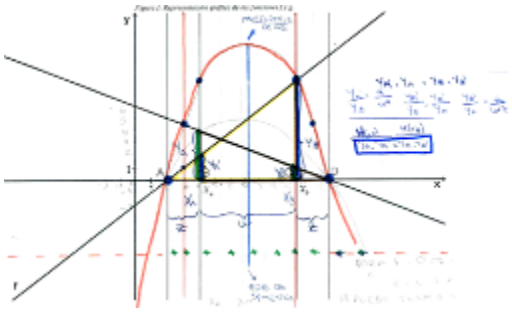


Figura 3: Imagen tomada del alumno A11, correspondiente a la implementación 1.

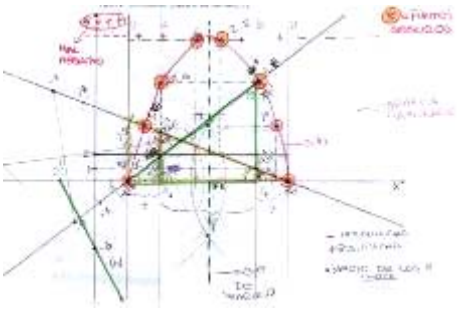


Figura 4: Imagen tomada del alumno A69, correspondiente a la implementación 3.

En las implementaciones 3 y 4, con (N=57) estudiantes, ellos incrementan considerablemente la cantidad de *puntos seguros*. Para esto se valen de los ceros y unos, los menos uno y también múltiplos de la unidad. Estas técnicas no requieren de la construcción de triángulos, que queda reservada a la prueba de la simetría. Sin embargo, los estudiantes realizan algunas inferencias, tales como, que el valor en el eje tiene que ser único y además "el mayor" o "el menor" según el caso, pero no consiguen obtener el valor de *h* en el eje de simetría. El protocolo A69 permite explicar la diferencia entre la cantidad de puntos a la que se hace referencia, cuando en realidad no cambia el problema a resolver.
En las implementaciones 3 y 4, los estudiantes manifiestan la necesidad de obtener alguna construcción que les permita obtener el geométricamente la ordenada del vértice.

Aquí, la técnica es ingresada al medio por el profesor, y en la segunda parte de la situación uno, los estudiantes obtienen el vértice. El protocolo de A56, muestra lo que se ha mencionado anteriormente: la identificación de los puntos seguros, el análisis de los signos, la construcción para probar la simetría y la construcción para multiplicar geométricamente las rectas en el eje de simetría. Estos resultados, obtenidos en las implementaciones 3 y 4, muestran la relevancia de esta técnica para los estudiantes, pues sus discusiones pasaban por conocer el comportamiento de la función en el eje de simetría, como garantía de la obtención de una "buena" gráfica. Así, durante la síntesis que se solicita en la AEI, un grupo de estudiantes señaló la importancia de esta construcción, y destacó que habían obtenido una especie de "calculadora gráfica" porque la misma construcción podría repetirse en cualquier punto, y que así como se multiplican rectas, se puede hacerlo con cualquier función; pues en realidad, se están multiplicando segmentos.

El resultado anterior, tuvo un impacto grande en términos de mesogénesis y de topogénesis. En las implementaciones 5 y 6 con (N=55) estudiantes, la técnica de la multiplicación geométrica en el eje de simetría ya no ingresa al medio desde el profesor. La situación se modificó, agregándose las preguntas: *¿Qué triángulos tendrías que construir para calcular la multiplicación entre f y g en el eje de simetría, utilizando como lado de uno de los triángulos, la unidad?* Para que los estudiantes pudieran responder, se les ayudó a identificar los segmentos que se multiplican en el eje de simetría, y a partir allí, la clase discutió qué construcciones se ajustaban más a la respuesta del problema.

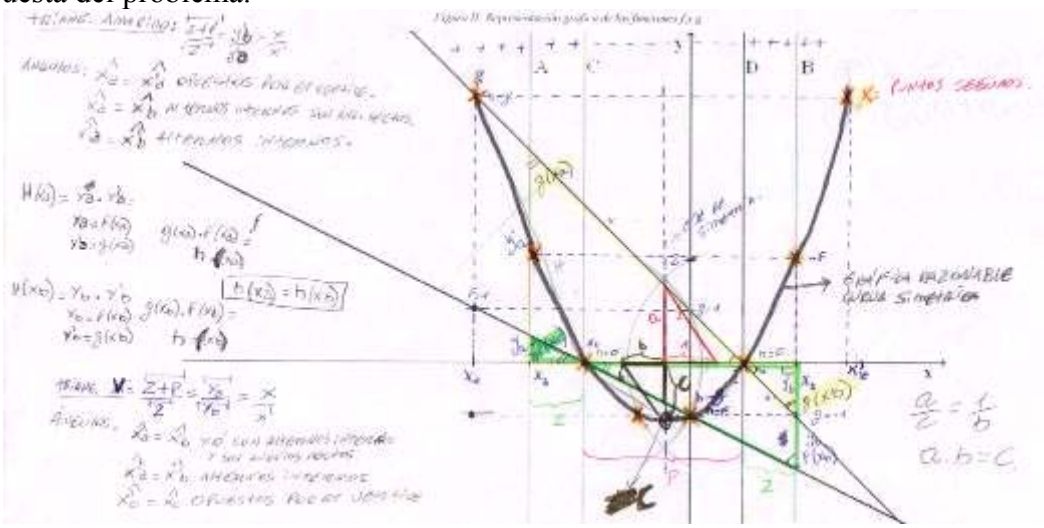


Figura 5: Imagen tomada del alumno A56, correspondiente a la implementación 3.

Retomar las construcciones posibles, permitió explicitar la técnica que permite calcular la multiplicación entre dos segmentos. A su vez, en estas dos últimas dos implementaciones los estudiantes han decidido realizar la construcción en otros puntos, aumentando aún más la cantidad de puntos seguros y su certidumbre de obtener la gráfica más razonable para *h*.

5. Algunas reflexiones finales sobre los resultados obtenidos

La AEI se ha implementado en dos cursos paralelos durante tres años consecutivos. La vastedad de datos y la experiencia acumulada permiten afirmar que es posible construir la OML de las Funciones Polinómicas de grado dos, analizando y construyendo las

diferentes características de dicha función en los distintos marcos y sistemas de representación.

- Un aspecto muy importante es la justificación del vértice y la simetría de la parábola, que en la forma tradicional de enseñanza "cae del cielo" y el papel que adquieren los puntos notables, cuando sólo se dispone de la unidad en los ejes.
- Tampoco "caen del cielo" ahora, las posibles formas de representar algebraicamente la función, pues la forma factorizada ingresa al medio como la consecuencia del planteo del producto. Es destacable el trabajo que hacen los estudiantes para mostrar que infinitas rectas con los mismos ceros pueden generar la misma parábola. Es decir, no puede reducirse la función a su expresión algebraica. La llamada forma polinomica es el resultado natural de realizar el producto.
- El hecho de que el vértice está sobre la mediatriz del segmento que une los ceros, que ha sido al principio un resultado en acto, va explicitándose progresivamente, en los distintos marcos.
- También se aborda el problema de las funciones que no pueden provenir del producto de dos rectas, porque no tienen ceros, y se amplía la OM para dar cabida a esta cuestión.
- Otro resultado de gran interés, es el análisis de signos, tarea que los estudiantes realizan en acto desde el inicio, pues necesitan hipotetizar una curva, y en este análisis, la relación entre los ceros y el cambio o no de signo. Esta cuestión es fundamental en las AEI que continúan, relativas a las funciones polinómicas y racionales.
- Es también importante que recuperando nociones geométricas, se arribe al marco funcional y analítico-funcional, los protocolos son muy elocuentes respecto a la interrogación que los estudiantes deben hacer al gráfico para pensar en la curva razonable, cuando sólo disponen de la unidad en los ejes. También es digno de ver cómo los estudiantes despliegan la notación propia del marco funcional, ante la ausencia del recurso numérico.
- La ejecución de las implementaciones no ha sido una tarea sencilla, sobre todo al principio. Un obstáculo importante para el profesor (aparte del diseño) es resistir la incertidumbre de la clase, cuando no "aparece" una posible vía de solución. Es duro vencer la tentación de "tomar la tiza" e invadir el topos del alumno. Este problema se intensifica pues la AEI plantea un retorno a la geometría, que ha sido difícil de recuperar, por su desaparición de hecho en la enseñanza secundaria.
- Vinculado a lo anterior, la cronogénesis en una enseñanza por AEI, dilata el tiempo didáctico, no permitiendo "cumplir el programa", aunque la potencialidad de los conceptos y de los instrumentos adquiridos, con sentido, permite recuperar el tiempo después y desarrollar un recorrido que recubre varios puntos del programa de 4to año y de 5to año.
- La modificación de contrato que se introduce altera fuertemente el proceso de topogénesis. Los estudiantes asumen un compromiso, si aceptan que son responsables de encontrar solución y que pueden

hacerlo! El papel del profesor está ahora más centrado en el proceso de ingeniería didáctica y por supuesto, en las mediaciones que conlleva el diseño de las situaciones y la gestión de la clase. El proceso de toma de responsabilidades del alumno es progresivo y lento; ha requerido el diseño de un conjunto de dispositivos para liberar a los alumnos del "peso" de acertar, de estar en lo correcto, que produce la enseñanza tradicional y del tipo de reforzadores positivos que la enseñanza tradicional utiliza. Un obstáculo importante a sortear es que para los estudiantes el profesor ya no explica!, lo cual para ellos es al principio, un indicador de que "no sabe". Y si el profesor no sabe, o parece no saber, hay al principio una cierta incertidumbre. Pues, la duda por períodos prologados parece no formar parte del conjunto de recursos cognitivos con que también deben contar los alumnos.

- La evolución que se ha pretendido mostrar entre las tres implementaciones, evidencia que como profesores y responsables de la gestión de la clase, hemos subestimado a los alumnos en varias ocasiones. Es razonable! Este es un teorema en acto muy utilizado en el esquema de ser profesor. Así, en la primera implementación no creíamos posible que los estudiantes acabarían por realizar la construcción geométrica por sí mismos, y en consecuencia, no generamos el espacio para que eso sucediera. Luego, cuando vimos las producciones de los estudiantes y la cantidad de inferencias y acciones que realizaban a partir de los pocos datos disponibles y de la técnica de la construcción geométrica -ingresada al medio por el profesor- decidimos modificar la situación, lo que a su vez generó una mejor adaptación de los alumnos a otras situaciones. Finalmente, en las últimas implementaciones los estudiantes han tomado un papel protagónico en ese y en otros aspectos.

Aunque nuestros resultados son alentadores, aun nos encontramos en una etapa experimental. Consideramos que con sus limitaciones, el dispositivo AEI viabiliza la instalación escolar de algunos elementos de la *pedagogía de la investigación,* siempre que se disponga de una infraestructura escolar mínima. Por otro lado, la generatividad de la cuestión planteada ha permitido la emergencia de otros dos dispositivos AEI_2 y AEI_3 que recuperando estrategias de resolución similares, permiten el encuentro con las OML relativas al estudio de las Funciones Polinómicas y de las funciones Racionales.

6. Referencias

Chevallard, Y. (2004) *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/rubrique.php3?id_rubrique=8

Douady, R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7/2, pp. 5- 32

Douady, R. (1999) *Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16)*. European Research in Mathematics Education I: Group 1. pp. 113-124

Douady, R. (2010) Communication personnel avec Maria Rita Otero.

Douady, R. (2011) Géométrie, graphiques, fonctions au college. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC). Año 6 nº1, pp 1-7. ISSN 1850 - 6666 / NIECYT. Argentina. Disponible en http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/.

Llanos, V. C., Otero, .M. R. (2010). *Ecología de las AEI, Actividad y conceptualización en el aula de matemática*. Tesis de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. En desarrollo.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2011) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas. UNSAM. Buenos Aires, Argentina. En prensa.

ENSEÑANZA DEL LÍMITE FUNCIONAL CON GEOGEBRA

María Paz Gazzola[1,2], *Ana Rosa Corica*[1,2,3], *Inés Elichiribehety*[1,2]
1. Facultad de Ciencias Exactas – UNCPBA
2. Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología
3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
mpgazzola@gmail.com, acorica@exa.unicen.edu.ar, ielichi@exa.unicen.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan resultados parciales del diseño e implementación de una secuencia de clase para la enseñanza de límite de funciones, con el empleo por primera vez por parte de los alumnos de herramientas informáticas. El estudio se desarrolló en el último año de una escuela secundaria pública. Se adopta como base teórica la Teoría Antropológica de los Didáctico (Chevallard, 1999; 2004, 2006, 2007). Se analizaron las producciones de los estudiantes y se discuten los resultados preliminares.

Palabras clave: Límite de funciones. Estudiantes. Secundaria. GeoGebra®.

1. Introducción

En este trabajo se presentan resultados parciales del diseño e implementación de una secuencia de clase para el estudio del límite funcional en el último año de la Escuela Secundaria Argentina. De acuerdo con la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999; 2004, 2006, 2007), se plantea la necesidad de introducir en los sistemas de enseñanza procesos de estudio *funcionales*, donde los saberes no constituyan *monumentos* que el profesor *enseña* a los estudiantes, sino herramientas materiales y conceptuales, útiles para estudiar y resolver situaciones problemáticas.

Entre las dificultades, se encuentra que la enseñanza tradicional de cálculo se reduce a desarrollos algebraicos. Esta situación ha sido abordada por distintos trabajos en los que se muestran desde argumentaciones teóricas hasta propuestas para mejorar la calidad del aprendizaje, las cuales incluyen tanto los conocimientos previos que necesita tener un estudiante para tener éxito en el estudio del cálculo, como la elaboración de materiales didácticos (Blázquez y Ortega, 2002; Contreras, 2001; Corica, 2010; Corica y Otero, 2009).

En este trabajo se presentan resultados parciales, de un estudio realizado con alumnos del último año de una escuela secundaria pública argentina, en el ámbito del cálculo. El objetivo fue estudiar sus producciones en el estudio del límite funcional, con la implementación de netbooks utilizando el software GeoGebra®. La utilización de este tipo de herramientas como apoyo a la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, entre otros aspectos, permite acercarse a los conceptos a través de diferentes representaciones y posibilita a los estudiantes a trabajar individualmente, comprobando sus ideas y sus resultados en la resolución de problemas.

2. Marco teórico

Desde el punto de vista de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), se parte del supuesto que el saber matemático se construye como respuesta a situaciones problemáticas surgiendo como el producto de un proceso de estudio. Aunque hacer matemática no consiste sólo en resolver problemas, se puede observar una dualidad entre tipos de problemas y el saber matemático. Bajo esta concepción del conocimiento

matemático se propone como modelo básico para su descripción la noción de praxeología matemática o simplemente organización matemática.
Las praxeologías u organización matemática (OM), surgen como respuestas a una cuestión o conjunto de cuestiones problemáticas que se denominan *cuestiones generatrices*. Las praxeologías constan de dos niveles:

- El nivel de la *praxis* o del *saber hacer*, que engloba un cierto *tipo de tareas* y cuestiones que se estudian, así como las *técnicas* para resolverlas.
- El nivel del *logos* o del *saber*, en el que se sitúan los discursos que describen, explican y justifican las técnicas que se utilizan, los que reciben el nombre de *tecnología*. Dentro del *saber* se postula un segundo nivel de descripción-explicación-justificación (esto es, el nivel *tecnología de la tecnología*) que se denomina *teoría*.

Junto a las tareas de concepción y organización de mecanismos de estudio, así como la gestión del medio ambiente (*Organizaciones Matemáticas*), se distinguen las tareas de ayuda al estudio, particularmente la dirección de estudio y enseñanza, cuyo cumplimiento es debido a la puesta en ejecución de técnicas didácticas determinadas (*Organizaciones Didácticas*).

3. Metodología

En este trabajo se utilizaron técnicas metodológicas cualitativas de corte exploratorio. Se propone desarrollar un dispositivo didáctico basado en la pedagogía de la investigación en la clase de Matemática (Ladage, Chevallard, 2010).
El curso seleccionado para la implementación se componía de N= 25 estudiantes. Antes de realizar la implementación, una de las investigadoras realizó un mes de observación no participante en el curso, con el propósito de conocer la dinámica de estudio del grupo. Esto generó realizar modificaciones en la secuencia propuesta originalmente, debido a que los estudiantes no habían utilizado nunca el software de GeoGebra y el investigador debió explicar como utilizarlo antes de comenzar con la secuencia. En los meses sucesivos se llevó a cabo la implementación y se recogieron los datos de esta primera implementación. En la siguiente sección se explicita la secuencia implementada, junto al análisis de los resultados obtenidos.

4. Resultados y discusión

Las tareas propuestas por el docente investigador para el desarrollo de las clases se corresponden con los siguientes tipos de tarea:

T_1: Definir el límite de funciones

T_2: Calcular el límite de funciones en un punto

T_3: Graficar funciones

La primera tarea que se propuso fue:

Dadas las siguientes expresiones $f(x) = x^2 + x + 1$ *y* $g(x) = \dfrac{x^3 - 1}{x - 1}$

(a) Indica el dominio para que correspondan a una función
(b) Represéntalas gráficamente e indica el procedimiento llevado a cabo

En la tarea se consolidan los tres tipos de tareas propuestos para ser estudiados en la secuencia. Por un lado, el objetivo de la tarea es estudiar funciones en determinados puntos con el propósito de introducir a los estudiantes a la definición de límite y por

otro lado, calcular dicho límite. Además, a partir del estudio de las funciones se propone representarlas gráficamente.
Si bien, lo que se propone aquí es un problema *clásico*, con el que habitualmente inician el estudio del límite funcional los libros escolares de matemática, aquí el docente propuso su resolución mediante el empleo de Netbooks, utilizando el software GeoGebra®.
El investigador propuso resolver la tarea en forma grupal. Los estudiantes no demostraron inconvenientes en analizar cual era el dominio natural de las funciones presentadas. Sin embargo, una de las problemáticas que detectó el investigador fue que ningún estudiante del curso consideraba como expresiones algebraicas a las funciones y de esta forma no procedían a realizar operaciones para establecer relaciones entre las mismas. Por lo que se propone el primer problema, que enfocará esta cuestión, y permitirá estudiar el límite de una función en un punto y así logar una diferenciación entre las expresiones dadas.
A partir de la utilización del software, se estudió el comportamiento de las funciones mediante la confección de una tabla y luego se representaron gráficamente. Esta última tarea produjo gran asombro en los estudiantes, debido a que el software permitía visualizar la misma gráfica para ambas funciones, a excepción de $g(x)$ en $x = 1$. A partir de la similitud de dichas gráficas se pudo concluir que operando para los dominios definidos en cada función, ambas se podían expresar del mismo modo. Esto permitió profundizar en la problemática que nos enfrentábamos en un principio, y poder establecer el nexo entre expresiones algebraicas y funciones. Finalizada la discusión de esta primera tarea, se institucionalizó una idea intuitiva de límite de funciones en un punto.
En la clase siguiente, se propuso realizar una síntesis de lo realizado hasta el momento. A continuación, se formuló el siguiente problema, que tuvo como objetivo definir los límites laterales.

Determinar el $\lim_{x\to 1} h(x)$ *para la función definida a trozos* $h(x)=\begin{cases} 3x+5 & si\ x\le 1 \\ -x+3 & si\ x>1 \end{cases}$

Los estudiantes aquí tuvieron que analizar la función en el punto según las ramas. En primera instancia, realizaron la representación gráfica de la función con el software. Para ello, el profesor debió indicar cómo se ingresaba la función definida a trozos en el programa.
Al momento de estudiar las gráficas, la mayoría de los estudiantes presentaban dificultades para analizar y comparar los datos que obtenían de la tabla y la gráfica que proporcionaba el programa. El investigador pudo advertir que en algunos casos los estudiantes trabajaban sólo con el gráfico o sólo con la tabla de valores, por lo que fue necesario explicitar que el análisis requería del estudio de los dos tipos de representación. De esta manera, los alumnos pudieron determinar el valor del límite conforme se acercaban a $x = 1$ por valores mayores y menores que él. Luego de una discusión de la propuesta de cada grupo, se institucionalizó los límites laterales.
A continuación, se propuso una serie de funciones para calcular el límite en un punto. El estudio también se realizó empleando la misma dinámica de estudio que en las clases anteriores. En esta instancia, el profesor advirtió mayor familiaridad de los estudiantes con las netbooks. A partir de la tarea, se pudo institucionalizar el álgebra de los límites sin mayores inconvenientes. Se destaca que si bien, el álgebra del límite de funciones puede ser demostrado, no se propuso tal actividad porque el profesor a cargo del curso

solicitó que no se expusiera a los estudiantes a dicha tarea. No obstante, a partir de la tarea propuesta los alumnos pudieron arribar a enunciar el álgebra de los límites sin que requieran ser definidos desde un principio por el investigador, alejándose de una visión monumentalista de los saberes.

En la cuarta clase, se propuso estudiar los límites laterales de diversas funciones, con el propósito de establecer la existencia o inexistencia del límite de funciones. A partir de la tarea, los estudiantes pudieron concluir que para que exista el límite de una función en un punto, los límites laterales deben existir y ser iguales.

En las dos clases siguientes, se propusieron actividades para trabajar con las técnicas utilizadas hasta el momento. Las tareas involucraron el análisis de gráficos de funciones para determinar el límite de las mismas en determinados puntos; el bosquejo de la gráfica de funciones que cumplan ciertas condiciones para los límites y el cálculo del límite funcional en un punto, empleando tanto el álgebra de funciones como herramientas informáticas.

Para finalizar el trabajo realizado en clase, como exigencia institucional se requirió que los estudiantes realicen una prueba individual y escrita. Aunque el trabajo realizado en clase se basó de manera casi exclusiva en el uso del GeoGebra®, en la evaluación, los estudiantes tuvieron total libertad para decidir qué técnica utilizar. Las tareas propuestas en la evaluación fueron las siguientes.

1. *Determinar el valor de los límites señalados, si es que existen, siendo*

$$f(x)=\begin{cases} x^2+1 & si\ \ x\le 0 \\ -x-1 & si\ \ 0<x \end{cases}$$

$$a)\lim_{x\to 0} f(x) \qquad b)\lim_{x\to 3} f(x)$$ *Indicar el procedimiento utilizado*

2. *Calcular utilizando propiedades:*

$$a)\lim_{x\to 1}\left(4+x-\frac{1}{x}\right) \qquad b)\lim_{x\to 8}(3x-2)x \qquad c)\lim_{x\to 3}\frac{x^2+6}{x-2}$$

Indicar el procedimiento indicado

Con relación a la resolución de la tarea 1 a), en general, se obtuvieron resultados favorables, pues sólo dos estudiantes no pudieron establecer la inexistencia del límite.

En una amplia mayoría, las resoluciones para la tarea 1 indican que, los estudiantes pudieron calcular correctamente el límite de la función definida a trozos en el punto donde cambiaban las ramas, calculando los límites laterales. Sin embargo, sólo un estudiante pudo calcular correctamente el límite de la función en un punto, cuyo entorno del valor estudiado estaba comprendido sólo en una rama de la función. El resto de los estudiantes calcularon los límites laterales, haciendo corresponder cada uno de ellos a una rama distinta de la función. De esta forma, obtuvieron un resultado erróneo, tal como se puede observar en el protocolo A19:

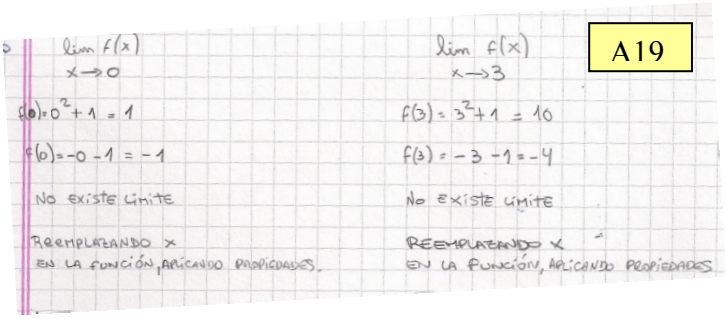


Figura 1. Resolución de la tarea 1 de A19

Esto evidencia una baja comprensión de los estudiantes acerca del estudio de límites de una función defina a trozos en algún punto donde no existe cambio de ramas. Tal vez, esta situación se revierta cuando se enfrente a los estudiantes a tareas que requieran del estudio de la continuidad de funciones. En dichas tareas, seguramente recobre sentido el estudio del límite lateral.

Del análisis de la tarea 1 y 2 se distinguen dos grupos de resoluciones: producciones en las que se emplea el GeoGebra® para justificar las resoluciones y otras en las se basan del empleo del álgebra del límite de funciones. En particular, se destaca que la mitad de los estudiantes resolvió las tareas del cálculo del límite mediante el uso del software. De este grupo, solo 4 estudiantes trascribieron la tabla de valores que produjeron con el programa, como medio para justificar sus respuestas, sin identificar correctamente un entorno para la variable x. Los estudiantes transcribían la tabla utilizando sólo valores más pequeños que x (límite lateral por izquierda) o sólo valores mayores que x (límite lateral por derecha). Por ejemplo, para la resolución de la tarea 1, para calcular $\lim_{x\to 0} f(x)$ algunos estudiantes justifican su respuesta a partir de la presentación de tablas como el protocolo siguiente de A11T1, la que sólo representa a la función para valores a derecha de $x= 0$, siendo incompleta su presentación para poder establecer la existencia del límite de la función en el punto.

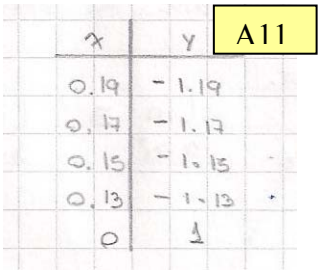


Figura 2. Resolución de la tarea 1 de A11

Se pudo advertir a través de sus producciones que sólo dos estudiantes no lograron comprender el concepto de "tendencia" o "se acerca a", pues para justificar sus producciones utilizan como resultado de límite el valor más próximo que encontraban en la tabla de valores. Por ejemplo, A20 para justificar la realización de la tarea 2. *c*) propone la siguiente tabla:

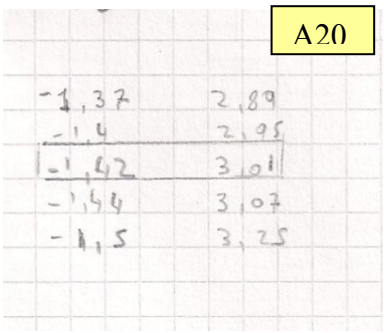


Figura 3. Resolución de la tarea 2 c) de A20

De los estudiantes que resolvieron las tareas sin emplear el software, se destaca que sólo tres estudiantes de este grupo supo aplicar adecuadamente el álgebra del límite de funciones, de lo inferimos que la utilización del Geogebra® ayudó a la interpretación del algebra de los límites.

5. Conclusiones

En esta secuencia, la implementación de tareas que requirieron del empleo del software, permitieron a los estudiantes participar en forma activa en la construcción del conocimiento, explorando diferentes ejemplos y corroborar los resultados obtenidos mediante resoluciones de lápiz y papel. A pesar de que los estudiantes cuentan con el software Geogebra® a partir de la disponibilidad de un ordenador para cada alumno en el marco del Plan conectar-igualdad, requirió de un gran esfuerzo por parte del investigador, para que se familiarizaran y aprovecharan las potencialidades de dicha herramienta. Esta dificultad se genero porque se entregaron las Netbooks simultáneamente al inicio de la secuencia.

Esto originó que los estudiantes adquieran en la clase de matemática nuevas responsabilidades que requerieron de un esfuerzo sostenido en el tiempo. El investigador tuvo que lidiar con la constante demanda de los estudiantes de no aceptar momentos de incertidumbres y ser ellos mismos los que construyan los conocimientos a institucionalizar.

Nuestras investigaciones futuras se orientan a modificar la secuencia didáctica propuesta, a la luz de los resultados obtenidos en esta primera implementación, para ser desarrollado en otros contextos áulicos y lograr una profundización en el estudio de los límites.

Bibliografía

Blázquez, S.; Ortega, T. (2002). Nueva definición de límite funcional. *UNO.* 30, 67 - 82.

Bosch M., Espinoza L., Gascón J. (2003) El profesor como director de procesos de estudio. Análisis de organizaciones didácticas espontáneas. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 23 (1), pp. 79-136

Contreras, A. (2001). *El límite en el Bachillerato y primer año de Universidad. Perspectivas desde los enfoques epistemológicos y semióticos.* Obtenido Julio 1, 2008: http://www.ugr.es/~jgodino/siidm/huesca/limitebachillerato.pdf

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques 19* (2), 221-266.

Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2006). Steps towards a new epistemology in mathematics education. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. En L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, Y F. Javier Garcia (Ed.). *Sociedad, Escuela y Matemáticas*. *Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico,* (pp. 705-746.). Universidad de Jaén.

Corica, A. (2010). *Enseñanza de Límite y Continuidad en la Universidad: Estudio de Organizaciones Matemáticas y Didácticas.* Tesis de doctorado. UNC. Argentina.

Corica, A.; Otero, M. (2009). Análisis de una praxeología matemática universitaria en torno al límite de funciones y la producción de los estudiantes en el momento de la evaluación. *Revista Latinoamérica de Investigación en Matemática Educativa*, 12(3), 305 – 331.

Ladage, C.; Chevallard, Y. (2010). *La pédagogie de l'enquête dans l'éducation au développement durable*. Disponible en: http://yves.chevallard.free.fr/.

FÍSICA

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y EL DESARROLLO DE LAS APTITUDES PARA LA CIENCIA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PROFESORES

Miranda Carlos; Feo Ronald
Universidad Pedaggicogica Experimental Libertador
Instituto Pedágogico José Manuel Siso Martínez Edo. Miranda - Venezuela
carmirandafisica@gmail.com ; feoronld@gmail.com

Resumen
La presente investigación representa una aproximación a las percepciones que poseen los profesores de Física sobre la resolución de problemas, su implementación en las actividades experimentales y las aptitudes para la ciencia. El paradigma donde se centró la investigación fue el cualitativo interpretativo, el método aplicado fue el fenomenológico y la técnica la entrevista en profundidad. La aproximación se realizó a partir de la reflexión de los autores en referencia a los aportes de los sujetos claves y su contrastación a los referentes teóricos que fundamentaron la investigación. En conclusión los trabajos experimentales deben estar orientados a la promoción de un sujeto flexible de pensamiento hacia las exigencias del contexto, valorar el trabajo individual y en equipo, la curiosidad ante lo desconocido, transferibilidad de los conocimientos, ser positivo, paciente y sobre todo que pueda percibir a la ciencia como sistémica y metódica.

Palabras clave: Resolución de problemas, Actividades Experimentales, Aptitud para la Ciencia.

1. Introducción

En los procedimientos de enseñanza que tradicionalmente emplean los profesores en los cursos de ciencias o afines, existe la propensión de la promoción de métodos y técnicas que desarrollan casi en exclusiva un pensamiento abstracto en el estudiante; además, de una visión limitada de la ciencia como una receta donde solo se sigue instrucciones para comprobar datos o fenómenos (Haudemand y Echazarreta, 2009). En contraposición, el siglo XXI demanda una renovación de los procedimientos de enseñanza de las ciencias con énfasis en la formación de un estudiante con un amplio pensamiento, flexible a las exigencias del contexto donde esa misma forma de pensar sea transferida a situaciones problemáticas propias al escenario donde se desenvuelve. Por consiguiente, emerge la propuesta de implementar acciones basadas en la resolución de problemas con énfasis en las actividades experimentales donde se simulen hechos cotidianos, que activen los procesos cognitivos, la curiosidad, la amplitud de ideas, el procesamiento de la información de manera significativa, la formación de conceptos, la concertación de ideas y el trabajo colaborativo; en consecuencia, el desarrollo de aptitudes para la ciencias.

2. La Resolución de Problemas

En la práctica docente referente a la enseñanza de la ciencia se propone a los estudiantes actividades de resolución de problemas, pero ¿Son realmente problemas los que se plantean?, interrogante que hace emerger la siguiente incógnita ¿Cómo definen los profesores un problema?; sin embargo, antes de darle respuesta a las incógnitas planteadas, el contexto que conforma alguno de los estudiosos del tema lo definen de la siguiente manera: Un problema es una situación para la cual no existen soluciones inmediatas ni evidentes, ya que una vez conocida la solución, dejan de constituir problemas (Gil y Otros, 1988). Un problema es una situación o conflicto para el que no tenemos una respuesta inmediata. Inclusive de dicha situación no conocemos la información que necesitaríamos para intentar conseguir una solución al mismo (Garret, 1995). Un problema es una situación que ubica a quien lo resuelve ante la necesidad de desplegar su actividad cognitiva en un intento de búsqueda de estrategias, de elaboración de conjeturas y toma de decisiones (Azcue y Otros 2006). Como se aprecia, la definición de problema por parte de algunos autores coinciden en: es una situación, búsquedas de estrategias, actividad cognitiva, donde no se conoce la información suficiente sobre el fenómeno; de igual forma, Garret (ob.cit.) señala que aquellas situaciones que pudieran ser resueltas dentro de un paradigma cualquiera, dejan de ser problemas y quedan designadas como rompecabezas. La definición de problema por parte de los actores claves quedó reflejada en las siguientes aseveraciones: Es buscarle respuesta a un algo a un fenómeno que se esta dando (l10, s1). Es algo que creemos que no tiene solución (l05, s2). Es una situación& como en la que se presentan varias variables (l03, s3). Es un enunciado con una incógnita que deberíamos de resolver (l08, s4). Un reto, un desafío (l04, s5).

Para esta investigación un problema es una representación mental de una situación, de la cual se carece de manera inicial las respuestas y los procesos intrínsecos y extrínsecos que éste exige para su solución; esto hace resaltar que las características esenciales de un problema se encuentran los agentes internos y las externas. Los internos se pueden describir como todas aquellas demandas que se presentan en la cognición del individuo durante el procesamiento de la información, lo cual deriva en la visión inicial de la situación problemática; por otro lado, los externos están representadas por las demandas del contexto donde el sujeto de desenvuelve. Para Lucio (2001) los agentes internos y externos representan procesos esenciales para la resolver un problema, ya que estos son activados de manera conjunta por el sujeto cuando posee un motivo para generar acciones que le permitan en un primer momento comprender el fenómeno al cual enfrenta y posteriormente diseñarlas para despejar las dificultades y obstáculos que éste simboliza. Como resultado de estas ideas, se afirma que la resolución de problemas es concebida como una serie de procesos, recursos cognitivos, emocionales y procedimentales que conducen a despejar las dificultades de manera pertinente que no permiten solucionar la situación considerada problemática. Sin embargo, para Garret (1988), Solucionar problemas es parte del proceso de pensar y este incluye todas las acciones del enfrentamiento de problemas e incluso el reconocimiento de que existe un problema (p.226). Sobre este aspecto, Sigüenza y Sáez (1990) señalan que: La resolución del problema es un proceso basado en la comprensión del área, de conocimiento del que se ha extraído el problema. Este no podrá ser resuelto mediante el recuerdo, el reconocimiento, la reproducción o la aplicación de un único algoritmo. El modelo de resolución deberá instruir al alumno de forma que sea capaz de emitir hipótesis y de diseñar estrategias o experiencias para su corroboración. La

comprobación de la solución constituirá la fase final del proceso. (p.229) Como una visión alterna a las aserciones anteriores los actores claves al describir sus concepciones sobre la resolución de problemas declaran lo siguiente: Es dar respuesta a la incógnita o hipótesis que se plantea (l12, s1). Llegar a una solución o resultado esperado (l20, s2). Tener éxito con la respuesta (l18, s3). Después de comprender el origen del problema buscar las mejores acciones que solucionaran la situación y escoger de ella la mas adecuada (l24, s4). Es aplicar métodos analíticos y procedimientos lógicos para resolver una incógnita (l21, s5). Estas percepciones de los actores claves hacen reafirmar lo que Miranda (2009) expone como la necesidad de cambios en la actividad experimental al señalar que fomentar la realización de experiencias de laboratorio desde una visión abierta, flexible, sistémica, inclusiva y reflexiva, que contribuyan de manera decisiva a incentivar el interés de los estudiantes, posibilitando con ello un aprendizaje significativo de las ciencias es un imperativo que no puede ser postergado en este milenio. Finalmente, la resolución de problemas como estrategia para que el estudiante logre aprendizajes significativos, debe irrumpir espacios pedagógicos con énfasis en la cognición y la reflexión, es por ello que se propone dar un giro al proceso de enseñanza en los laboratorios de ciencias y transformar las actividades experimentales en el espacio ideal para que los estudiantes resuelvan problemas basados en contextos reales que despierten su interés y les permitan un conocimiento desde lo conceptual, lo procedimental, lo epistemológico y lo metodológico.

3. Actividad Experimental

En el ámbito educativo la actividad experimental juega por decirlo así roles diferentes al de la investigación científica en general, dichos roles quedan distanciados al depender de lo que se quiere lograr con la práctica; así como también, el objetivo o fin de la misma. Para Seré (2002) el trabajo experimental se divide según tres objetivos a lograr: (a) Conceptual; (b) Epistemológico; y (c) Procedimental, en el caso conceptual señala que los objetivos relacionados al trabajo de laboratorio son: (a) Aprender teorías científicas desde el mundo de los fenómenos (prácticas al servicio de la teoría); (b) Usar los conocimientos teóricos en las tareas investigativas (la teoría al servicio de la práctica). Se puede enmarcar en esta clasificación las prácticas para verificar o contrastar modelos teóricos o leyes Físicas, aquellas que consisten en llevar al estudiante hacia la comprensión de una ley o principio, en estas se le proporcionan los materiales y las instrucciones necesarias. Este tipo de prácticas es el más empleada en las instituciones educativas, pero de alguna forma limitan la actividad creativa y/o de razonamiento de los estudiantes. Estos asertos anteriormente expresados se evidencian en las ideas narradas por los actores claves sobre sus percepciones sobre las formas de promoción de la resolución de problemas en la enseñanza de la ciencia, de la siguiente forma: Lo planteo de manera que el alumno pueda razonar, es decir, de manera o grado de dificultad que pueda existir en el planteamiento del problema, razón por la cual de fácil a lo difícil o de lo difícil a la fácil (l30, s1). Observación, anotaciones y conclusiones (l35, s2). Después de darle una inducción previa a los alumnos, sugiero que planteen unos problemas con las características dadas (claro, concreto y conciso) para que después ellos mismos lo resuelvan y lleguen a la solución que se desea (l45, s3). Leer el problema, extraer los datos, aplicar las formulas, sustituyo datos y resuelvo (l58, s4). Estableciendo planteamientos que incluyan análisis, interpretar, y cuando sea posible graficar, para tener una visión de la formulación y así empezar a buscar formas de solución (l55, s5).

La propia Seré (2002) señala que en el trabajo de laboratorio, lo que los profesores y estudiantes hacen es influenciado por lo que saben de la práctica de ciencia y de la actividad de científicos, esto por supuesto interviene de alguna manera en el desarrollo de la práctica, las decisiones y juicios durante el trabajo experimental. Bajo estas premisas y junto a las percepciones de los sujetos claves se afirma que las prácticas de laboratorio vistas como un problema a resolver , podrían estar estructuradas para lograr que los estudiantes partan de un situación específica, estudien su modelo teórico, se planteen preguntas de investigación, diseñen el experimentos que ellos crean da la solución a la(s) pregunta(s) planteadas, obtengan los datos los analicen y presenten sus conclusiones, recalcando que este no es un proceso que se da paso a paso, al contrario es un sistema donde sus partes están relacionadas entre si, por eso no existe orden lógico sino el que el estudiante desee, se pudiera decir, que este tipo de trabajo se enmarca en la perspectiva del enfoque constructivista. A pesar que para Seré (ob.cit.) el objetivo de este tipo de práctica es epistemológico, se puede dar también un aprendizaje conceptual, metodológico y procedimental. Esta estructura descrita y la relación entre sus partes constitutivas se pueden apreciar en la siguiente figura:

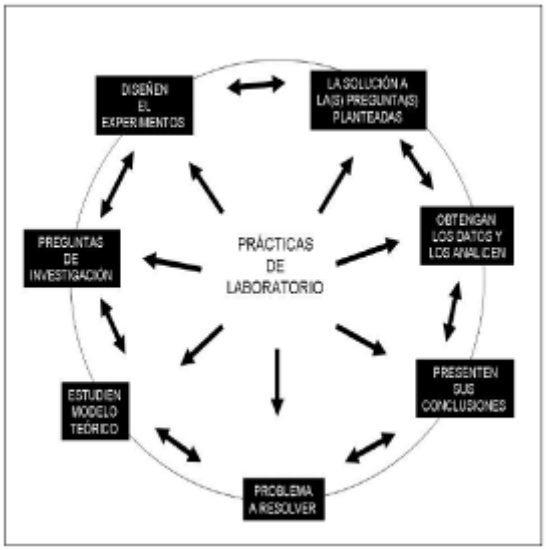


Figura 1. Estructura de Elementos para el diseño de una practica Asertiva. Los autores 2011.

Por otra parte, el trabajo experimental según Seré (2002) es procedimental, ya que el conocimiento de los procedimientos, la experiencia, y los enfoques son la llave para la autonomía de los estudiantes en el laboratorio y que si profesores y estudiantes no son conscientes de la importancia de los procedimientos, y no luchan por identificarlos en un experimento en particular, el aprendizaje que se quiere alcanzar puede frustrarse. La misma autora plantea que para solventar esta debilidades los trabajos experimentales se debe hablar de un procedimiento de medición, que involucra el uso de los instrumentos adecuados de medición y la negociación que se debe hacer entre el diseño del experimento y los instrumentos que se implementan para medir; también, señala la que los mismos instrumentos deben diseñarse bajo la consideración de la existencia de diferentes clases de análisis de datos en acuerdo con los dominios y los objetivos específicos que se planteen el los trabajos experimentales. En un trabajo experimental no se puede pretender enseñar procedimientos de manera aislada. Como ejemplo a los planteamientos anteriores, sobre el trabajo experimental se propone a continuación una

serie de aspectos a considerar en las actividades experimentales enmarcadas en la resolución de problemas en el laboratorio y orientadas a la construcción de las metas del estudiantes de una manera significativa que le permita tomar conciencia de la importancia de los trabajos científicos, así como su relación con aspectos cotidianos que demanda la sociedad: de manera específica con este tipo de actividad se pretende desarrollar en los estudiantes las aptitudes hacia la ciencia desde lo procedimental, epistemológico, metodológico y valorativo (ver gráfico 2)

ASPECTO	METAS DE APRENDIZAJE
PROCEDIMENTAL	Generar predicciones a la luz de marcos teóricos de referencia. Proponer soluciones a la luz de marcos teóricos de referencia. Formular hipótesis, así como seleccionar métodos de control o acotar las condiciones de las mismas. Diseñar experimentos donde se recolecte, procese, analice e interpreten datos. Elaborar síntesis y conclusiones. Derivar nuevas interrogantes o acciones a seguir para profundizar lo investigado.
METODOLÓGICO	Comprender los principios de funcionamiento de los instrumentos de medición. Comprender la teoría de errores (estimación y tipos de errores) de medición como herramienta fundamental para la planificación de los experimentos y el manejo de los datos. Comprender y operar con los conceptos requeridos en las etapas propias del hacer experimental. Analizar resultados experimentales.
EPISTEMOLÓGICO	Discutir acerca de los elementos vinculados al aprendizaje de la ciencia. Reflexionar sobre el aprendizaje de las ciencias como fenómeno individual y/o colectivo. Comprender el proceso de diálogo de saberes para el aprendizaje de la ciencia. Reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias. Comprender la relación teoría-experimento. Comprender que los modelos tienen rangos de validez. Comprender los procesos de producción de conocimientos de la comunidad de producción social.
VALORATIVO	Reconocer la importancia del trabajo de campo para el logro de aprendizajes significativos. Valorar el saber popular como genuino y de gran importancia para las comunidades. Valorar para el aprendizaje de la ciencia la vinculación y el conocimiento de los arreglos con sus realidades. Promover el arraigo a la zona productiva, las costumbres y la cultura del entorno donde se desenvuelve el estudiante. Valorar la importancia del trabajo en equipo para la consecución de metas. Valorar la complementariedad de los saberes de la comunidad científica y las comunidades productoras no tecnificadas.

Gráfico 2. Aspectos a considerar en las actividades experimentales. Miranda (2010). Propuesta para la enseñanza de la Física en el contexto de la Ruta del Chocolate, basada en el diálogo de saberes.

4. Desarrollo de las Aptitudes para la Ciencia

Para Lucio (2001), el desarrollo de aptitudes para la ciencia es una necesidad del siglo XXI ya que el uso tradicional de métodos y técnicas para su enseñanza ha llegado al final, estas aseveraciones son representadas en los altos índices de aplazados en los cursos con características científicas, la escasez de profesores en el área, la desmotivación que presentan los estudiantes hacia el estudio y comprensión de la ciencia. Hoy día las exigencias que imperan a nivel mundial hacen énfasis en estudiantes reflexivos, críticos y sobre todo capaces de transferir lo aprendido a contextos que lo demanden. Sin embargo, estas exigencias que impactan sobre la enseñanza de la ciencia y posterior aprendizaje de la misma por parte del estudiantado al parecer aún hoy día, a una década del siglo XXI se encuentran distantes de lograrlas, ya que aún prevalecen los métodos y técnicas de la enseñanza tradicional de la ciencia, así como las percepción de la verificación sobre la construcción y discusión de saberes. Esta idea es respaldada sobre la base de las opiniones de los sujetos claves sobre las estrategias que emplean en los trabajos experimentales, las mismas se evidencias de la siguiente manera: Generalmente planteo los datos, luego formulas y la operación como conclusiones (l70, s1). Postular el problema, extraer los datos interpretando la incógnita, discutir su interpretación, sustituir los datos y variables, hacer las operaciones y discutir los resultados (l85, s2). Si no lee bien el problema no lo puede entender, hay que hacer hincapié en su lectura (l68, s3).

Leer e interpretar, buscar incógnitas, antecedentes, posibles preguntas para la solución, aplicar (l98, s4). Practicas que necesiten del análisis, lecturas y visualización (l84, s5).

En contrariedad a las percepciones anteriores, los sujetos claves poseen una clara visión sobre las actitudes que un estudiante debe desarrollar y así alcanzar un pensamiento flexible hacia las exigencias del contexto, valorar el trabajo individual y en equipo, la curiosidad ante lo desconocido, transferibilidad de los conocimientos, ser positivo, paciente y sobre todo que pueda percibir a la ciencia como sistémica y metódica, las percepciones de los participantes así lo reafirman: El alumno debe estar abierto para conseguir los conocimientos y trabajar de manera individual o en equipo a fin de buscar respuestas. La curiosidad y la crítica (l98, s4). Disposición para aceptar nuevas realidades y propuestas, derribando teorías preconcebidas y supuestas ciertas por la generalidad. Empeño en la búsqueda de la mayor cantidad de soluciones (l98, s4). Primero que nada ser un alumno interesado, persuasivo, activo, participativo, pero sobre todo muy curioso, que le guste ir más allá de lo que ve, que busque siempre el por qué de las cosas (l98, s4). Los alumnos deben saber la utilización en la vida cotidiana de teorías físicas, matemáticas y de ciencias. Debe ser mas aplicado y creativo (l98, s4). Ser positivo, saber que la ciencia es sistemática y metódica (l98, s4).
En consecuencia, se plantea la organización del ambiente de aprendizaje para la resolución de problemas como actividad experimental y de esta manera potenciar habilidades y desarrollar aptitudes que actualicen la enseñanza de la ciencia a las exigencias del milenio, la propuesta está constituida cinco momentos de manera holística y flexible para su fácil implementación, de la manera siguiente: **Primer Momento:** se plantea la situación - problema a abordar y el docente hace preguntas para activar las ideas y el debate y así despertar el interés de los estudiantes. Una vez expuestas sus ideas y debatidas en colectivo se deriva de ello la necesidad de revisar el cuerpo teórico de la disciplina para encontrar explicaciones (modelos teóricos). **Segundo Momento:** se orienta a los estudiantes para que investiguen los modelos teóricos que están involucrados en la situación-problema planteada, para discutirlo en plenaria. En esta actividad se identifican los conceptos claves, las relaciones (modelos) y las hipótesis derivadas de ellos, con sus condiciones teóricas. **Tercer momento:** consiente que los estudiantes diseñen la experiencia para dar respuesta a la situación - problema planteada, tomen datos, los analicen e interpreten a la luz de los modelos teóricos y las hipótesis planteadas, sugerir ajustes o pasar a concluir el trabajo. **Cuarto momento:** se solicita a los estudiantes que incorporen los ajustes propuestos o que retomen el modelo explicativo de la situación - problema original para dar sus conclusiones. **Quinto momento:** los estudiantes presentarán al colectivo el reporte de la toda la actividad realizada, haciendo una reflexión del proceso del trabajo de laboratorio. Todo el proceso debe ser evaluado en forma continua e integral.

5. Conclusiones

No cabe duda que hay que darle un giro al proceso de enseñanza en el laboratorio que se lleva a cabo en nuestras instituciones escolares, la actividad experimental realizada por los docentes muestra deficiencias en el ámbito pedagógico y didáctico, puesto que, muchos de los docentes en ejercicio aplican el método tradicional de enseñanza con los laboratorios tipo receta.
Se hace necesario fomentar la realización de experiencias de laboratorio, que contribuyan de manera decisiva a incentivar el interés de los estudiantes, posibilitando con ello un aprendizaje significativo de la física. Además, la estrategia didáctica propuesta permite mejorar el proceso enseñanza aprendizaje, ya que, en ella lo importante no es sólo los contenidos teóricos, sino que toma muy en cuenta lo

procedimental, lo metodológico y lo epistemológico, cosa que no se puede promover con el laboratorio tradicional tipo receta.
Esta propuesta didáctica puede servir de prototipo para los docentes de todas las áreas científicas, ya que, se puede adaptar a diferentes fenómenos que se quieran estudiar.
Con la estrategia didáctica propuesta, se alcanzan múltiples objetivos, y los estudiantes adquieren conocimientos y destrezas, que no conseguirían con ninguna otra actividad. El laboratorio de física entonces se convierte en un escenario ideal para que nuestros estudiantes se apropien del conocimiento del quehacer experimental y para promover la construcción de una visión acerca del hacer científico más cónsono con lo aceptado hoy en día.

6. Referencias

Azcue, M.; Diez, M.; Lucanera, V.; Scandroli, N. (2006). Resolución de un problema complejo utilizando un elemento de naturaleza heurística. *Revista Iberoamericana de Educación.* [Revista en línea] 37 (6). Disponible: http://www.rieoei.org/experiencias111.htm [Consulta: 2011, febrero 05]
Garret, R. (1988), Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6(3), p. 224-230.
Garret, R. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*. 5, p. 6- 15.
Gil, D.; Martínez, J.; Senent, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), p. 131-146.
Haudemand, R y D. Echazarreta (2009). Adecuación de planes de estudio y su relación con el rendimiento académico. *Memorias del Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física.*
Lucio, R. (2001). La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales, una propuesta de formación del profesorado. *Tesis de doctorado no publicada*, Universidad de Autónoma de Barcelona, Barcelona España.
Miranda, C. (2009). Propuesta didáctica para el laboratorio basada en la resolución de problemas reales. *Trabajo de ascenso no publicado*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez, Caracas.
Miranda, C. (2010). Propuesta para la enseñanza de la Física en el contexto de la Ruta del Chocolate, basada en el diálogo de saberes. T*rabajo de Grado de Maestría no publicado.* Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.
Sigüenza, A. y Sáez, M. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias,* 8 (3), p. 223-230

EL FENÓMENO DE LA FORMACIÓN Y PERCEPCIÓN DE LAS IMÁGENES. PROBLEMAS ASOCIADOS A SU APRENDIZAJE

Bettina Bravo[1]*; Marta Pesa*[2] *; Adriana Rocha*[3]
[1]CONICET - Facultad de Ingeniería, UNCPBA.
[2] Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. UNT.
[3]Facultad de Ingeniería. UNCPBA
bbravo@fio.unicen.edu.ar

Resumen
En este trabajo se indaga el conocimiento que presentan alumnos de distinta formación académica acerca del fenómeno de formación y visión de imágenes ópticas, y se lo caracteriza en término de los principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales subyacentes y modos de razonamientos asociados. Se trabaja con 54 alumnos de primer año de Educación Secundaria y 50 alumnos del último año de este nivel educativo. Se implementa un estudio de caso con un diseño pretest – Educación Secundaria - postest para grupos diferentes. A partir del análisis de las respuestas dadas por los alumnos a un cuestionario de problemas hallamos que, independientemente de la diferencia en su formación, tienden a explicar los fenómenos en términos de un saber intuitivo. Se deja en evidencia un problema respecto del aprendizaje de estas temáticas y se presenta la necesidad replantear su enseñanza en Educación Secundaria.

Palabras clave: visión, imagen óptica, concepciones intuitivas, ciencias.

1. Introducción

La descripción e interpretación del conocimiento común de los fenómenos luminosos suele estar muy alejada de la interpretación científica (Viennot; 2002; Galili y Hazan; 2000). En tal sentido, desde la ciencia se concibe que para ver directamente un objeto, la luz reflejada por él debe incidir en el ojo del observador y, a partir de procesos físicos químicos, biológicos y físicos (como la refracción en el sistema córnea - cristalino y la formación de una imagen retiniana) estimular selectivamente las células fotosensibles. Dicha estimulación implica el desencadenamiento de complejas reacciones químicas que conducen a la emisión de estímulos nerviosos. Los pulsos eléctricos llegan al cerebro donde mediante un procesamiento neurocognitivo de esa información se genera la representación de lo que vemos (Gregory, 1990). En relación a la formación y visión de las imágenes por refracción (temática científica que nos ocupa aquí), desde la ciencia se explica que la luz proveniente de cada punto del objeto se desvía por refracción (en cuerpos transparentes) de tal forma que convergen hacia o parecen divergir desde un punto llamado punto imagen (Serar Zemanski y otros 2005). Si la luz que estimula el sistema visual del observador proviene directamente del objeto se verá dicho objeto pero si ingresa al sistema visual luego de ser direccionada por refracción se verá su imagen.

Desde el saber intuitivo, en cambio, se percibe al proceso de visión como un proceso espontáneo y se explica que para ver un objeto es suficiente con que el sistema visual funcione correctamente, que la luz lo ilumine y mirar hacia él. Se desconocen así, los procesos que ocurren entre los elementos involucrados, como son por ejemplo la reflexión difusa de la luz en los objetos y la estimulación del sistema visual por parte de esa luz reflejada (Bravo, Pesa y Pozo, 2010). En relación a la formación de imágenes

por refracción, desde el saber intuitivo se suele asumir que las lentes, por sus características, pueden crear o proyectar la imagen del objeto cambiando su tamaño y/u orientación. Subyace a estas ideas una concepción holística de cómo se propaga la imagen (Pesa, 1997) y un modelo implícito de "imágenes viajeras" (Salinas y Sandoval, 2000) a partir de la cual éstas son concebidas como figuras completas emitidas por los objetos luminosos (con iguales propiedades que el objeto que las emitió) capaces de propagarse por el espacio y pegarse en una pantalla cuando la encuentra (García y Martínez Torregrosa, 2005). En tanto se concibe que para poder ver este tipo de imágenes es indispensable que exista una pantalla donde se proyecten y es suficiente con mirar hacia dicha pantalla para ver la imagen. Estas ideas revelan una falta de compresión del rol de la lente en la formación de la imagen, una concepción activa de la pantalla de observación (en tanto su posición fija la ubicación de la imagen) y una concepción pasiva del ojo del observador (Pesa, Cudmani y Bravo, 1993).

Diversos autores han dejado en evidencia que aún luego de la enseñanza formal, alumnos de distintos niveles educativos tienden a usar estas ideas intuitivas para explicar fenómenos asociados con la visión y formación de imágenes ópticas (Bravo, Pesa y Pozo, 2010; Galili Hazan, 2000; García y Martínez Torregrosa, 2005; Gil Llinás Badajoz, 2003; Pesa, 1997).

Ante esta situación, es indispensable preguntarnos: ¿por qué los alumnos tienen dificultades para construir modelos coherentes con los científicos?; ¿por qué prevalecen frecuentemente sus ideas intuitivas luego de la enseñanza?; ¿cuáles son las características de dichas ideas?

Existen varias y diferentes perspectivas teóricas sobre las cuales se intenta interpretar el origen, la naturaleza y las características del saber intuitivo. La que adoptamos aquí implica concebir a este conocimiento y al científico como dos modos de conocer, dos maneras sustancialmente distintas de "ver" e interpretar el mundo, que presentan características implícitas diferentes. Estas diferencias estarían relacionadas no sólo con el modelo explicativo, la idea o la concepción usada en uno u otro contexto, sino también con los principios ontológicos, conceptuales y epistemológicos que caracterizan a estas maneras de conocer (Chi, 2002; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Vosneadou 1994). Serían justamente estos principios (que se presentan y describen en la figura 1) los que guían de forma implícita la manera en que se interpretan y conciben en cada contexto los distintos fenómenos, como así también los modos de razonar que se activan al momento de elaborar una explicación (Salinas y Sandoval, 1996; Viennot, 2002).

En este trabajo se utilizan los modelos explicativos que se derivan del marco teórico sintéticamente presentado (para una revisión más exhaustiva ver por ejemplo Bravo, 2008) al objeto de analizar el modo de conocer que comparten alumnos de Educación Secundaria en relación con la formación y visión de una imagen óptica. Intentamos de este modo ir más allá de la mera identificación y descripción de las ideas que comparten los estudiantes, para llegar a inferir sus características más implícitas, a fin de poder comenzar a dar respuestas a las preguntas antes planteadas. A su vez, y dado que se estudian comparativamente las concepciones de los alumnos que ingresan y egresan a la Educación Secundaria, se espera poder concluir acerca de cómo influye la enseñanza tradicional de la ciencia sobre el saber inicial de los alumnos, y cuál es la situación real sobre la que se debería incidir a fin de favorecer el aprendizaje de los modelos que ésta propone.

	SABER INTUITIVO	SABER DE LA CIENCIA
Principio Ontológico	Estado: Interpretación del mundo en estados de la materia desconectados entre sí.	Sistema: Los fenómenos se interpretan en función de relaciones complejas que forman parte de un sistema.
Principio Epistemológico	Realismo ingenuo: La realidad es tal como la vemos, lo que no se percibe no se concibe.	Constructivismo: Se concibe que la ciencia conformada por modelos alternativos permiten interpretar la realidad pero no son la realidad misma.
Principio Conceptual	Hecho o dato: Los fenómenos y hechos se describen en función de propiedades y cambios observables.	Interacción: Las propiedades de los cuerpos y los fenómenos se interpretan como un sistema de relaciones de interacción.
Modos de razonar	Monoconceptual: se supone que los fenómenos dependen de una sola variable.	Pluriconceptual.
	No sistémico: no se consideran efectos mutuos entre elementos involucrados. Reduccionista: se atiende más a las propiedades que a las funciones de los elementos involucrados en el fenómeno.	Sistémico. No reduccionista.

Figura 1: Principios y modos de razonar subyacentes al conocimiento intuitivo y al científico.

2. Objetivos

- Caracterizar el conocimiento acerca de la formación y visión de imágenes reales, de alumnos de 11 -12 años de edad (que inician la Educación Secundaria) y alumnos de 17 – 18 años (que finalizan la Educación Secundaria). Dicha caracterización implica estudiar si los sujetos reconocen las variables (luz–objeto – lente - sistema visual) e interacciones fundamentales (iluminación, reflexión difusa, refracción, visión) a las que se debe atender al momento de elaborar una explicación científica respecto de los fenómenos analizados.
- Interpretar el conocimiento de los sujetos en función de los principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales que subyacen a cada manera de conocer y los modos de razonamientos asociados.

3. Participantes

Se trabaja con 54 alumnos de primer año de la Educación Secundaria y 50 del último año de este nivel educativo, pertenecientes a un establecimiento de gestión pública de la ciudad de Olavarría (Buenos Aires - Argentina). Se eligió trabajar con este establecimiento porque la selección de los alumnos ingresantes es por sorteo y de más de 150 aspirantes ingresan sólo 60. Este hecho nos permite trabajar sobre un grupo cuyas historias educativas anteriores resultan heterogéneas y así poder cubrir un mayor abanico de formaciones académicas iniciales. La representatividad de la muestra elegida también se daría en los alumnos egresantes ya que este colegio tiene la particularidad de contar en su oferta académica con todas las especialidades prescriptas para la Educación Secundaria y los alumnos que conviven en el aula del último año, han transitado por distinta formación académica.

4. Tareas y procedimientos

Con el objetivo de arribar a datos concretos que permitan concluir acerca de qué concepciones utilizan los alumnos para explicar la formación y visión de una imagen se utilizan cuestionarios de problemas diseñados en esta investigación. Todos ellos fueron validados por expertos (de las UNT y UNCPBA) que controlaron cada una de las cuestiones involucradas. En los mismos se incluyeron situaciones problemáticas en los que se les cuestiona a los alumnos acerca de cómo y por qué se forma y percibe una

imagen y se les solicita que elaboren la explicación más completa posibles haciendo uso de las ideas que tienen al respecto (ver ejemplo en el anexo)

5. Diseño del estudio

Se implementa un estudio de caso con diseño pretest – Educación Secundaria - postest para grupos diferentes. Se analiza comparativamente las respuestas que los alumnos dieron antes y después de transitar por la Educación Secundaria en relación a la formación y visión de una imagen real formada por refracción. Se optó por una metodología descriptiva que permita detallar qué ideas usan para explicar el fenómeno analizado y qué influencia presenta la formación académica sobre el tipo de idea utilizada.

Para poder evaluar las ideas de los estudiantes se llevó a cabo un análisis minucioso de las respuestas que cada uno dio a las actividades propuestas. El mismo implicó detectar qué variables (luz, objetos: iluminados o luminosos, lentes, sistema visual) e interacciones (luz – objeto: reflexión difusa; luz – lente: refracción; luz – sistema visual: visión) involucraron explícitamente en cada una de las explicaciones elaboradas.

6. Resultados

Al analizar las respuestas que dieron los alumnos que *ingresan* a la Educación Secundaria sobre el fenómeno de formación de una imagen real formada ante un sistema vela – lente – pantalla hallamos que:

- ✓ el 37% de los alumnos reconocen a la lente como elemento indispensable y suficiente para que se genere y visualice una imagen real. Según sus respuestas la lente tendría la función de formar y/o proyectar la imagen emitida por el objeto (cambiando su tamaño y/u orientación original),
- ✓ el 37% de los alumnos reconocen a la lente y a los objeto como elementos indispensables y explican que la imagen se forma por la interacción entre la luz emitida por los objetos y la lente. Pero no logran explicar dicha interacción en términos coherentes con lo de la ciencia y recurren entonces a ideas intuitivas o de sentido común (expresando, por ejemplo, que la lente "modifica" la luz que incide en ella).

En relación a la función de la pantalla en la formación de la imagen hallamos que:

- ✓ el 30% considera que la pantalla es indispensable para que se forme la imagen,
- ✓ el 15% considera que si se desplaza la pantalla alejándola de la lente la imagen se seguirá formando sobre ella (cambiando su tamaño y/o nitidez).

Respecto de la función de la pantalla en el proceso de visión de la imagen real, el 60% considera que para verla ésta debe proyectarse (llegar, reflejarse) en la pantalla. Y si bien no tienden a explicar cómo un observador ve (pese a que en el cuestionario se los cuestionó explícitamente sobre este fenómeno) de sus dibujos se puede deducir que conciben que simplemente la ve porque, con sus ojos, mira hacia la pantalla.

Al analizar las respuestas que los alumnos que *egresan* a la Educación Secundaria dieron sobre el fenómeno de formación de una imagen real formada ante un sistema vela – lente – pantalla hallamos que:

- ✓ el 39 % de los alumnos reconocen a la lente como elemento indispensable y suficiente para que se genere y visualice una imagen real. La lente tendría la función de crear y/o proyectar (copiar, transmitir, reflejar) la imagen emitida por el objeto (cambiando su tamaño y/u orientación),

- ✓ el 43% de los alumnos considera que sin lente no se observará ni proyectará la imagen en la pantalla y otro 43% considera que sí pero que la imagen tendrá igual orientación y tamaño que el objeto,
- ✓ el 19% de los alumnos reconocen a la lente y a los objeto como elementos indispensables y explican que la lente transmite la luz emitida por el objeto formándose así la imagen. Reconocerían entonces la interacción luz – lente pero no la logran explicar en términos coherentes con los de la ciencia,
- ✓ el 4% concibe que la imagen se forma porque la lente cambia la dirección de la propagación de la luz emitida por el objeto,

En relación a la función de la pantalla en la formación de la imagen hallamos que:

- ✓ el 58% considera que la pantalla es indispensable para que se forme la imagen,
- ✓ el 77% considera que si se desplaza la pantalla alejándola de la lente la imagen se seguirá formando sobre ella pero cambiando su tamaño (aumentado o disminuyendo).

Respecto de la función de la pantalla en el proceso de visión de la imagen real:

- ✓ el 81% considera que para verla ésta debe proyectarse (reflejarse) en la pantalla para hacerse visible a los ojos del observador,
- ✓ el 19% explica que para verla el observador, con sus ojos, debe mirar hacia la pantalla,
- ✓ el 4% explica que la luz reflejada por la pantalla debe llegar al ojo del observador para que éste vea la imagen.

El resto de los alumnos no contestan a las problemáticas propuestas o lo hacen de forma incoherente y/o inconsistente impidiendo inferir la concepción subyacente.

7. Resultados

Los resultados obtenidos nos permiten observar que tanto los alumnos que ingresan a la Educación Secundaria como lo que están próximo a egresar, tienden a explicar los fenómeno de formación y visión de una imagen óptica a partir de ideas más coherentes con un saber intuitivo que con el científico. Así, en relación al fenómeno de formación de una imagen real suelen explicar que la lente cumple un rol primordial, asumiéndose que crea una imagen o invierte la imagen emitida por el objeto. A esta idea, y a la que implica asumir que si se cambia el lugar de la pantalla la imagen se seguirá formando sobre ella, subyacería un modelo de "imagen viajera" concebido como un "ente" que es emitido por el objeto (contendiendo "impresas" sus características), modificado por la lente (que cambia su tamaño u orientación) y proyectado por la pantalla (que permite que se vea y eventualmente se forme). Cuando asumen que la luz emitida por el objeto cumple un rol primordial en el proceso de formación de la imagen, acuden a ideas intuitivas para explicar la interacción que ocurre cuando ella incide en la lente. En cuanto a la pantalla le otorgan un rol activo en el proceso de formación y visión de la imagen. Y respecto de este último fenómeno explican que la imagen se ve porque el observador mira hacia la pantalla.

Estos resultados nos permiten concluir que los alumnos tienden a explicar la formación y visión de una imagen óptica en términos de ideas intuitivas o modelos híbridos incorrectos e incompletos en términos de la ciencia. A la luz del marco teórico que orienta y guía nuestras interpretaciones (y en función de los principios descritos en la figura 1) se puede caracterizar este modo de conocer por principios ontológico de estado (ya que se concibe que la lente crea la imagen – la pantalla la proyecta – para ver la imagen basta con mirar hacia la pantalla); conceptual de hecho o dato (ya que se explica

que si se coloca una lente frente al objeto luminoso "aparece" una imagen – si miramos vemos) o causalidad lineal (el objeto emite luz – la lente la transforma – la pantalla "la visualiza" – el observador con sus ojos ve) y epistemológico de realismo ingenuo (en tanto se concibe que las cosas son o suceden tal como lo registran nuestros sentidos). En tanto el razonamiento asociado a este modo de conocer intuitivo resulta ser reduccionista, monoconceptual y no sistémico (ya que se considera que la lente y la pantalla son necesarias para que se forme la imagen y los ojos son suficientes para verla sin considerarse procesos, interacciones ni relaciones entre las variables involucradas).
Respecto a la diferencia en la formación académica observamos que los cinco años de educación formal tradicional que tiene un grupo por sobre el otro parecerían no haber favorecido la reconstrucción de los conceptos centrales intuitivos (resultados análogos hallamos en Bravo, Pesa y Pozo, 2010). Tanto los alumnos que ingresan como los que egresan de la Educación Secundaria hicieron uso de ideas y modelos explicativos análogos (y no coherentes con los prepuestos por la ciencia).
Ante esta situación vale preguntarse entonces: *¿qué cambios podemos promover los profesores en la enseñanza para favorecer en nuestros estudiantes nuevas formas de percepción y explicación de los fenómenos ópticos, más cercanos a los modos de conocer científicos?, ¿qué estrategias de enseñanza favorecerían más eficazmente este aprendizaje?*
Atendiendo a los resultados obtenidos aquí y en trabajos previos y al marco teórico de referencia, diseñamos una propuesta de enseñanza tendiente a favorecer en los alumnos un cambio ontológico, epistemológico y conceptual. Las características conceptuales y metodológicas de dicha propuesta la fueron presentadas en Bravo, Pesa y Rocha (2010). El análisis de la potencialidad de la propuesta para favorecer el aprendizaje del saber de la ciencia será motivo de un próximo trabajo.

8. Referencias

- Bravo, B (2008) La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Bravo, B., Pesa, M. y Rocha, A (2010). La visión y los fenómenos ópticos. Una propuesta para su enseñanza. *Revista novedades educativas* (237) 32-39.
- Bravo, B., Pesa, M. y Pozo, JI (2010). Los modelos de Ciencia para explicar la visión y el color: las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*. 28 (1) (113- 126)
- Chi, M.T.H. (2002) Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. En: Limón, M. y Mason, L (eds) *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice.* Londres: Kluwer academic publishers.
- Galili I., Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1) 57 - 88.
- García O., Martínez – Torregrosa, J. (2005) La enseñanza de la luz y la visión con una estructura problematizada: propuesta de secuencia y puesta a prueba de su validez. *Enseñanza de las ciencias.* Número extra. VII Congreso.
- Gil Llinás Badajoz, J (2003). Preconcepciones y errores conceptuales en Óptica. Propuesta y validación de un modelo de enseñanza basado en la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein. *Memoria Tesis Doctoral*. Disponible en: dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_tesis?codigo=293&orden=0.

- Gregory R. L.(1990) *Eye and Brain. The psychology of Seeing*. London: Weidenfeld and Necolson PRSA.
- Pesa, M. (1997). Concepciones y preconcepciones referidas a la formación de imágenes. *Tesis doctoral*. Universidad Nacional de Tucumán.
- Pesa, M ; Cudmani L. y Bravo, S. (1993). Formas de razonamientos asociadas a los sistemas preconceptuales sobre naturaleza y propagación de la luz. *Caderno Catarinense de Ensino de Física,* 12 (1), 17-31.
- Pozo J.I. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ed. Morata SL.
- Salinas J. y Sandoval, J. (1996). Explicación de colores resultantes: modos de razonar subyacentes. *Revista Enseñanza de Física*. 10 (2) 32 – 34.
- Salinas J. y Sandoval, J. (2000) Enseñanza Experimental de la Óptica Geométrica: Campos de Visión de Lentes y Espejos Revista Brasileira de Ensino de Física. 22 (2) 259-265
- Sears, F.W.; Zemansky, M.W.; Young, H.; Freedman, R.; Lewins Ford, A. (2005) *Física Universitaria con Física Moderna. Volumen 2.* Undécima edición. México: Person Educación.
- Viennot, L. (2002). *Razonar en física. La contribución del sentido común.* Madrid: A. Machado libros, SA.
- Vosniadou, S (1994) Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*. (4) 45-69

9. Anexo: Ejemplo de problemática propuesta en el cuestionario

Un alumno ha realizado un experimento que consiste en colocar una lente (como la de una lupa) entre una vela y una pantalla. Como resultado de la experiencia observa en la pantalla la imagen invertida de la vela.

a) Explica cómo y por qué crees que se forma esa imagen.

b) Explica qué crees que ocurriría con la imagen de la vela si: el alumno aleja la pantalla de la vela; si la quita la pantalla; si quita la lente. Representa tu repuesta con un dibujo.

c) Explica cómo y por qué el alumno ve la imagen proyectada en la pantalla.

UMA DISCUSSÃO COM ALUNOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA SOBRE ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA FÍSICA QUÂNTICA NA ESCOLA MÉDIA

Leandro Londero da Silva
Universidade Federal de Alfenas – MG/Brasil
llondero@bol.com.br

Resumen
Certamente não é trivial ensinar Física Quântica. Em geral, professores dos cursos de física privilegiam uma abordagem formalista. Perante isso, os conteúdos de Física Quântica são considerados pelos estudantes como de difícil compreensão. Se pensarmos no ensino para alunos da escola média, é fundamental uma abordagem diferente daquela utilizada nos cursos de física. Assim, apresenta-se uma discussão com alunos de licenciatura em física sobre estratégias para o ensino da Física Quântica na escola média. Atenção especial é dada a História e Filosofia da Ciência, leitura de textos de divulgação científica, tiras em quadrinho, simulações computacionais e mapas conceituais. Enquanto alguns alunos internalizam a possibilidade de inserção deste tópico por meio destas estratégias, outros em menor número resistem a tal inserção. Talvez tais alunos não se considerem preparados conceitualmente e pedagogicamente para ensinar esta teoria. Isso leva a uma reflexão sobre o ensino de Física Quântica nos cursos de formação de professores.

Palabras clave: Física Quântica, Estratégias de Ensino, Formação de Professores.

1. Introducción

Há algumas décadas observa-se em muitos países a tentativa de inserir nos currículos escolares da escola média conteúdos que comumente chamamos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Entre as justificativas para a inserção encontra-se: a) despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima dos estudantes (OSTERMANN *et al*., 1998) e; b) estabelecer o contato dos alunos com as idéias revolucionárias que mudaram totalmente a Ciência do século XX, pois para os alunos a Física é um conjunto de conhecimentos que se acabou antes do início do século XX (OSTERMANN *et al*., 1998).

Pode-se dizer que a FMC está assentada sobre alguns pilares, são eles: a Teoria Quântica proposta por Max Planck em 1900, que depois serviu de estudos para Einstein formular as teorias sobre o Efeito Fotoelétrico; a Teoria da Relatividade proposta por Albert Einstein em 1905 e o Princípio da Incerteza proposto por Werner Heisenberg em 1927 e mais tarde, em 1935, tendo mais força com Erwin Schrödinger.

Em parceria com a Relatividade, a Mecânica Quântica é a grande estrela do século XX. Base de sustentação da física nuclear, atômica, molecular e do estado sólido, da física das partículas elementares e da luz, seus impactos práticos atingem hoje as mais variadas aplicações, beneficiando até campos de praticidade imediata como as Ciências da Saúde e as Engenharias. Mais ainda, os desenvolvimentos recentes na miniaturização eletrônica e na nanotecnologia têm introduzido, até no mundo dos negócios, dispositivos que somente podem ser apreciados a partir dos princípios da Mecânica Quântica (ZOLLMAN, 1999, apud GRECA *et al*., 2001).

Concorda-se com Greca *et al*. (2001) quando afirmam que certamente, ensinar Mecânica Quântica não é uma tarefa fácil. Seus princípios fogem da visão clássica de mundo que possuímos, fazendo que a maioria deles levem a consequências que resultam "antiintuitivas". Assim, as implicações resultantes de conceitos como os de superposição de estados, princípio de incerteza, dualidade onda-partícula, distribuição de probabilidades e não localidade continuam até hoje provocando acalorados debates, sendo alvo de críticas até mesmo daqueles que contribuíram a moldá-la (GRECA *et al*., 2001).

Além disso, a metodologia tradicional e os métodos usuais de ensino desse tópico das disciplinas para os cursos de Física privilegiam a abordagem excessivamente formalista, ou seja, os estudantes recebem as informações na forma de equações, sem vínculo com os fenômenos a que se referem. Em decorrência disso, os conteúdos de Mecânica Quântica são considerados pela maioria dos estudantes como de difícil compreensão.

Os aspectos acima mencionados conduzem ao desenvolvimento de atividades didáticas que potencializem o ensino e a aprendizagem da Mecânica Quântica. Assim, a compreensão dos estudantes sobre conceitos de Mecânica Quântica, o aprimoramento do seu ensino em nível universitário e sua incorporação no ensino médio têm se convertido em temas atuais na pesquisa em Ensino de Física (GRECA *et al*., 2001). É dentro desse último tema que este trabalho se insere.

2. Objetivo, Questão de Estudo e Desenvolvimento

Professores de física em atividade docente, ou futuros professores, podem não ter claro exemplos de estratégias e recursos de ensino a serem utilizados quando do ensino da Física Quântica. Perante isso, este trabalho relata uma pesquisa desenvolvida junto a alunos de um curso de licenciatura em física.

Objetivou-se conhecer e discutir com os estudantes as possíveis estratégias, por eles mencionadas, para o ensino da Física Quântica. Em especial, estudamos as diferentes maneiras que foram apresentadas por licenciandos para o ensino desse tópico curricular.

Assim, procuramos responder as seguintes questões: ***Quais estratégias didáticas são mencionados por estudantes de física em formação inicial para o ensino da Física Quântica para alunos do Ensino Médio?***

Para o desenvolvimento desse estudo, utilizou-se como espaço as ações realizadas na disciplina "Laboratório de Ensino de Física I", cursada por 16 alunos. Ela é parte do currículo da Licenciatura em Física da Universidade Federal de Alfenas/Minas Gerais/Brasil.

No primeiro dia de aula da disciplina, o docente responsável, autor deste trabalho, após se apresentar e solicitar que cada aluno também se apresentasse, aplicou um questionário com o objetivo de obter algumas informações sobre os estudantes e sobre como interpretavam até aquele momento alguns aspectos da prática didático-pedagógica. O questionário continha questões abertas que possibilitavam a livre resposta pelos estudantes. Ao final da disciplina, solicitou a elaboração de um episódio de ensino o qual deveria contemplar o ensino de conteúdos de Física Quântica. Para a análise, considera-se as respostas elaboradas pelos alunos para as questões presentes no questionário e o episódio de ensino por eles elaborado.

3. Dando voz aos estudantes: estratégias explicitadas para o ensino da Física Quântica

Uma estratégia que ganhou destaque nas falas dos estudantes, tanto no questionário inicial como no episódio de ensino, é aquela que leva em conta aspectos históricos e filosóficos. Isso fica explícito, por exemplo, na fala do aluno Rafael, reproduzida a seguir.

> *"... é uma ótima forma de integrar os alunos com a física e a realidade ao seu redor, pois muitas das tecnologias que hoje os jovens utilizam só são possíveis graças aos avanços da física quântica. Uma forma muito legal de se abordar o tema é mostrando os aspectos históricos da elaboração dessa teoria, mostrando as cisões que houveram com a física clássica, e como foi construído o saber moderno na física, além de incentivar o aluno para a pesquisa de ciência"*

Vale lembrar que, há alguns anos, vários autores já defendiam o uso da História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física. É o caso, por exemplo, do prêmio Nobel de física, de 1944, Isidor Isaac Rabi, que na introdução do Harvard Physics Project argumentava: "*Proponho que a ciência seja ensinada a qualquer nível, do mais baixo ao mais alto, de um modo humanístico. Deve ser ensinada com uma compreensão histórica, com um entendimento filosófico, com um entendimento social e humano, no sentido da biografia, da natureza das pessoas que fizeram a sua construção, dos triunfos das tentativas e das atribulações*".

Em se tratando de História e Filosofia da Ciência, a Mecânica Quântica apresenta muitas possibilidades de reflexão. Entre os temas mais importantes nesse sentido é a discussão sobre quebra de paradigmas, os quais sofreram sérios questionamentos no momento em que novas teorias foram estruturadas no início do século XX e que provocaram uma crise que se traduziu no surgimento de um novo paradigma teórico (a física moderna e contemporânea).

Por outro lado, Moreira (2000) argumentou que "*ensinar física apenas sob a perspectiva histórica também não me parece uma boa metodologia porque para adquirir conhecimentos o ser humano, normalmente, não precisa descobri-los, nem passar pelo processo histórico de sua construção*". Perante isso, é possível utilizar outras estratégias para o ensino da Física Quântica e não ficar restrito apenas aos aspectos Históricos e Filosóficos, principalmente se o professor não se sentir seguro e preparado para o ensino por meio dessa estratégia, como menciona o aluno Daniel.

> *"... para isso o professor deve estar muito bem preparado para realizar essas aulas, pois ele não poderá deixar o aluno na dúvida.[...] e saber relacionar isso de modo teórico, mas sem ser maçante, e evitar o uso da matemática que é mais complexa e os alunos geralmente não gostam"*

Uma outra estratégia mencionada pelos estudantes foi a leitura de textos e livros de divulgação científica. Como exemplo de libro foi citada a obra "Alice no País do Quantum", de autoria de Robert Gilmore. Segundo o aluno Fernando:

Figura 1 – Capa do livro de Robert Gilmore

"Este libro serve para dar o primeiro passo no complexo mundo da física quântica. Há partes do libro que são difíceis de ler e quando acabamos, muitos dos nomes simplesmente você não consegue lembrar. Embora alguns trechos podem ser difíceis de ler, todo libro quando fala de física quântica acaba sendo difícil de ler, o resto do libro é divertido e se pode imaginar o mundo quântico de uma maneira diferente".

No prefácio de "Alice no País do Quantum", Gilmore menciona: "*Este livro é uma alegoria da física quântica, no sentido dicionarizado de 'uma narrativa que descreve um assunto sob o disfarce de outro'. O mundo pelo qual as coisas se comportam na mecânica quântica parece muito estranho para nossa maneira habitual de pensar e torna-se mais aceitável quando fazemos analogias com situações com as quais estamos mais familiarizados, mesmo quando essas analogias possam ser inexatas. Tais analogias não podem nunca ser uma representação verdadeira da realidade, na medida em que os processos quânticos são de fato bastante diferentes de nossa experiência ordinária…*".

Para Salém e Kawamura (1996) algumas intenções ou objetivos gerais dos livros de divulgação científica seriam: atrair o leitor para o mundo da ciência (dar nova visão da física), divulgar a ciência a um público amplo e fornecer ao leitor algo mais ligado ao prazer, que ao deber.

Um recurso utilizado pelos alunos, que ganhou destaque em muitas produções, foi a leitura de tiras em quadrinho, em especial aquelas que apresentam alguns paradoxos, como os exemplo reproduzidos a seguir, extraídos dos episódios de ensino elaborados ao final da disciplina.

Figuras 2, 3 e 4 – Exemplos de tiras em quadrinho usadas pelos estudantes para o ensino da Física Quântica

Ao utilizar os quadrinhos em sua produção o aluno Fernando argumenta que: "*...tratar-se-á de outro paradoxo para os jovens, evidenciando assim, desde jovem que a ciência*

também relaciona e questiona verdades fora do senso comum. Também deixo claro aqui que somente o ensino de física quântica para compreender alguns paradoxos, pois a matemática para o aprendizado é algo não cabível ao nível de ensino médio".

Se por um lado alguns estudantes manifestam a possibilidade de inserção da física quântica em aulas do Ensino Médio, por outro identificamos casos de manifestações contrárias como, por exemplo, a do aluno Caio redigida abaixo.

> *"Se o ensino já está péssimo, os professores correndo com a matéria e passando os conteúdos de maneira superficial e mecanicista como e onde arranjar tempo para se trabalhar a Física Quântica? Não seria melhor ensinar menos conteúdos, mas de uma maneira mais eficiente?"*

Notamos na fala do aluno a preocupação com um ensino não superficial e mecanicista e com um ensino eficaz. Ainda, há por parte do aluno a preocupação com tempo destinado ao ensino dos conteúdos escolares que, na sua opinião, já são em um número grande. Este fato faz o aluno se posicionar contrário a inserção de mais um tópico, no caso a Física Quântica. Outra preocupação é exposta pela estudante Juliana, ao ser questionada sobre quais elementos de física quântica deveriam ser ensinados na escola básica. Essa aluna expõe:

> *"Sinceramente eu não tenho um conhecimento muito amplo de Física Quântica para dizer quais elementos eu penso que deveriam ser ensinados no Ensino Médio. Mas, na minha opinião, deve-se pensar o que se pode ensinar ou o que os alunos estão aptos a entender, principalmente em termos matemáticos, pois talvez sejam necessárias ferramentas matemáticas que só são ensinadas no Ensino Superior"*

Para Juliana a Física Quântica está estritamente relacionada à linguagem matemática, ou seja, ao modo como ela costuma ser trabalhada na universidade. Para superar as deficiências matemáticas, alguns estudantes propuseram o uso de simulações computacionais, em especial aquelas da Universidade do Colorado[95].

Elas permitem simular fenômenos e efeitos como, por exemplo, o tunelamento ou penetração de barreira, a experiência de Davisson-Germer; a experiência de dupla fenda, o experimento de Stern-Gerlach, o gato de Schrödinger, entre outros. Em particular, alguns dos aplicativos trazidos pelos estudantes permitem: a) visualizar funções de onda, potenciais de barreira, densidades de probabilidade e como essas evoluem ou não ao longo do tempo; b) visualizar ondas planas e soluções de pacotes de onda para a equação de Schrödinger; c) interpretar e distinguir a parte real, a parte imaginária e o valor absoluto da função de onda, bem como a densidade de probabilidade, d) reconhecer como a probabilidade de reflexão e de transmissão de onda relaciona-se com a energia das ondas, a energia da barreira, e a largura da barreira; e) reconhecer que uma onda plana que tem um valor único de energia e um pacote de ondas tem uma gama de energias e; f) explicar como ondas interferem. Na figura 2 reproduziu-se dois exemplos de aplicativos mencionados pelos estudantes em seus episódios.

[95] http://phet.colorado.edu/

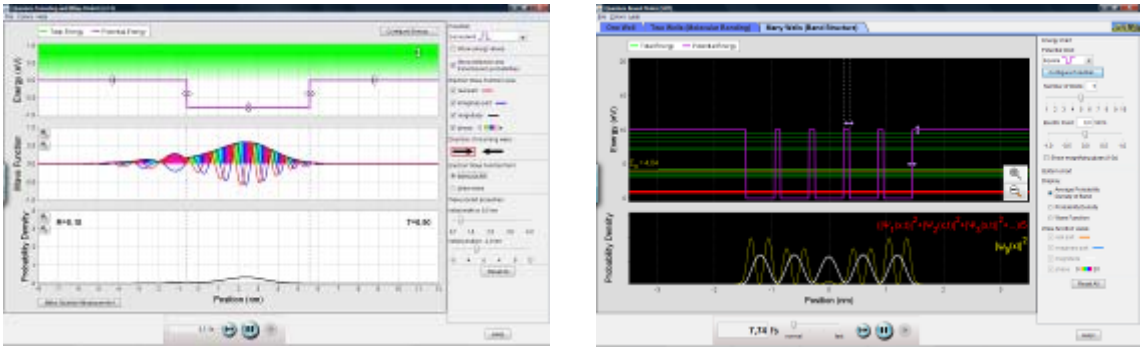


Figura 3 – Exemplos de simulações computacionais para o ensino da Física Quântica

O uso de aplicativos justifica-se pelo fato deles dispensarem o uso de qualquer linguagem computacional, sendo de fácil utilização pelos alunos sem destreza no uso de computadores e domínio da língua inglesa. Além disso, os estudantes do ensino médio, em geral, não têm conhecimentos sobre a notação Bra-ket ou habilidades para resolver equações diferenciais. Perante isso, os problemas matemáticos abordados devem limitar-se aos mais simples.

Por outro lado, "…tampouco, o microcomputador será um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom Ensino de Física". (MOREIRA, 2000).

4. Considerações Finais

As respostas dos estudantes juntamente com os episódios de ensino, elaborados no final da disciplina, como mencionado anteriormente, revelaram que, enquanto alguns alunos recorrem a aspectos da Historia da Ciência como estratégia para o ensino da Física Quântica, outros utilizaram a linguagem como perspectiva para o ensino, por meio da leitura de textos de divulgação científica ou de histórias em quadrinhos. Evidenciou-se que enquanto alguns estudantes internalizam a possibilidade de ensinar Física Quântica em aulas de física no Ensino Médio, por meio das estratégias menciondas, outros em menor número mostram resistência em ensinar esta teoria. Pode-se inferir, como justificativa para essa resistência o fato dos estudantes não se considerarem preparados conceitualmente e pedagogicamente para ensinar esta teoria. Isso leva a uma reflexão sobre o ensino de Física Quântica que é praticado nos cursos de formação de profesores, uma vez que alguns estudantes não a percebem como um conteúdo a ser ensinado quando da docência em aulas de física no Ensino Médio. Assim , questiona-se: *De que maneira está ocorrendo a preparação dos estudantes nos cursos de licenciatura? Como deveria ser ensinada a Física Quântica em cursos de graduação, para que os estudantes a internalizassem e posteriormente a incorporassem em suas aulas, quando da docência na escola básica?*

Para finalizar, recorda-se a fala do físico Richard Feynman, pronunciada em 1963 por ocasião da Primeira Conferência Interamericana sobre Ensino de Física. Segundo ele

> *"...o problema de ensinar física na América Latina é apenas parte de um problema maior, que é o de ensinar física em qualquer lugar que, aliás, está incluído num problema mais amplo, que é o de ensinar qualquer coisa e em qualquer lugar e para o qual não é conhecida uma solução satisfatória. (...) o fato é que ninguém sabe bem como dizer aos outros como ensinar. Por tanto, quando tentamos pensar como ensinar física devemos ser bastante modestos, porque realmente ninguém sabe como fazê-lo.*

Este é ao mesmo tempo um problema sério e uma oportunidade para novas descobertas".

Certamente, não existe uma condição única, necessária e suficiente, para que os estudantes aprenderem Física Quântica, assim como tampouco há uma resposta pronta e fechada para a pergunta de como ensinar Física Quântica de maneira eficiente e eficaz. Pensamos que as estratégias mencionadas pelos estudantes constituem algumas das possibilidades para o ensino da Física Quântica. É importante ressaltar, ainda, que a inclusão de novos conteúdos nos currículos escolares deve ser cautelosa, uma vez que encontraremos professores despreparados e textos escolares desguarnecidos.

5. Referências

Gilmore, R. (1998). *Alice no País do Quantum*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

Greca, I. M. R.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E. (2001). Uma proposta para o ensino de Mecânica Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 23 (4), 444-457.

Moreira, M. A. (2000). Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 22 (1), 94-99.

Ostermann, F.; Ferreira, L. M.; Cavalcanti, C. J. de H. (1998). Tópicos de física contemporânea no ensino médio: um texto para professores sobre supercondutividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 20 (3), 270-288.

Salém, S.; Kawamura, M. R. O texto de divulgação científica e o texto didático: conhecimentos diferentes? V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 5., 1996, Águas de Lindóia/SP. Anais do *V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia: 1996.

EXPERIMENTACIÓN Y CONCEPTUALIZACION EN EL AULA DE CIENCIAS: EL MEDIODÍA SOLAR

Fabiana Prodanoff[1] *; Patricia Knopoff*[2]
[1]IEC, Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional,
[2]Universidad Nacional de La Plata
koyatun@yahoo.com.ar

Resumen
En el presente trabajo se presenta la experiencia realizada en una escuela pública de la Provincia de Buenos Aires la cual consistió en la ejecución de una secuencia didáctica donde se pretende que los alumnos logren la conceptualización del **mediodía solar**. Este es un concepto astronómico que se requiere para la realización del Proyecto Eratóstenes de medición del Radio Terrestre. La deficiencia sobre este tema en la población en general y en los alumnos de escuela media en particular, fue tratada por varios autores como también las autoras han detectado en años anteriores.
Se trata de una secuencia de preguntas abiertas, semicerradas y cerradas que propician la discusión grupal, seguida de una experiencia de campo con globo terráqueo paralelo que favorece mediante la experimentación de los estudiantes la conceptualización pretendida.

Palabras clave: mediodía solar – didáctica de la astronomía – movimientos relativos Tierra-Sol – globo terráqueo paralelo

1. Introducción.

El presente trabajo surge a partir de la participación reiterada, por parte de quienes suscriben, en el Proyecto Eratóstenes[96], en el cual se realizan mediciones de sombras durante el mediodía solar. Habiendo observado que la población de estudiantes en términos generales desconoce el concepto mencionado y, relevado desde la literatura pertinente de numerosos estudios precedentes, que la población en general (Navarrete, 2004), de edades diversas así como de diverso nivel de formación educativa, presenta deficiencias en sus formulaciones respecto de los movimientos relativos del sistema Tierra-Sol fue que se resolvió estructurar una secuencia didáctica que a partir de la experimentación promueva la conceptualización del tema de referencia. (Manjarrez, J.A, 2011).
El objetivo fue, entonces, lograr una conceptualización del mediodía solar por parte de los alumnos a fin de proceder con una base conceptual fuerte a la ejecución del Proyecto Eratóstenes con el grupo de referencia.

2. Marco teórico.

El reconocimiento de que la sola comunicación de los conceptos y de las leyes de una ciencia no basta para que el alumno pueda modificar sus estructuras conceptuales intuitivas, que va creando a partir del discurso académico, hace que actualmente se promueva priorizar en la tarea docente la elaboración de secuencias que permitan incentivar que el alumno forme parte activa de la construcción de su propia conceptualización.

[96] Página oficial del evento: http://difusion.df.uba.ar/Erat/InstructivoEratostenes2011.pdf

Las nociones físicas suelen proponerse a los estudiantes de la escuela media sin cuestionamiento alguno -lo que implica una naturalización del saber-, ocultando las características esenciales del conocimiento científico y transmitiendo una visión pobre de la Ciencia

Un factor esencial que impide el proceso de conceptualización que debería producirse en la escuela secundaria, es que los alumnos no son enfrentados a clases de situaciones apropiadas para producir conceptualizaciones complejas.

Los alumnos se basan en su conocimiento implícito para reconstruir el conocimiento científico explícito que la enseñanza pretende, siendo este un proceso progresivo y de largo plazo.

La realización de experimentos en la escuela es importante porque permite la manipulación sobre eventos físicos por parte de los alumnos, a la vez que los enfrenta y desafía a generar posibles experiencias confirmadoras o refutadoras de hipótesis creadas por ellos. Este contexto brinda a los alumnos amplias posibilidades de actuar, percibir, explorar, argumentar, formular conjeturas, en síntesis de construir progresivamente conceptos físicos.

La conceptualización y el dominio progresivo de un campo conceptual están directamente ligados a la clase de situaciones que el estudiante debe enfrentar. La Teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Vergnaud entiende a la conceptualización como la piedra angular del desarrollo cognitivo. (Vergnaud, 1990)

3. Estado actual del tema de referencia.

Los conceptos que se pretenden introducir con la presente experiencia corresponden a contenidos que han sido retirados de los Diseños Curriculares de la Educación Secundaria en la Provincia de Buenos Aires[97]. Sólo permanece una introducción a temas relativos a la Astronomía, que incluye movimientos relativos Tierra-Sol, en los últimos años de la Escuela Primaria, momento en el cual el estudiante no ha alcanzado el desarrollo cognitivo adecuado para la conceptualización de conceptos tan abstractos y anti-intuitivos como los que se pretende tratar. Además, existen estudios previos que muestran una inadecuada conceptualización por parte de los docentes de Escuela Primaria, los cuales reproducen errores conceptuales en los estudiantes con el agravante de tener la fuerza de la palabra “sabia” para el alumno (Camino, 1995; Fernández Nistal, 2007; Fernández Nistal, 2008; Gangui, A, 2010).

4. Descripción del grupo donde se ejecutó la experiencia.

El trabajo se realizó en un cuarto año de escuela Secundaria pública de la ciudad de La Plata (provincia de Buenos Aires). El curso cuenta con 24 alumnos de ambos sexos, de edades comprendidas entre los 16 y 18 años. La escuela tiene orientación Artística (Música) por lo cual éste es el último año en el que los alumnos se acercan a la Física. Los alumnos eran conocedores del hecho de que participarían en el Proyecto Eratóstenes, mediante el cual se hace la medición del radio terrestre en trabajo colaborativo con cientos de escuelas de Latinoamérica y que para ello se discutirían algunas cuestiones o conocimientos, previo a la realización del mismo.

[97] http://abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/diseniosccurriculares/

5. Descripción general de la experiencia

La experiencia consistió en realizar una serie de preguntas abiertas, semicerradas y cerradas que los alumnos responderían en grupos a fin de generar la discusión sobre los temas que se fueran planteando. Esta serie inicial de preguntas opera generando en los grupos la duda, el conflicto, el interés en el tema.

Se dividió el curso en grupos de cuatro alumnos, siendo un total de seis grupos, y la consigna general fue trabajar desde el conocimiento personal previo, sin recurrir a textos ni ningún otro método de acceso a la información. Cada una de las preguntas se debatió en el interior de cada grupo y debió ser ponderada por el mismo grupo respecto del nivel de seguridad con el cual se estaba respondiendo cada ítem, según la escala ***totalmente seguro / seguro / poco seguro / no tengo ni idea.***

Posteriormente, se hizo una puesta en común y se generó un debate en el cual participaron libremente todos los alumnos, presentando y defendiendo sus propias posturas y escuchando y argumentado sobre las posturas de los demás.

Finalmente se realizó una experiencia de campo en el patio de la escuela, donde se realizó una observación del movimiento de las sombras sobre un globo terráqueo paralelo y su correlación en un gnomón colocado en el piso (Gangui, A. 2009).

Se cerró el trabajo con un cuestionario, de carácter individual, de preguntas cerradas y semicerradas con ponderación, con el cual se evaluó si la conceptualización que se pretendía alcanzar fue lograda en cada alumno en particular.

6. La encuesta inicial.

La encuesta se inicia con una serie de preguntas referidas al movimiento diurno del sol considerando un sistema de referencia centrado en el observador.

Luego se ejecutan un grupo de preguntas cerradas y semicerradas con ponderación, introduciendo intencionalmente los términos “mediodía solar”, “mediodía”, “día” y “noche”, sin ningún tipo de definición formal previa y con cierto grado de ambigüedad, a fin de generar el conflicto cognitivo.

Se solicita en esta instancia que cada grupo defina el concepto “mediodía”, sin mayores restricciones, es decir sin aclarar si se está hablando de *mediodía solar* o de *mediodía local*.

Durante toda esta etapa el docente no da respuestas ni indicaciones de ningún tipo a los estudiantes; la consigna es discutir internamente en cada grupo y en voz baja para no interferir con otros grupos.

7. Análisis de las respuestas a la encuesta inicial.

a. Lugar de salida del sol: cinco grupos dicen que sale por el Este y que esto no depende del momento del año. Un grupo dice que el Sol sale por el Norte y que esto depende del momento del año.

b. Definición de *mediodía* y duración del día: en el siguiente cuadro se sintetizan las respuestas:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Hora en que el Sol alcanza el punto más alto	12	12	12	Mediodía	15-16 hs	Mediodía
Horas desde el amanecer hasta el mediodía	7	6	6	5	7	12

Horas desde el mediodía hasta el atardecer	6	8	8	8	3	Depende de la estación
Duración del día	24	12	24	12	24	24
Duración de la noche	17	12	12	12	12	9
Definición de **mediodía**	Mitad del día	El sol llega al punto mas alto	Mitad del día	Mitad del día	Mitad del día	Mitad del día

Cuadro 1: respuestas a la encuesta inicial

Se observa que no hay consistencia interna entre las respuestas, los estudiantes dan respuestas intermedias entre el *saber común* y el *saber académico*. No relacionan las preguntas entre sí para obtener una respuesta coherente, como si cada uno de los ítems fuera independiente de los demás.

Además se observa que varios grupos interpretan *duración del día* como el tiempo de una rotación completa de la Tierra (24 horas), sin reparar que la siguiente pregunta se refiere a *la duración de la* ***noche.***

c. Mediodía Solar: ante la formulación de preguntas como "*el mediodía solar coincide con el mediodía del reloj"* y "*el mediodía solar es la hora de comer"*, responden tanto afirmativa como negativamente en partes iguales, pero todos los grupos ponderan sus respuestas con **no muy seguro.**

8. El trabajo en el patio.

El trabajo en el patio se realizó en un día de sol pleno, en una hora cercana al mediodía civil.

Se contaba con un globo terráqueo de movimiento de rotación libre a 360°, una esfera de telgopor de aproximadamente 20 cm de radio atravesada diametralmente con una varilla, en la que se marcó el Ecuador en el círculo máximo ortogonal a la varilla; una estaca sobre una placa de telgopor (gnomón al piso), alfileres, cintas métricas, marcadores y demás instrumentos auxiliares.

Se determinaron con una brújula los puntos cardinales en el patio de la escuela y se observó la posición del Sol, estableciendo que se encontraba en el cielo en un punto intermedio entre Norte y Este, más cercano al Norte.

Se posicionó el globo terráqueo en la posición de **globo terráqueo paralelo**. Esto significa que debe reproducir la posición que tiene en ese momento el planeta respecto del observador, de forma tal que el globo paralelo quedará con la ubicación del observador (La Plata, en nuestro caso) hacia arriba y el eje de rotación en la dirección Norte-Sur, con los polos acompañando a sus respectivos puntos cardinales. Luego, se reprodujo esta configuración con la esfera de telgopor, estableciendo o nombrando a uno de los extremos de la varilla que lo atraviesa como *polo norte* y el otro extremo como *polo sur.* Se reprodujo sobre la esfera la localización de la ciudad de La Plata siguiendo la posición en que quedó el globo terráqueo paralelo, clavando un alfiler en dicho punto. Además, se colocaron otros alfileres en distintos lugares de la esfera correspondientes a puntos de diferentes países en longitudes y latitudes variadas.

En este momento se tomaron las dimensiones del gnomón, al tiempo que las del alfiler "local" en la esfera y sus respectivas sombras. Se observó que la proporcionalidad y posición relativa dada entre cada objeto y su sombra era similar para el gnomón, el

alfiler "local" y la sombra de uno de los estudiantes respecto de su altura; en tanto, esto no era así para los demás alfileres colocados sobre la esfera de telgopor, observándose sombras de diferentes tamaños y en variadas posiciones.
En el gnomón al piso se observó que la sombra iba disminuyendo rápidamente su tamaño, al tiempo que se desplazaba de Oeste a Sur, es decir que el Sol se estaba desplazando desde su posición inicial hacia el Norte.

9. Análisis de la observación en el patio.
Se observó que el globo terráqueo paralelo ofrece la posibilidad de visualizar la sombra de un objeto en cualquier lugar del planeta en ese momento. A su vez, se relacionó la posición y tamaño de la sombra con la posición del Sol.
Se observó que las sombras *locales* se reducían de tamaño y *giraban* en sentido antihorario. Se realizó una experiencia mental debatiendo respecto de los horarios de salida y puesta del Sol en las diferentes épocas del año (el día es más corto en invierno, pero el Sol se mueve en el cielo a la misma velocidad siempre, ya que en realidad es la Tierra la que gira, etc) y se concluyó que el lugar de salida y puesta no puede ser el mismo durante todo el año.
Se concluyó también que el Sol llegaría a su punto más alto (se definió así al **mediodía solar)** cuando se encontrara sobre el Norte y que la sombra del gnomón/alfiler/estudiante en ese momento sería mínima y dirigida exactamente hacia el Sur.
Además se discutió si era posible que en algún momento un objeto no hiciera sombra al mediodía, concluyendo que para esta latitud eso no es posible.
Se observó que hay ciertos puntos de la Tierra donde *no saldría el Sol* (por debajo del Circulo Polar Antártico, en nuestro caso) y otros donde *el Sol no se pone*. Esto se logra haciendo girar la varilla del globo terráqueo paralelo, manteniéndola paralela al eje de rotación paralela. También se observó que en el hemisferio Norte, las sombras se forman diametralmente opuestas.

10. Análisis de las preguntas finales.
Para la evaluación final de la secuencia se realizó una encuesta de cierre de carácter individual. Consta de una serie de preguntas abiertas y cerradas con ponderación, entre las que se incluye la definición de mediodía solar.
La cantidad total de estudiantes evaluados es de 24.
En el siguiente cuadro se resumen las respuestas referidas a movimiento del Sol y mediodía.
En la columna *pond* se ingresa un valor de ponderación (nivel de seguridad con que respondió el estudiante), considerando la siguiente escala: ***Totalmente seguro: 3 puntos; Seguro: 2 puntos; Poco seguro: 1 punto; No tengo ni idea: 0 puntos.***
En la columna *máxima seguridad* se indica el puntaje máximo que hubieran sumado esa cantidad de estudiantes de haber respondido todos con *total seguridad* (tres puntos por cada respuesta).
En la columna *porcentual* se indica el porcentaje que corresponde al valor de la columna *pond* respecto de la columna *máxima seguridad*. Esto es, si se considera a todas las respuestas como la respuesta única de un estudiante promedio, esta columna indica el grado de seguridad con el cual está dando esa respuesta.

	respuesta esperada	Correctas	pond	máxima seguridad	Porcen-tual	Incor-rectas	pond	máxima seguridad	porcen-tual
¿Por dónde sale el Sol?	noreste	12	30	36	83,33	12	28	36	77,78
En un día soleado, se clava una estaca en el patio al mediodía. ¿Hace sombra?	si	21	38	63	60,32	3	0	9	0
El mediodía de un reloj de sol ¿coincide con el mediodía del reloj?	no	13	31	39	79,49	11	22	33	66,67
¿Hacia qué punto cardinal se forma la sombra en un reloj de sol durante el mediodía?	sur	11	19	33	57,58	13	15	39	38,46
Da una definición para MEDIODIA SOLAR	el momento en que el sol esta en el punto mas alto, o en el norte	11	25	33	75,76	13	19	39	48,72

Cuadro 2: respuestas a la encuesta final

Tomando este criterio de evaluación cuantitativa se observa en la tabla que, a pesar que las respuestas en valores numéricos se encuentran repartidas prácticamente por igual tanto entre respuestas correctas como incorrectas, las respuestas correctas tienen un grado mayor de seguridad.

Además, haciendo un análisis global de las respuestas, alumno por alumno, se observó una consistencia interna fuerte. Esto en tanto que las respuestas contenidas en la columna de respuestas *correctas* pertenecen a un mismo grupo de estudiantes; es decir que aquellos estudiantes que lograron conceptualizar adecuadamente el tema que se pretendía, lo hicieron con coherencia y consistencia. En tanto que aquellos que responden incorrectamente responden *coherentemente*, es decir que corresponden en todos los ítems a la columna de respuestas *incorrectas*.

11. Evaluación de la experiencia

Se concluye que con la secuencia didáctica ejecutada se logró un alto grado de conceptualización en el grupo de estudiantes (más del 50% del grupo total).

Se estima que el grupo que no logró su conceptualización pudo estar afectado por:

- Elevado índice de ausentismo (son alumnos que no participaron de la secuencia completa, que fue realizada en varios días).
- Alumnos que corresponden a programas de aplicación de contenidos mínimos por estar comprendidos en plan de retención escolar (cuatro casos).

Los conceptos involucrados en la presente experiencia son conceptos de alto grado de abstracción y que se contraponen a la experiencia cotidiana de las personas. En concordancia con los estudios previos realizados por otros autores se releva una carencia importante en la población respecto de lo que concierne a ubicación geográfica, movimientos relativos Tierra-Sol, etc. (De Manuel, 1995; Martínez Sebastia, 2004).

La complejidad de los conceptos involucrados requeriría para su adecuada conceptualización un tratamiento prolongado y progresivo, imposible de llevar a cabo en la clase de la escuela Secundaria en tanto estos contenidos permanezcan fuera de los Diseños Curriculares (Gangui, 2008).

12. Referencias

Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias, Vol 13, No. 1, pp 81-96*

De Manuel, J. y Montero, A (1995). Dificultades en el aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Implicaciónes didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, (3.2), 91-101I.S.S.N.: 1132-9157*

Fernandez Nistal, M. T. *et al* (2007). Concepciones de maestros de primaria sobre el sía y la noche y las estaciones del año. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, Vol XXXVII, Num 3-4, pp 189-220.*

Fernández Nistal, M. T. y Peña, S. H. (2008). Concepciones de maestros de primaria sobre el planeta Tierra y gravedad. Implicaciones en la enseñanza de la ciencia. *Revista electrónica de investigación Educativa, Vol 10, No. 2*

Gangui, A. *et al* (2010). Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de Astronomía. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 9 No.2, pp 467-486*

Gangui, A. (2009). El movimiento de las sombras. Una propuesta de trabajo para la escuela secundaria. *Ciencia hoy, Vol 19 núm 110*

Gangui, A. (2008). El movimiento de los cielos. Una propuesta pedagógica para docentes de la escuela secundaria. *Ciencia hoy, Vol 18 núm 106*

Manjarrez, J.A. *et al* (2011). Ideas previas de estudiantes de Bachillerato sobre el movimiento del planeta Tierra y su relación con la visión teleológica. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol 5, No. 1, March 2011, ISSN 1870-9095*

Martínez Sebastia, B (2004). La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. *Revista Latino-Americana de Educacao em Astronomia – RELEA, No. 1, pp 7-32*

Navarrete, A. *et al* (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol 1 No. 3, pp 146-166, ISSN 1697-011X*

Vergnaud, G. (1990) La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didáctique des Mathématiques, Vol10 nº2,3,pp 133 – 170.*

FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE A CIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO NUM CURSO DE ELETROMAGNETISMO

Fabiana Botelho Kneubil[1]; *Elio Carlos Ricardo*[2,]
[1]*Instituto de Física – Universidade de São Paulo - Brazil*
[2]Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo – Brazil
[1]fkneubil@ig.com.br, [2]elioricardo@usp.br

Resumo
Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em uma universidade pública do Estado de São Paulo, Brasil, em um curso de Eletromagnetismo do bacharelado em Física. Além dos muitos temas específicos, esse curso teve uma ênfase em aspectos históricos e filosóficos, que poderiam auxiliar na compreensão dos conceitos físicos e do formalismo matemático. Essa abordagem possibilitou o surgimento de discussões a respeito da natureza da ciência, que não são comuns em cursos específicos de física. Acreditamos que esta experiência na formação dos futuros professores pode capacitá-los a ensinar física na perspectiva de uma educação em ciência e sobre a ciência.

Palavras-chave: epistemologia, formação de professores, educação sobre a ciência.

1. Introdução

As discussões relativas à inovação curricular no Ensino Médio brasileiro vêm crescendo nos últimos anos e a inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na escola secundária tem ganhado destaque. Muitas pesquisas têm sido feitas a respeito destas inovações, sob dois enfoques principais: o da implantação de conteúdos modernos e o da inovação metodológica para conteúdos "antigos". Ostermann & Moreira (2001) e Gil et al (1987) são exemplos da primeira opção.

Nas ciências, o conhecimento está em contínua mudança e transformação, bem como os valores sociais. Isso motiva a necessidade da constante reestruturação do sistema de ensino. No Brasil, em 1996, a LDB orientou mudanças na educação básica e, dois anos depois, os Parâmetros Curriculares Nacionais foram publicados para sugerir uma reorientação das práticas educacionais e ampliar os objetivos da escola. Segundo eles, o ensino deveria ser baseado na construção de competências e habilidades (Brasil, 1999) e, a partir daí, o ensino por competências começou a fazer parte do discurso educacional.

Observa-se, porém, que na prática poucas ações foram efetivamente feitas nesta direção (Ricardo & Zylbersztajn 2002). Um dos motivos para a não implementação das propostas dos PCN em sala de aula é a pouca compreensão do que são as competências e, principalmente, como as articular com os conteúdos pré-estabelecidos no currículo (Perrenoud, 1999).

Nos PCN, o conhecimento das ciências da natureza está organizado em três grandes áreas: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sócio-cultural (Brasil, 2002). Cada uma dessas áreas tem competências expressas em ações/verbos[98] que remetem ao conhecimento da natureza, da construção e da utilização

[98] Exemplos desses verbos: reconhecer, utilizar, representar, identificar, elaborar, consultar, articular, integrar, sistematizar.

da ciência, dos pontos de vista epistemológico[99], cultural e tecnológico.A ampliação da idéia do que sejam os conteúdos escolares, a partir da noção de competências, permite que o processo de construção do conhecimento científico, em suas esferas históricas, filosóficas e sociais, sejam incoporadas aos programas escolares, o que é sugerido por vários autores (Villani, Dias e Valadares, 2009). Matthews (1994) é uma das principais referências que defende um ensino não apenas de ciência, mas um ensino ***sobre*** a ciência.

Embora haja um certo consenso da importância de uma reforma curricular e também haja muitos trabalhos que discutem esse tema, não significa que ele esteja exaurido, ou que os aspectos históricos e filosóficos da ciência estejam presentes nas salas de aulas. Existem diversas pesquisas atuais em estratégias, metodologias e experiências que possibilitam incluir a natureza e a construção da ciência nos programas (Höttecke, Henke e Riess, 2010). Vários países, além do Brasil, passaram por reformas nos seus sistemas de ensino nas últimas décadas. Na Conferência do GIREP de 2006, em Amsterdam, vários trabalhos foram apresentados como alternativas metodológicas para uma educação sobre a ciência, entre eles, o de Hestenes (2006).

Alguns princípios dessas reformas ainda não foram incorporados na prática dos professores, porém, percebe-se que os objetivos da escola se ampliaram. Nessas situações de inovações curriculares e metodológicas, os professores têm papel fundamental e são, muitas vezes, obrigados a rever suas práticas. Pintó (2005) destaca que os professores reagem às inovações, pois são influenciados por suas concepções e experiências, inclusive como alunos. Diante da variedade de problemas e riscos, além da possibilidade do fracasso, como destaca Davis (2003), os professores terão que trabalhar no interior dos processos de didatização dos conteúdos escolares, a fim de adequá-los aos novos objetivos.

A figura do professor se constitui como um elemento importante no processo de didatização daquilo que se ensina na escola. O percurso epistemológico do saber, desde sua origem até a sala de aula, é descrito pela Teoria da Transposição Didática, proposta por Chevallard (1991). E, segundo ele, a construção do saber escolar acontece numa relação com três elementos: o professor, o aluno e o saber. O saber produzido pela ciência, o *saber sábio*, passará por um conjunto de transformações e adaptações até se tornar um *saber a ensinar*. Este estará nos livros, manuais e programas. O saber a ensinar passará por novas adaptações até se transformar no *saber ensinado*. É principalmente nessa segunda etapa que o professor pode atuar. Ou seja, tratar didaticamente aqueles conteúdos eleitos para serem ensinados. Ao mesmo tempo em que a didatização daquilo que será ensinado é necessária e inevitável, não significa que exista um único caminho. Reconhecer esse processo, suas variáveis e influências, é uma ferramenta fundamental para o professor. Para Chevallard, seria exercer uma *vigilância epistemológica* desses novos saberes que compõem os programas e chegam aos alunos. Trata-se de se perguntar se o que está sendo ensinado corresponde ao que se pretendia ensinar. Agir nesse processo de transposição didática significa tornar-se menos dependente dos livros e manuais didáticos.

Além disso, mesmo quando os alunos dos cursos de graduação em física dominam os aspectos formais das teorias têm dificuldades em interpretar fenômenos simples. Parece haver uma grande distância entre a teoria e a realidade e o principal objetivo da física como ciência, que é o de oferecer explicações para os fenômenos naturais, fica

[99] Para efeito deste trabalho, consideramos epistemologia como o estudo e a reflexão de aspectos histórico-filosóficos presentes na construção do conhecimento científico.

enfraquecido diante de uma abordagem com pouco significado e apoiada excessivamente, ou exclusivamente, no formalismo matemático empregado apenas na resolução de listas de exercícios. Com uma formação dessa natureza, ficará difícil para o futuro professor partir para novas formas de apresentar os conteúdos de física aos seus alunos.

Por outro lado, nos cursos de licenciatura são oferecidas disciplinas pedagógicas, que visam a ampliar o leque de metodologias para o ensino de ciências. Porém, estas disciplinas parecem ser insuficientes para uma formação completa do professor, capaz de exercer a *vigilância epistemológica*. Observa-se que, uma vez que elas parecem ser desconectadas dos conteúdos específicos de física, os futuros professores tratam-nas como ilhas isoladas de conhecimento. Sendo a Física uma ciência não trivial, não podemos supor que os alunos (futuros professores) consigam juntar as discussões, muitas vezes abstratas, das disciplinas didático-pedagógicas com o conteúdo de física dado nas disciplinas técnicas.

Como o ensino é um processo extremamente complexo que exige do professor uma profunda compreensão de como a ciência se desenvolve e evolui, há uma necessidade de oferecer aos professores e futuros professores, nos cursos de licenciatura e pós-graduação em ensino de ciências, uma formação que tenha abordagem histórica e filosófica da ciência, para que eles, após essa vivência, incorporem essa abordagem nas suas aulas do Ensino Médio.

Assim, parece-nos relevante mostrar aos futuros professores que a física, sendo uma construção humana, possui aspectos intrínsecos que são indissociáveis do corpo de conhecimento que a constitui.

Nesse trabalho, mostramos que uma abordagem diferenciada em aulas de conteúdo específico pode despertar maior interesse dos alunos e discussões extremamente ricas sobre a natureza da ciência. Esses questionamentos sobre a dimensão teórica e fenomenológica do conhecimento físico, sobre representações simbólicas, sobre a matemática como linguagem estruturante do pensamento físico, sobre relações entre abstrato e concreto, sobre noções de realidade, sobre o ato de pensar a natureza, não apareceriam se não fosse criado um ambiente favorável para tal.

Nessa perspectiva, iremos mostrar nesse trabalho que a introdução explícita de alguns elementos de epistemologia, em aulas focadas exclusivamente em conteúdos técnicos, pode favorecer também um melhor entendimento sobre a Física. Além disso, fica evidente que os aspectos histórico, filosófico e sociológico da ciência podem ser considerados parte do conteúdo a ser ensinado, uma vez que a ciência, em seus aspectos constitutivos, é composta por todos eles.

2. Metodologia

Para a realização deste trabalho, gravamos um curso de Eletromagnetismo oferecido em 2010 a alunos do 2º ano do curso de física na Universidade de São Paulo, Brasil. Esse curso é constituído de 40 aulas que abordam os temas de eletromagnetismo, desde a eletrostática (carga elétrica, campo elétrico, força, energia potencial, potencial elétrico) até a eletrodinâmica (corrente, lei de Ohm microscópica, lei de Biot e Savart, Àmpere, força de Lorentz, lei de Faraday e as quatro equações de Maxwell).

Além das discussões relativas aos aspectos formais e conceituais da física, este curso teve um enfoque em aspectos históricos e filosóficos da construção das teorias físicas. Essas aulas em vídeo foram transcritas e pudemos verificar o aparecimento de discussões e um envolvimento muito grande por parte dos alunos, o que

costumeiramente não acontece em disciplinas com abordagem estritamente no conteúdo técnico-científico.
Participaram da edição desse curso cerca de 86 alunos e esta pesquisa se insere em um projeto mais amplo, com envolvimento de docentes e alunos de pós-graduação.

3. Discussão dos Resultados

Os diálogos e discussões observados e transcritos nesse curso de eletromagnetismo parecem evidenciar questionamentos que enriquecem a compreensão acerca da natureza da ciência e a sua construção. Vários aspectos intrínsecos ao conhecimento físico aparecem nessas aulas e foram separados em categorias. Os diálogos que as exemplificam estão apresentados abaixo.

3.1. Matemática como linguagem e sua representação simbólica

Numa determinada aula, o professor estava representando os vetores $\vec{r}_P$ (descreve a posição de um ponto P) e $\vec{r}_Q$ (descreve a posição da uma carga) no espaço para fazer a subtração vetorial na expressão do campo elétrico. Diante do desenho na lousa, um aluno questiona a necessidade de fazê-lo. Veja o seguinte diálogo:
Aluno: *Por quê eu estou desenhando tudo isso antes de... não é mais fácil jogar tudo na equação e depois se preocupar com a geometria do problema?*
Prof.: *Como você vai jogar na equação sem saber o que é rp e rq?*
Aluno: *Trabalha como vetor simbólico.*
Prof.: *Mas ele simboliza o quê?* **Aluno**: *Eu não posso colocar "rp – rq" ...?*
Prof.: *Pode, mas se você não fizer esse desenho, você não sabe do que você está falando! Esse que é o problema... o seu formalismo não está costurado no problema.*
Aluno: *(aluno ficou sem palavras...)*
Prof.: *Olha... Você nem consegue levar o problema adiante desse jeito. Física é duro! Por quê? Porque um dos motivos é a presença da matemática na física. Ela só ganha sentido se a gente costurar o símbolo em alguma coisa. O que é costurar o símbolo? (desenha um símbolo chinês desconhecido dos alunos na lousa) Se eu chegar para você e falar isso aqui para você "a coisa que isso aqui simboliza é uma das piores coisas que já aconteceram na humanidade", qual é a sua reação para isso? Eu diria que provavelmente não haverá reação nenhuma. Você não entende. Então, o significado do símbolo não está no desenho. Ou seja, culturalmente nós aprendemos a costurar um significado nisso daqui. O que eu estou fazendo no eletromagnetismo? Fazendo a inserção cultural do símbolo! A gente tem que aprender a costurar esse símbolo com a realidade. E aí, que entra a questão dele, se você começar a fazer a conta sem saber o que o símbolo representa, a sua conta não tem significado!*
A discussão da relação entre a matemática e a física é algo que não costuma aparecer de maneira explícita em aulas específicas de física. Diante da dúvida do aluno, o professor coloca de maneira clara a importância da matemática e da simbologia para o conhecimento científico. Um aspecto inerente à forma como a física se expressa que muitas vezes não é percebido espontaneamente pelos alunos.

3.2. Noções de realidade e a relação entre concreto e abstrato

Muitas vezes em aulas de física trabalhamos com os conceitos sem nos questionarmos o que eles realmente são. Apenas operamos com eles e as discussões sobre o entendimento e a existência dos conceitos físicos são deixadas de lado. Essas questões apareceram quando o professor introduziu o conceito de carga elétrica.

Prof.: *Pessoal, o que pode ser uma carga elétrica? (tira o cinto e dá um nó) Imagina que a carga elétrica seja uma torção de algo. O nó existe? Nó é substantivo? Ou é adjetivo? É um enorme problema conceitual para gente Ou seja, é objeto mesmo ou é uma qualidade do cinto? Se ele for qualidade do cinto ele é adjetivo, porém a gente trata isso como substantivo. Ele tem a instabilidade temporal que permite a gente chamar de objeto porque ele dura, mas por outro ele não é a substância, a substância aparentemente é o cinto. Corre o risco de carga elétrica ser isso! Ou seja, corre o risco de carga elétrica de fato não existir e ela ser uma configuração do campo.*
Aluno: *Aí o campo geraria a carga?*
Prof.: *Não é gerar nesse sentido. Talvez o campo exista e ele se enrugou... claro que não é um nó assim... é uma linguagem metafórica. O campo arranjado de um certo jeito funciona como carga elétrica.*
Aluno: *se a carga for só uma configuração do campo... então o campo em si, existe?*
Prof.: *A gente não sabe isso... são questões além do que a gente sabe....*

O exemplo acima ilustra uma situação onde discussões mais filosóficas entre realidade concreta e abstrata podem aparecer. Na mesma aula, o professor falava de partículas puntiformes e surge outra questão:
Aluno: *Como pode uma coisa não ter tamanho e existir?*
Prof.: *Pois é... é um problema filosófico... por outro lado, porque uma coisa para existir precisa ter tamanho? Que é uma pergunta tão básica quanto a sua primeira. A palavra "EXISTIR" (escreve na lousa) em física é muito complicada. A partícula existe... e o espaço, existe? Tempo existe? Eu acho que existe, mas ele existe de um jeito muito... muda de significado quando usa num contexto diferente.*
Aluno: E*mbora possa parecer uma simplificação "partículas puntiformes", não sei... eu imagino que cause problemas com singularidades, densidade de energia infinita, problemas com massa...*
Prof.: *Pois é, é verdade. Isso é um problema ... é uma bola de ferro que a gente carrega... essa coisa amarrada na sua perna que não deixa você correr na velocidade que você gostaria. Isso tem haver com epistemologia. Como que você conhece o mundo? Você conhece o mundo através da observação? O que você mede? Você mede força? Você mede tempo? O nosso conhecimento do mundo não é um conhecimento direto. Você tem um monte de idéias por trás. E essas idéias depende da cultura.*
Observe que no diálogo acima, outros aspectos intrínsecos à natureza do conhecimento físico foram sucitados, como a questão da medição e da forma indireta com que a física expressa o mundo.

3.3. Construção de uma teoria e o papel do experimento em física – fenomenologia
Outra questão epistemológica sobre a construção de uma teoria, envolvendo leis básicas, apareceu quando o professor comenta sobre a lei de conservação de carga. Nessa ocasião ele diz que nunca foi observado um processo em que essa lei não tivesse valido.
Aluno: *Mas não ser observado garante que não pode acontecer?*
Prof.: *Não garante, mas... nesse sentido a física é conservadora. A gente observou 10 mil processos desse tipo aqui. Agora, pode acontecer? Pode... mas é muito mais econômico você supor que não pode. Esse livro (se refere ao livro de T. Kuhn) introduziu a palavra paradigma... O que ele fala é que uma ciência madura, é uma ciência que você não questiona todos os fundamentos o tempo todo, senão você não*

progride. A gente é conservador, mas aberto à mudanças. A gente trabalha com a hipótese... essa hipótese é muito sólida – que carga elétrica é conservada – agora pode não conservar? Pode. Agora quem vai decidir isso? A física experimental! Você pode fazer modelo com a sua mente tal... mas a gente só vai acreditar que isso é verdade se alguém medir isso.

Nessa resposta, podemos verificar que além do aspecto da construção da ciência, o professor destaca outras questões fundamentais como a importância da física experimental e a construção de modelos para entender a realidade.

4. Considerações Finais

O principal resultado que este trabalho pretende apresentar é que um curso de física que possibilite a discussão de aspectos epistemológicos, além dos aspectos formais e conceituais do conhecimento físico, faz com que os futuros físicos ou professores de física tenham vivenciado esta possibilidade de aprender também sobre a física. Espera-se que esta experiência em sua formação possa capacitá-los a agir de forma semelhante quando forem ensinar física nas escolas. Se desejamos uma inovação curricular e um ensino por competências, a formação dos professores é essencial. Esperar que os manuais didáticos por si só ofereçam essa capacitação pode ser ingenuidade, uma vez que o tratamento didático nesses manuais e livros didáticos já sofreram uma didatização do saber original – saber sábio- , através da transposição didática externa. Com isso, queremos enfatizar que o professor tem autonomia para reconstruir os saberes escolares a partir das necessidades do projeto de ensino. Isso se torna mais relevante ao verificarmos que os documentos oficiais do Ministério da Educação do Brasil que orientam os programas do ensino médio sugerem, por exemplo, algumas competências relacionadas ao reconhecimento, utilização, interpretação e proposição de modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos (Brasil, 2002). Construir competências como essa não parece possível a partir apenas de uma abordagem formal das teorias físicas, reduzida, muitas vezes, à resolução de exercícios e aplicação de fórmulas. O professor terá que reconstruir os saberes que serão apresentados aos alunos, como foi feito no caso deste curso de Eletromagnetismo.

Por isso, o curso de Eletromagnetismo, do modo como foi elaborado e apresentado aos futuros professores, permitiu um conjunto de questionamentos por parte dos alunos que dificilmente estariam presentes em uma abordagem usual, comum nos manuais de formação. Ou mesmo em discussões mais amplas dos cursos de Metodologia do Ensino (didático-pedagógicas), pois nesse caso fica difícil resgatar os aspectos conceituais e formais. Esta articulação fica sob a responsabilidade do aluno. As disciplinas de contepudos específicos de física poderiam contribuir também para esse articulação e, por conseguinte, para a formação do professor. A análise dos diálogos presentes nas aulas mostra que temas como a relação entre a física e a matemática, os limites da nossa intuição, o significado físico das operações matemáticas realizadas, a construção de modelos conceituais e vários outros, surgiram durante as aulas. Todos esses aspectos engrandecem e tentam aproximar os alunos de um entendimento mais amplo do que é a Física.

5. Referências

Brasil (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Ministério da educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília.

_____ (2002). *PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.

Chevallard, Y. (1991). *La Transposición Didáctica*: *Del saber sábio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Davis, K (2003). Change is hard: what science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, v.83, p.3-20.

Gil, D. P.; Senent, F.; Solbes, J. (1987) La introducción a la Física Moderna: um ejemplo paradigmatico de cambio conceptual. *Enseñanza de las ciências*. Barcelona: p.209-210.

Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. *Girep 2006 – International Conference.* August 2006, AMSTEL institute, Faculty of Science, University of Amsterdam, Netherlands.

Höttecke, D; Henke, A; Riess, F (2010). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, dec. 2010.

Matthews, M (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.

Ostermann, F; Moreira, M. (2001) A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, V.18, n.2, p135-151.

Perrenoud, P. (1999). Construir Competências é Virar as Costas aos Saberes? *Pátio – Revista Pedagógica*. Porto Alegre, n.11, novembro, p.15-19.

Pintó, R (2005). Introducing Curriculum Innovations in Science: identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *International Journal of Science Education*, v.89, p.38-55.

Ricardo, E. C; Zylbersztajn, A (2002). O Ensino das Ciências no nível médio: Um Estudo sobre as dificuldades na Implementação dos PCN+. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, V.19, n.3, p.351-370.

Villani, A; Dias, V.; Valadares, J. (2009). The Development of Science Education Research in Brazil and Contributions from the History and Philosophy of Science. *International Journal of Science Education*, v.32, pp.907-937.

EVALUACIÓN DE UN TALLER PARA LA ENSEÑANZA DE SONIDO EN BIOFÍSICA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Aiziczon, Beatriz[1]; *Cudmani, Leonor*[2]
[1]Cátedra de Biofísica. Departamento Biomédico. Facultad de Medicina. UNT.
[2]Instituto de Física. Facultad de Ciencias Exactas. UNT. Tucumán
baiziczon@gmail.com, lcudmani@herrera.unt.edu.ar

Resumen
Los fenómenos relacionados con la Biofísica del Sonido permiten reflexionar sobre los problemas que generan los hábitos de exposición al ruido; el tema resulta movilizador de los intereses de los alumnos y cobra relevancia en el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje relacionadas con el hombre, su vinculación con el medio y sus aplicaciones en Medicina. Tal es el caso de esta propuesta, donde se evalúa un taller realizado como prueba piloto con docentes, para la enseñanza de Biofísica en Ciencias de la Salud, cuya construcción metodológica se realizó a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado encuadrado en el Modelo de Aprendizaje Significativo Ausubeliano y el Aprendizaje Basado en Problemas, y está basada en estudios previos de las autoras (Aiziczon y Cudmani, 2004, 2005, 2007, 2008). Se aplican distintas estrategias a fin de facilitar la integración de núcleos conceptuales fundamentales favoreciendo la evaluación formativa.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo, Biofísica, Sonido, Ciencias Médicas

Introducción

La enseñanza tradicional de Biofísica en Ciencias de la Salud en general no se presenta interrelacionada con el hombre y su vinculación con el medio, no ofrece espacios curriculares que permitan la integración de contenidos ni su aplicación a la práctica profesional. En ese contexto su aprendizaje mecánico a partir de la fragmentación de saberes, obvia las peculiaridades epistemológicas de la asignatura y promueve un manejo algorítmico de símbolos abstractos.

El saber médico precisa un cuerpo de conocimientos relevantes, sistematizados en el que estén integrados los aportes de las Ciencias Básicas, para utilizarlos en la adquisición de nueva información; tal es el caso de los fenómenos relacionados con el Sonido y la audición y cobran importancia en el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje de Biofísica como las que desarrollamos en esta propuesta. La reflexión sobre el impacto de las nuevas tecnologías y los hábitos de exposición al ruido resultan movilizadores de los intereses de los alumnos.

Objetivos de investigación

- Proponer un modelo de aprendizaje superador
- Derivar criterios que guíen las estrategias de aprendizaje
- Diseñar un Modulo integrador facilitador de Aprendizaje Significativo
- Contextualizar los contenidos con aspectos relevantes que den sentido a su estudio y aproximen al alumno a su futura práctica profesional
- Analizar los resultados en base a categorías y extraer conclusiones

Objetivos de aprendizaje

- Interpretar procesos biofísicos en el organismo humano
- Reflexionar sobre los riesgos para la salud
- Promover medidas de prevención basadas en hábitos de vida

Marco teórico

El Modelo de Recepción-Transmisión de enseñanza de las ciencias está apoyado en un aprendizaje centrado en el docente privilegiando las clases teóricas como principal estrategia didáctica. La importancia de superarlo hace que la investigación didáctica se oriente a seleccionar criterios para aplicar nuevas estrategias en modelos más actuales.

1. Nos proponemos, por lo expresado anteriormente: Rescatar los criterios del contexto CTS (Ciencia Tecnología Sociedad) compatibles con el nuevo paradigma en Ciencias Médicas, que ponen el acento en familiarizar al alumno con el acceso a la información y la tecnología, y en la dimensión social, promoviendo la búsqueda de información desde distintas fuentes y creando condiciones en el aula para reflexionar sobre prevención de hábitos perjudiciales para la salud, otorgándole importancia al pensamiento crítico y la ética en la toma de decisiones responsables (Alonso Sánchez et al, 1996).

2. Trataremos de integrar al aprendizaje de los conceptos científicos, aspectos sobre su uso profesional en el contexto de la carrera

Este trabajo forma parte del Proyecto de investigación "Transferencia de resultados de investigación en la superación de dificultades en el aprendizaje de conceptos y procedimientos en ciencia y tecnología" (CIUNT, 2005-2008 y 2009-2012). Se partió de preguntas de investigación provenientes de nuestra experiencia docente, que reflejan los principales obstáculos encontrados empíricamente en la enseñanza de Biofísica y de la bibliografía relacionada. La identificación de factores subyacentes permitirá derivar criterios que guíen estrategias superadoras coherentes con el Modelo de Aprendizaje Significativo. Comprender los conceptos biofísicos se vería facilitado en un contexto que favorezca la percepción de su relevancia en los problemas clínicos de la práctica profesional, brindando oportunidades para integrarlos de modo horizontal y vertical con asignaturas de distintos años de la carrera y con problemas clínicos (Aiziczon, y Cudmani, 2004, 2010)

Consensos logrados entre teorías estructuralistas:

- El conocimiento es una construcción (reconstrucción, co-construcción)
- La construcción enraizada en la estructura cognoscitiva previa para que adquiera significación y estabilidad (investigar ideas previas e identificar conceptos inclusores)
- Integrar conceptuaciones, fines, metodologías, ontologías, para generar cambios significativos más o menos estables de la estructura cognoscitiva
- El rol del alumno como protagonista responsable de su aprendizaje
- El rol docente como facilitador (generador de situaciones de aprendizaje)
- Importancia de la interacción social para favorecer estos cambios (trabajo grupal)

El aprendizaje significativo es un proceso dinámico en el cual el alumno construye significados idiosincrásicos sobre la base de principios, conceptos y proposiciones, a partir de la disponibilidad de conceptos relevantes e inclusivos; centra su atención en la naturaleza del aprendizaje humano escolarizado; señala que el factor cognitivo más importante para generar estrategias de aprendizaje significativo y retención de los conocimientos, es conocer y tener en cuenta la estructura cognitiva del alumno en su

contenido sustantivo y en la organización de ese conocimiento; la interacción con el nuevo material, en función de ese anclaje, produce su asimilación y modificaciones significativas en la estructura cognitiva (Ausubel, 1981; Aiziczon y Cudmani, 2004, 2010). Desde el Pensamiento Complejo (Morin, 2002) surgen otras propuestas como "un saber necesario para la educación del futuro" que contribuye reuniendo y organizando los conceptos.

Criterios para diseñar estrategias: Facilitar el Aprendizaje Significativo receptivo implica diseñar estrategias que faciliten el pasaje de la estructura conceptual de la disciplina a la estructura cognitiva del alumno de manera significativa, promoviendo su claridad y estabilidad a partir de conceptos subsunsores que promuevan su integración con los nuevos conocimientos (Moreira, M. 1983; Moreira y Caballero, 2008): 1. *La facilitación sustantiva* identificando los conceptos relevantes, organizándolos, investigando la disponibilidad de subsunsores para el anclaje de estrategias de aprendizaje significativo, y concentrando el esfuerzo instruccional en ellos. *2. La facilitación programática* promoviendo la organización jerárquica de conceptos mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa, determinando la estructura lógica de los temas, organizándolos secuencialmente, favoreciendo la consolidación del aprendizaje, considerando la disponibilidad de conceptos relevantes subsunsores. *Estrategias que se proponen a partir del Marco Teórico* (Aiziczon y Cudmani, 2004): Investigar ideas previas y prerrequisitos, organizador previo, mapas conceptuales, diagramas secuenciales. Ausubel (1981) sostiene que para lograr aprendizaje significativo debemos considerar el significado lógico que se desprende del uso de material potencialmente significativo y el significado psicológico que implica la predisposición a aprender significativamente; puede facilitarse utilizando estrategias y materiales educativos que impliquen la participación activa del estudiante y el manejo crítico de la información. En este trabajo rescatamos el Principio de la no centralidad del libro de texto y el Principio de la no utilización de la pizarra como Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005).

El modelo de instrucción "por investigación": La estructura problematizada permite reestructurar *"temas clásicos"* según planteos constructivistas, potencia el aprendizaje de conocimientos científicos y el compromiso con la tarea, favoreciendo el cambio conceptual, epistemológico y actitudinal, otorgando sentido a su estudio y aproximando al alumno a su futura práctica profesional. En esta filosofía, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) permite integrar información de ciencias básicas y clínicas en la educación médica y "Aprender a aprender" (Barrows y Tamblyn, 1980, Venturelli, 2000; Alonso Sánchez et al, 1996; IIME, 2002), transforma el tema de estudio en un problema a investigar, reduciendo el currículo solo a los conceptos que puedan ser bien aprendidos y recordados a largo plazo (Gil Perez, Valdez Castro, 1995; Cudmani, 1998); enfrenta al alumno a situaciones abiertas, significativas en un trabajo colaborativo generando oportunidades para reflexionar, debatir y elaborar memorias científicas (Verdú et al, 2002; Aiziczon y Cudmani, 2004).

1. La planificación en este Modelo surge de preguntas que guían la toma de decisiones (Aiziczon y Cudmani, 2010): a. Problema estructurante y objetivos. b. Metas parciales. Revisar ideas previas y pre-requisitos. c. Secuencia de temas, actividades, y evaluación, según una estrategia. 2. Nuevos problemas a investigar. Las Sesiones de globalización enfrentan al alumno a tareas complejas; la evaluación formativa constituye la ayuda que reorienta la investigación y se evalúan todas las Memorias Científicas (Cudmani, Pesa y Salinas, 1986).

En esta propuesta se opta por el Modelo de Aprendizaje Significativo propuesto por Ausubel por sus aportes al aula de clase y se complementa con el modelo de Resolución de problemas bajo la guía del docente como experto, con los criterios CTS y de la Epistemología de la Complejidad (Morin, 2002)

Criterios que guían las estrategias de aprendizaje

(Aiziczon y Cudmani, 2008)*:* Facilitar el Aprendizaje Significativo, identificar modelos conceptuales del alumno e ideas previas, activar subsunsores, identificar conceptos clave y su estructura jerárquica, integrar núcleos conceptuales a partir de problemas relevantes, utilizar la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa como estrategias de aprendizaje y como instrumento de evaluación formativa, desarrollar habilidades de estudio autodirigido, favorecer la reflexión crítica, aumentar la motivación, aprender en un contexto similar al profesional, promover el razonamiento clínico.

Las *Competencias profesionales del Médico* (Res. Nº 1314, 2007) se establecen en los Contenidos Curriculares Básicos para la Carrera de Medicina. Entre ellas se señala: 12. "Utiliza el pensamiento crítico, razonamiento clínico…, metodología de investigación científica en la búsqueda de información…" 13. "Busca información en fuentes confiables" 14. "Analiza críticamente la literatura científica, 20. "Desarrolla actividades de autoaprendizaje y/o de estudio independiente en forma individual y/o en grupos de pares y/o con otros miembros del equipo de Salud" 34. "Identifica en la comunidad los grupos en riesgo de enfermar o morir por conductas, estilos de vida, condiciones de trabajo…". Algunos de los *Estándares* para la acreditación se describen según las *Competencias profesionales del Medico*: "…promover el desarrollo intelectual, el espíritu crítico y el sentido ético de sus alumnos en un clima de libertad, equidad y respeto por la diversidad" (I.6) "…contacto temprano con actividades de prevención de la enfermedad y promoción de la salud" (II.18) "Desde los primeros años de la Carrera se deben ofrecer a los alumnos experiencias educacionales que favorezcan la integración y/o articulación de los conocimientos" (II.2). Estos estándares y competencias se consideran también como *objetivos* en este diseño curricular.

Metodología

Este Taller representa la síntesis de una serie de propuestas para la enseñanza de Biofísica en Medicina que se venían aplicando por separado desde el año 2002 con alumnos de 2° año de la Carrera de Médico y está basado en estudios previos de las autoras. Su diseño fue realizado a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado (Aiziczon y Cudmani, 2004, 2007). Dado que el objetivo fue probarla con: a) alumnos b) profesores, se diseñó este Módulo como experiencia piloto a fin de convalidar la estrategia con los docentes que del taller. Un Taller previo de 16 hs con 14 docentes nos sirvió para ajustar la propuesta (Aiziczon y Cudmani, 2008).

Caracterización del marco contextual: Nos propusimos la construcción metodológica del Taller mediante la reunión de propuestas que habíamos realizado con alumnos respecto a *"Sonido, Ondas, Audición"*: se implementó: a) Una guía de actividades, presentadas como un módulo de integración en una enseñanza problematizada, con actividades en clase y a distancia, teniendo en cuenta el aspecto de salud pública, los datos estadísticos, medidas de prevención, y campañas de concientización a la población (Aiziczon y Cudmani, 2005) b) Una propuesta de actividades para el aula en una clase de 2 hs c) Un capítulo de libro, con los aspectos teóricos del tema, y con el

nuevo enfoque de Ondas, Sonido y Audición, con actividades para el aula y ejercitación a distancia (Rodríguez Maisano, Aiziczon et al, 2006)

Metodología de enseñanza

Marco contextual: La experiencia se realizó en el marco de un Taller de 8 hs distribuidas en 2 sesiones, con la participación de 40 profesores de Biofísica de Carreras Universitarias de Ciencias Naturales y de la Salud, de Ciencias de EGB III y Polimodal, de Institutos de Formación de Formadores en la Enseñanza de la Física y las matemáticas.

1. Introducción. Contenidos: marco teórico; estrategias en que se encuadran las actividades. Fundamentación del enfoque para biofísica, centrado en el hombre y su medio ambiente
Contenidos: fundamentos biofísicos de sonido, audición, contaminación acústica, efectos del ruido sobre la salud. *Actividades:* construcción metodológica aplicando diferentes estrategias de aprendizaje a partir de los criterios que derivan del Modelo. 1. investigar ideas previas mediante encuesta. 2. Clase expositiva sobre sonido, comentarios de artículos periodísticos relacionadas con hábitos de exposición al ruido de la juventud. Desarrollos teóricos a cargo de los docentes sobre resultados de nuestras investigaciones sobre ideas previas de sonido: Lectura de fragmentos del trabajo "*Ondas, sonido y audición: ideas previas de los estudiantes en ciencias médicas*" de Aiziczon y Cudmani (2007); discusión sobre la encuesta. Síntesis y conclusiones. 3. Actividades de Integración básico-clínica como estrategias de enseñanza: A modo de ejemplos se interpretan curvas audiométricas con datos simulados 5) Medida de la intensidad sonora mediante decibelímetro en distintas situaciones de la vida diaria, Valores Normales (OMS). Sonido y ruido. Incidencia social de fenómenos acústicos. 6. Búsquedas en Internet de aplicaciones médicas (a distancia) 7. *Evaluación final grupal* (Actividad integradora): Diseño de una "Campaña de prevención" aplicando los conceptos biofísicos manejados, considerando la pérdida de audición por exposición al ruido. Propuesta para transferir a los jóvenes destacando la relevancia para su vida productiva futura. Exposición grupal oral en plenario usando power point. Proyectos de investigación se proponen a partir de otras preguntas del cuadro.

Tabla 1: Guía de Actividades "Los sonidos: ¿amigos o enemigos?"

Metodología de investigación

Descripción de los instrumentos para recolectar datos: los resultados fueron analizados sistemáticamente en término de categorías y dimensiones seleccionadas mediante: a) *De trabajo grupal:* Propuesta de una campaña de prevención relacionada con hábitos de exposición al ruido. b) *De desempeño individual:* 1) desempeño en la exposición 2) encuesta de opinión.[100]

Análisis de los datos recogidos en las Campañas de prevención: Se procedió a identificar Dimensiones y Categorías mediante cuidadosa lectura y relectura basada en la sistematización y análisis de los datos recogidos, utilizando un enfoque interpretativo a partir del marco teórico explícito, que permitan el análisis, interpretación y fundamentación de las conclusiones.

Categoría 1: *Educar en las Escuelas*: C1.D1: *Contenidos*: 1.1 Ondas, Sonido,	10

[100] Por razones de espacio en este trabajo se extraerán conclusiones parciales

Propagación; Intensidad 1.2 Audición. 1.3 Contaminación sonora. Ruido. Efectos en el organismo humano. 1.4 Prevención 1.5 Valores s/Organización Mundial de la Salud OMS 1.6Aplicaciones médicas.1.7. Legislaciones.	0
C1.D2: Tratamiento Interdisciplinario: Física, Biología, Ciencias de la salud, Relaciones CTS. Educación Cívica.	90
C1. D3: investigación bibliográfica en distintas fuentes	10 0
C1.D4: Estrategias integradoras: ABP. Módulos integradores. Sensibilizar sobre riesgos de la exposición sonora.	50
C2: *Educar a la población*: C2.D1 Campañas de prevención D1.1 Sensibilizar sobre la problemática social e individual. D1.2 Promover la participación activa C2.D1.3 disminuir la contaminación acústica	90
C2.D2: Riesgo laboral por exposición al ruido. Seguridad industrial. Seguridad social ART. Aislamiento acústico.	50
C2.D3: Legislaciones vigentes. Organismos de Control	60

Tabla N° 2: Categorías y dimensiones del Modulo I: "Campaña prevención del ruido" (%)

Marque la opción que comparta:	*sí*	*mas/menos*	*no*
1. ¿el taller respondió a sus expectativas?	90%	10%	0%
2. a. ¿*las actividades* eran adecuadas a los objetivos? b. ¿Tuvieron una guía adecuada? c. ¿Tienen transferencia inmediata al aula?	90% 90% 100%	20% 20% 0%	0% 0% 0%
3. ¿Qué actividad le pareció más eficiente?	80% Campaña de prevención 40% curva audiométrica, ; 40% medir con el decibelímetro		
4. *desempeño de los docentes:* a. ¿alentaron la participación'? c. ¿Respetaron las diversas opiniones? d. ¿tenían buen manejo de los temas?	90% 90% 100%	10% 10% -	
5. El trabajo grupal fue favorable para el aprendizaje?	90%	10%	
7. ¿reduciría alguna actividad del Taller?	90% no; 10% reducir la parte expositiva,		

Tabla N° 3: Resultados de la encuesta de opinión a los alumnos para evaluar el Taller

Resultados de la encuesta de opinión: la propuesta fue altamente satisfactorio ya que las actividades desarrolladas tienen transferencia al aula; en un 90% cumplió las expectativas; consideran muy enriquecedora la interacción grupal y la discusión en plenario el 90%.

Análisis de resultados en base a categorías establecidas

Facilitar el Aprendizaje Significativo: Las Campañas de prevención, como documentos de reconstrucción crítica, favorecieron la identificación, comprensión y aplicación de conceptos biofísicos involucrados mediante la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa, mostrando la relevancia de la asignatura para su futuro profesional.

Identificar ideas previas la lectura del artículo sobre resultados de investigación sobre ideas previas facilitó la discusión sobre la encuesta inicial. Los artículos periodísticos y las imágenes de la exposición teórica como organizador previo, permitieron activar subsunsores relevantes y funcionaron como disparador de las campañas de prevención.

Evaluación: la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa utilizadas como instrumento de evaluación formativa, permitió retroalimentar el proceso.

Aprender en un contexto similar al profesional el tratamiento contextuado de la audiometría y la medición de la intensidad sonora, importantes en su futura práctica profesional, promovieron la reflexión sobre los conceptos biofísicos involucrados.

Desarrollar habilidades de estudio autodirigido Se puso de manifiesto en la búsqueda de información, la creatividad y compromiso con las campañas de prevención, aumentando la motivación y estimulando la reflexión y el análisis crítico de la información.

Conclusiones

El taller puso en evidencia la calidad de los aprendizajes integrados y resultó un espacio curricular ideal para "reajustar" contenidos curriculares, aplicar los conceptos biofísicos de Sonido rescatando las relaciones CTS y promoviendo el protagonismo de los alumnos. Destacamos cómo un tema tradicional de Física cobra relevancia al ser encarado desde una perspectiva integradora y más cercana a los problemas actuales de pérdida de audición, abriendo la posibilidad de que los jóvenes reflexionen sobre sus hábitos de exposición al ruido y sus consecuencias en la salud. De los datos recogidos consideramos positivo el cambio del enfoque reduccionista del tema por una propuesta superadora ocupándose de temas relevantes de la práctica médica desde una perspectiva interdisciplinaria y problematizada que contemple los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales. El interés de los profesores por la posibilidad de transferencia de estrategias superadoras a su medio se vio reflejado en la creatividad en el diseño de las campañas de prevención (Perales Palacios, 1997). Resaltamos la importancia de la lectura de los artículos periodísticos como puentes cognitivos para recuperar el conocimiento significativo obliterado, entre lo que el alumno ya sabe pero es incapaz de percibir su relación con el nuevo conocimiento Moreira y Caballero (2008). Coincidimos con González y Cudmani (2006) y con Campanario y Moya (1999) en la relevancia de "reajustar" contenidos curriculares a partir de la aplicación de diversos materiales educativos y estrategias instruccionales, aplicando Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005) para la adquisición de competencias en el manejo crítico de la información, promoviendo la percepción de la relevancia del tema biofísico, favoreciendo la predisposición a aprender significativamente.

Referencias

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2004) "El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final". *Simposio de Investigadores en Educación en Física, 7. Memorias…SIEF7.* Santa Rosa. La Pampa. pp. 1-8.

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2005) "Una propuesta instruccional para física en ciencias de la salud: ondas, sonido y audición". *Reunión Nacional de Educación en Física, 14. Memorias…REF XIV*. San Carlos de Bariloche, Argentina.

Aiziczon, B.; Cudmani, L. (2007) "Ondas, sonido y audición: ideas previas de los estudiantes en ciencias médicas" *Caderno Brasileiro de Ensino de Fisica*. dez. 2007, 24(3), p. 360-399.

Aiziczon, B.; Cudmani, L. (2008) "Una Propuesta Superadora Para el Aprendizaje y evaluación de Biofísica". *Simposio de Investigación en Educación en Física, 9. Memorias…SIEF9.* Rosario, Argentina. Pag. 1-13.

Ausubel, D. (1981) *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo.* Ed. Trillas. Méjico

Barrows, H.; Tamblyn, R. (1980) *Aprendizaje Basado sobre Problemas. Una propuesta para la Educación Médica*. New York. Springer Publishing Company.

Cudmani, L. (1998) "Resolución de problemas en el aula". *Revista de Ensino de Física.*v.20,n 3.

Gil Pérez, Valdez Castro (1995) "Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas: el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo". *Didáctica de las ciencias*, 2(3), p. 1-22

Moreira, M.A. (2005) *Aprendizagem Significativa Critica/ Aprendizaje Significativo Critico*. Porto Allegre. Editorial Adriana M. Toigo.

Moreira, M.A. (1983) *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física.* Editora da Universidade. 1° edición. Porto Alegre. Editora da Universidade

Moreira, M.A.; Caballero, C. (2008) *La Teoría del Aprendizaje Significativo*. *Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias.* 1°ed. Porto Alegre/Burgos.

Morin, E. (2002) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* Bs As Nueva visión.

Perales Palacios, F. J (1997) Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), p. 233-247

Rodriguez Maisano E, Aiziczon Beatriz et al. (2006) *Temas de Biofísica para Trabajos Prácticos*. 2° ed. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán. UNT. Argentina.

Röederer J. G. (1997) *Acústica y Psicoacústica de la música*. Argentina. Ricordi.

Venturelli, J. (2000) *Educación Médica. Nuevos enfoques, metas y métodos.* Serie Paltex: Salud y Sociedad. N° 5. Organización Panamericana de la Salud. OPS. OMS. Washington.

Verdú Carbonell, Martínez Torregrosa, Osuna García (2002) "Enseñar y aprender en una estructura problematizada" *Alambique*, v .4, p. 47-55

Apéndice: *Ejemplos de campañas de prevención de exposición al ruido propuestas por los participantes*

Campaña 1: objetivo: reflexionar sobre los perjuicios al organismo humano la excesiva exposición sonora. *Contenidos:* ondas, sonido, intensidad sonora, audición.

Metodología de trabajo: Aprendizaje basado en Problemas. A partir de un problema abierto deben interpretar el rol de una Empresa Consultora y asesorar a una compañía aseguradora (ART) sobre los riesgos de la exposición sonora. *Disciplinas involucradas:* Biología, Física, Tecnología. *Evaluación:* continua, abarcando aspectos cognitivos, procedimental y actitudinal. *Palabras clave:* constructivismo, interdisciplinariedad.
Campaña 2: 1° etapa: *sensibilizar* para captar la atención del público de la problemática social e individual y posibles vías para combatirla: secuencia de carteles publicitarios en puntos frecuentados por jóvenes (escuelas y boliches.) 2° etapa: *participación activa para revertir la problemática de la contaminación sonora y de las afecciones auditivas* búsqueda bibliográfica sobre: *ondas y sonido, aparato auditivo*. Trabajo coordinado (biología/física/Educación Cívica) información complementaria (hipoacusias leves, sorderas); legislaciones que se aplican a personas y/o empresas que las incumplen. 3° etapa: Evaluación: elaboración de una *campaña publicitaria*: 1. contaminación sonora. 2. prevención de problemas auditivos.

LA UTILIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS COMO ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA. UN ANÁLISIS CUALITATIVO APLICADO A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MECÁNICA POR ALUMNOS DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICA

Fabián Gabriel Díaz
Instituto del profesorado "Espíritu Santo", Quilmes, Buenos Aires, Argentina -
I. S. F. D. y T. N° 103 de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina.
fabiangoldiaz@yahoo.com.ar

Resumen
Este trabajo es un estudio de casos, en el marco de un proceso de ingeniería didáctica, que relaciona los campos de la Didáctica de la Matemática y de la Didáctica de la Física. En él se analiza la incidencia del uso de modelos matemáticos, utilizados en la resolución de problemas de Física, sobre el aprendizaje de los alumnos del profesorado de la matemática. Entre los ejes de discusión se consideran las estrategias y modelos matemáticos que se ponen en juego al resolver problemas, la génesis de estas estrategias y modelos, y su utilidad como facilitadores de la comprensión de los diferentes sentidos, tanto de conceptos matemáticos de los fenómenos físicos. Por último, se proponen algunas líneas de investigación con las que se podrían complementar el presente estudio.
Palabras clave: matematización -modelos matemáticos - problemas - estrategias de resolución -

1. Introducción

El presente estudio de casos se propone indagar acerca de las formas en que los alumnos utilizan saberes matemáticos y los vinculan con la resolución de problemas en física; en particular, interesa reflexionar acerca de los modelos matemáticos que se ponen en juego en este proceso. Esta indagación se realizará desde la perspectiva de intentar determinar:

- Los tipos de modelos matemáticos que los alumnos resolutores utilizan como estrategia al intentar solucionar problemas de física.
- Las formas que adoptan estos modelos en las resoluciones.
- Las implicaciones didácticas del uso de modelos matemáticos en la resolución de problemas de física.

2. Formulación del problema de investigación

El propósito de este trabajo es observar, analizar y obtener algunas conclusiones acerca de cómo se vinculan los saberes matemáticos con los fenómenos físicos en contextos de resolución de problemas. Por esto, se propone discutir, entre otros aspectos, las siguientes cuestiones:

i. *¿De qué manera utilizan los alumnos a la matemática –es decir, los conceptos y procedimientos matemáticos- como herramienta para modelizar fenómenos de la física escolar y resolver problemas de mecánica?* El enfoque de dicho interrogante está asociado al tipo de estrategias que los alumnos ponen en juego al resolver problemas de física.
ii. *¿Qué modelos predominan y de dónde provienen?* Se indagará sobre el origen de los modelos matemáticos que se manifiestan en la resolución de problemas.

Además, se intentará identificar los tipos de modelos más predominantes y aquellos que no pueden ser transferidos a los contextos de su aplicación.

iii. *¿En qué medida favorece la utilización de modelos matemáticos a la conceptualización en física?* Se intentará identificar los modelos matemáticos que se usan en la resolución de problemas de física y se buscará precisar si la matemática se constituye en un instrumento para la construcción del conocimiento en física escolar en los alumnos del último año del profesorado de matemática.

3. Marco teórico

El análisis de situaciones en las que interviene fenómenos físicos involucra un proceso de matematización. Este tipo de procesos se ponen en juego siempre que se resuelven problemas, ya sean estos matemáticos o extramatemáticos. La matematización de situaciones se construye en distintas etapas:

1°. Análisis de la situación con intención de matematizarla.

2°. Aplicar sobre ellos algún tipo de modelo matemático conocido o desarrollar uno nuevo.

3°. Constatar el modelo de forma experimental, ya que ninguna construcción teórica es acabada (Alsina, C. 2006).

La finalidad de aplicar el modelo a una situación es puramente experimental; sirve para hallar una solución a un problema determinado. El modelo de la situación será el producto de una abstracción matemática en la que se describe y caracteriza un fenómeno físico por medio

El proceso de matematización, entendido en este trabajo como la utilización de modelos matemáticos para resolver problemas de física, se puede interpretar como una traducción al lenguaje, las estructuras y representaciones gráficas propias de la matemática de un fenómeno físico contextualizado en un problema, con el objetivo de poder encontrar para ella la solución más adecuada.

Un modelo es una construcción teórica en la que se establece una representación particular de una situación, hecho o fenómeno que se constituye como objeto de estudio o problema de investigación. Este constructo teórico no es una descripción – entendida como la caracterización objetiva de la situación, hecho o fenómeno – sino una forma particular de interpretar y representar el objeto de estudio (Joshua, S.-Dupin, J. 2005). Un modelo se desarrolla por medio de conceptos y enunciados que establecen vínculos entre dichos conceptos. Las relaciones entre las nociones que constituyen al modelo pueden ser cualitativas o cuantitativas, siendo las últimas las que requieren la utilización del lenguaje matemático para ser enunciadas de forma sintética. La validez del modelo dependerá, entre otras cosas, del modo en que se ajuste a la situación que pretende describir o los problemas que permite resolver.; es por esto que en ciencias experimentales los modelos son confrontados con la realidad que pretende interpretar (Joshua S.- Dupin J. 2005).

En física, un modelo que permita exponer las características de los fenómenos debe responder a los requisitos antes mencionados. Ese modelo estará emparentado a una manera particular de percibir y concebir la realidad modelizada. Un modelo matemático será cualquier estructura matemática, proveniente de alguno de los campos de estudios específicos –álgebra, geometría, cálculo diferencial e integral, etc.- elegida o diseñada a alguna entidad – física, biológica, social, económica o también, un problema

matemático - que se ajuste a las condiciones conceptuales del objeto de estudio en cuestión. Los modelos matemáticos poseen una doble función:
- Se utilizan como herramientas en la resolución de problemas para matematizar situaciones matemáticas o extramatemáticas -particularmente, fenómenos físicos-; se considera que la modelización matemática es una estrategia fundamental para resolver problemas de física.
- Se constituyen en objetos de conocimiento en el ámbito del aprendizaje de la matemática.

La actividad matemática en el aula debe considerar entonces que la enseñanza y el aprendizaje de los objetos y estructuras matemáticas requieren de un tratamiento que considere los siguientes aspectos:
- Se debe favorecer una simbolización adecuada para que los alumnos puedan representar correctamente las entidades que maneja en distintos tipos de registros o marcos.
- Se debe estimular, por medio del estudio de los diferentes métodos de demostración, una manipulación rigurosa y racional de los objetos matemáticos y sus propiedades.
- Se requiere que los alumnos logren establecer vínculos entre los objetos matemáticos estudiados y diversas situaciones del entorno cotidiano y de otras disciplinas. El propósito de esto es que los alumnos logren desarrollar un dominio efectivo de la realidad estudiada (hecho, fenómeno o proceso) para poder matematizarla. (Guzmán, M. 1992)

4. Trabajo de campo

El desarrollo de este trabajo se constituye bajo la estructura de la metodología del estudio de casos, debido a que interesa estudiar los procesos de resolución de problemas de física y las estrategias utilizadas en un contexto particular. El grupo seleccionado está compuesto por seis alumnos del cuarto año del Profesorado para el Tercer Ciclo de la EGB y el Polimodal en Matemática de institutos superiores de formación docente de la provincia de Buenos Aires. Los alumnos/casos seleccionados pertenecen a instituciones de gestión privada; dos de un instituto del distrito de Quilmes y cuatro del distrito de Lomas de Zamora. Todo el grupo elegido se manifestó interesado en participar de la resolución de problemas y posteriores instancias de entrevistas.

Esta investigación se desarrolla, entonces, como un estudio de casos bajo el diseño de una ingeniería didáctica (Artigue, M. 1995) que consta de las siguientes instancias:

Análisis preliminar, que se constituye en dos etapas:

a) Análisis de los contenidos de matemática y física que se ponen en juego en la resolución de problemas. Este análisis se realizó sobre la base de la lectura de los proyectos de cátedra y los contenidos de los P.C.I. de las instituciones formadoras (aspectos epistemológico y prescriptivo).

b) Análisis de la fundamentación de dichos espacios (aspecto didáctico).

Concepción y análisis a priori, que consiste en la descripción del protocolo de resolución de problemas y de instrumentos de registro de las resoluciones y las estrategias que se ponen en juego –entre ellas, las concernientes a la utilización de modelos matemáticos-. Se incluyeron en el instrumento, se definieron las siguientes *variables microdidácticas* (Artigue, M. 1995), formuladas en la consigna:

- Los alumnos/casos pudieron disponer de distintos materiales de apoyo para la resolución: libros, apuntes de clase, computadora con acceso a Internet, software o cualquier otro material que consideren necesario.

- Los alumnos/casos realizaron consultas entre ellos, tanto acerca de la interpretación de las consignas como en los métodos, estrategias o pasos a seguir en las resoluciones.

Los problemas incluidos en el instrumento se presentan a continuación (cuadro 1):

1. *Un jugador de básquet lanza un tiro libre al cesto desde la posición reglamentaria. Suponiendo que la velocidad inicial v_0 es constante y es suficiente para que se pueda convertir el tanto, determine el conjunto de ángulos desde los que es posible anotar el tanto. Para resolver la situación se tendrá en cuenta:*

- *Que el rozamiento entre la pelota y el aire es despreciable.*
- *Se considera que se convierte el tanto si el punto inferior de la pelota impacta en cualquier punto del diámetro máximo del cesto, siempre en movimiento descendente.*
- *Se considerarán los dos casos: tanto directo y rebote.*
- *Se supone que el jugador lanza desde una altura* $h_0 \neq 0$.

Escriba el desarrollo que permite determinar la solución[101].

2. *El director técnico del seleccionado nacional, después de sufrir una derrota contundente, por Eliminatorias para el campeonato mundial de 1998, contra la selección boliviana en el estadio de La Paz, inmortalizó la frase "la pelota no dobla". La ciudad boliviana se encuentra a 3.640 m sobre el nivel del mar. Analice la veracidad de la frase desde el punto de vista de la física y determine si una pelota se ve o no afectada por el cambio de altura.*[102]

3. *Una bola de nieve rueda por la ladera de una montaña incorporando a su masa m(t) una cantidad de nieve por unidad de tiempo que es 0,2 kilogramos por cada kilogramo de masa y por cada segundo. Si se sabe que al principio la bola de nieve pesa 10 kilogramos. ¿Cuánto pesará al cabo de tres minutos?*

Cuadro 1: Problemas del instrumento.

Cada uno de los problemas se puede resolver aplicando algún modelo matemático: el modelo cuadrático en el caso del primer problema, la ecuación de Bernoulli para fluidos en movimiento, en el segundo problema, y un modelo exponencial producto de la resolución de una ecuación diferencial –asociada a un sistema dinámico-, en el tercero.

Experimentación, involucra el trabajo de campo propiamente dicho y consiste en:

- La resolución del instrumento, de acuerdo con las condiciones que se establecen en el *análisis a priori*.

-Una serie de entrevistas con cada uno de los alumnos /casos, con el propósito de ahondar acerca de las estrategias utilizadas, motivando la reflexión metacognitiva y, por ende, identificación de las estrategias utilizadas y la reflexión acerca de sus orígenes.

Análisis a posteriori y validación. Con los datos obtenidos en el trabajo de campo, se realiza un análisis de las estrategias de resolución y de los modelos matemáticos utilizados.

[101] Problema adaptado del artículo de Martínez Pons, *Un problema planteado como actividad de investigación: estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro de baloncesto*, publicado en 2000 en la Revista Enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona.

[102] Este problema es una adaptación del que fue publicado en el libro ***"Física. Movimiento, interacciones y transformaciones de energía"***, obra colectiva de Ediciones Santillana publicada en 2008.

5. Presentación de los resultados

5.1. Análisis a priori. Sobre la base de la revisión de los contenidos incluidos en los proyectos de los distintos espacios de formación disciplinar, se puede afirmar, al menos a priori, que los alumnos cuentan con herramientas disciplinares para resolver los problemas propuestos en el protocolo. El encuadre de los proyectos de cátedra presenta las siguientes características:

a) **Marco curricular**: los contenidos seleccionados en la gran mayoría de los proyectos, se toman como un *recorte* del diseño curricular. La lógica de secuenciación es disciplinar; se presentan estos contenidos considerando un orden de complejidad.
b) **Marco epistemológico**: en las propuestas de los proyectos, se recalca la utilidad de la matemática en la resolución de situaciones problemáticas. Se presenta, en consecuencia, un enfoque práctico de la matemática, aunque esto no necesariamente implica una propuesta centrada en problemas.
c) **Marco didáctico**: no se explicitan las concepciones didácticas sustentadas.

5.2- Experimentación y análisis a posteriori.

Una vez desarrolladas, revisadas y analizadas las resoluciones de los problemas se abordó, con cada grupo de trabajo, un análisis cuya información se amplió a partir de datos aportados en una entrevista. Cada uno de los protocolos de las entrevistas se estructuró de acuerdo con lo observado en las resoluciones y su finalidad fue la de orientar el diálogo establecido entre el investigador y los casos, aunque no constituye una entrevista cerrada. La información obtenida en estas instancias se presenta a partir de dos dimensiones de análisis:

D1) Las formas de utilización de modelos matemáticos como estrategia y la interpretación de los resultados. El propósito de las preguntas que pertenecen a esta dimensión de análisis es corroborar las cuestiones referidas al uso de modelos matemáticos como parte del desarrollo de estrategias de resolución de problemas de física, que se desprenden del análisis de resolución de los problemas y de la observación directa de dicho proceso.

D2) El origen de los modelos matemáticos y de las estrategias utilizadas. Cuestiones que apuntan a reconstrucción de la historia académica de las alumnas / casos y, además, poner la información adquirida por medio de esta indagación en contraposición con el análisis a priori, donde se habían revisado de los proyectos de cátedra con esta misma finalidad.

A modo de ejemplo, se exponen las unidades de información obtenidas en las resoluciones de problemas y de las entrevistas con uno de los grupos de trabajo (tablas 1 y 2).

Problema 1	Las alumnas / casos afirman haber presentado dificultades para reconocer el modelo que se ajusta a la situación. Reconocen los objetos matemáticos utilizados pero no reconocen la utilización del modelo cuadrático.
	No logran interpretar los resultados obtenidos con el modelo cuadrático, es decir, no identifican que el conjunto solución está formado por dos intervalos de ángulos posibles.
	No encuentran un modelo adecuado a la segunda parte del problema (no reconocen la necesidad de volver a utilizar el modelo cuadrático para obtener la solución).
	Utilizan como estrategia principal la búsqueda de información. No

Problema 2	identifican el modelo matemático que permite representar la situación.
	A partir de la información hallada, intuyen que pueden utilizar la ecuación de Bernoulli pero no interpretan su significado.
	Hacen referencias a fórmulas de forma inconexa sin identificar el modelo que permite solucionar el problema.
Problema 3	Reconocen el modelo exponencial sin justificar, realizando analogías con otros problemas de crecimiento exponencial.
	No pueden evaluar los resultados obtenidos al utilizar el modelo ni encuentran una manera de validar el modelo ni los resultados.

Tabla 1: Utilización de modelos matemáticos e interpretación de resultados.

Dimensión 2
- Las alumnas / casos manifiestan que en su formación inicial resolvían problemas en un buen número de espacios disciplinares, aunque confunden problemas con ejercicios con enunciados coloquiales.
- En general, las situaciones que sus docentes planteaban en la formación inicial no tenían vínculos con otras disciplina -salvo en el espacio de Matemática Aplicada-.
- No todas las situaciones planteadas en esos espacios correspondían, estrictamente hablando, a problemas - en el sentido que se le da a este concepto en el presente trabajo- .
- En la resolución de ejercicios de Física -comúnmente cuantitativos- utilizaban modelos matemáticos sencillos. La propuesta del docente incluía la discusión y la justificación de todo lo que se realizaba.
- En general, la reflexión metacognitiva fue escasa a lo largo de la formación docente.

Tabla 2: Origen de los modelos y estrategias utilizadas.

6. Conclusiones

a) Conclusiones del análisis preliminar. Del análisis de los contenidos de matemática y física, se puede afirmar que los alumnos cuentan con las herramientas matemáticas suficientes para resolver problemas de física. Del análisis de las fundamentaciones de los espacios y de las metodologías de enseñanza propuestas en ellos también se desprende que, de acuerdo a lo escrito, los alumnos del profesorado de matemática se enfrentan a distintos tipos de ejercicios y problemas. Se verá líneas más adelante que esto último entra en contradicción con la descripción de la historia académica que las propias alumnas / casos hicieron en las entrevistas realizada con ambos grupos. Se puede inducir que, de acuerdo con lo expresado en la manera de secuenciar los contenidos en la mayoría de los espacios, las propuestas didácticas y de gestión de la enseñanza responden a modelos tradicionales. Esta aseveración fue reafirmada por la información obtenida en las entrevistas.

b) Conclusiones de la experimentación. En la resolución de los problemas del instrumento, las alumnas/casos mostraron tener sólidos conocimientos de los temas tratados en su formación profesional. Aun así, no lograron modelizar todas las situaciones propuestas, tuvieron dificultades para expresar resultados, comprenderlos y validarlos. Aplicaron unas muy pocas estrategias de forma consciente, como el establecimiento de analogías o la búsqueda de información. Pareciera existir una dicotomía entre lo que los alumnos aprenden en el profesorado de matemática y lo que pueden aplicar al intentar resolver problemas de física que involucran el uso de

conceptos y procedimientos matemáticos, más aún cuando estos se utilizan en un proceso de modelización matemática.

En las entrevistas se pusieron de manifiesto, con mayor agudeza, las inconexiones entre lo que las alumnas/ casos saben y lo que pueden transferir como herramientas para resolver problemas de física. Al dialogar acerca de las resoluciones, las alumnas pusieron de manifiesto las limitaciones metodológicas acerca de la resolución de problemas. Las estrategias que reconocieron fueron la realización de esquemas o dibujos, la búsqueda de información y el uso de razonamientos análogos. Al mostrarles algunos errores matemáticos cometidos rápidamente los reconocieron. Pero no tuvieron la misma pericia al confrontar nuevamente con los modelos utilizados y, muchos menos, al intentar validarlos e interpretar los resultados obtenidos por medio de ellos.

En los proyectos de cátedra, anteriormente analizados, los docentes dejan constancia de la importancia de la utilización de problemas en sus propuestas didácticas. Sin embargo las alumnas recordaron muy pocas ocasiones en las que las actividades realizadas en los distintos espacios sean realmente problemas. Respecto del uso de estrategias, muestran una escasa capacidad de reflexión acerca de las que utilizaron en sus procesos de resolución.

A modo de conclusión general, es posible resaltar los siguientes aspectos:

- Los alumnos del profesorado que conformaron los casos logran aplicar aquellas estrategias que sus docentes "muestran" en sus clases y, por tanto, les resultan familiares.
- Los alumnos utilizan tan solo unos pocos contenidos matemáticos para elaborar modelos matemáticos de situaciones. Estos contenidos no constituyen una parte significativa de lo que ellos aprenden en sus procesos de formación.
- Entre los modelos matemáticos que utilizan se encuentran aquellos que se pueden elaborar a partir de conceptos y procedimientos matemáticos más elementales que los estudiados en sus carreras de formación profesional docente. En particular, predominan las ecuaciones y funciones que estudian en los niveles Polimodal o secundario.

El uso de modelos matemáticos por parte de los alumnos debe ir acompañado de un trabajo de reflexión sobre lo actuado. De acuerdo con esto, es necesario expresar que los modelos matemáticos se constituirán en estrategias que formen parte de las herramientas que disponen los alumnos siempre y cuando se favorezca su uso y se discuta acerca de los resultados obtenidos a partir de ellos.

En general se pretende que los docentes de matemática sean capaces de generar proyectos interdisciplinarios. Pero este propósito resultará inalcanzable si no se realizan propuestas de enseñanza, a nivel de la formación docente, que incluyan verdaderos y buenos problemas que integren la matemática a situaciones cotidianas y de otras disciplinares.

En prospectiva, en el desarrollo del presente ciclo lectivo, se están elaborando instrumentos para extender la indagación a otros grupos de alumnos casos, con el propósito de obtener elementos para el diseño de unidades didácticas que tiendan a favorecer el uso de modelos matemáticos en las resoluciones de problemas.

7. Referencias

Alsina, C. 2007. *"Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¡cuántas esposas tuvo Enrique IV? El realismo en educación matemática y sus implicaciones docentes",* en www.rieoei.org, Nº 43, Enero – Abril de 2007.

Artigue, M. (1996). *"La ingeniería didáctica en la educación matemática"*. Bogotá, Una empresa docente.
Chevallard Y.-Bosch M.-Gascón J. (1997), *"Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje"*, Cuadernos de educación para profesores, padres y alumnos, vol. 22, Barcelona, Horsori.
D´amore B. (1997). *"Problemas: pedagogía y psicología de la matemática en la resolución de problemas"*. Madrid, Editorial Síntesis.
Erice, M. y otros. (2007). *"Estrategias de resolución de problemas en el aprendizaje de contenidos de física en el 3er ciclo de la EGB"*, publicado en http:www.fisica.ucr.ac.cr/varios/ponencias/5estrategias%20de%20resolucion.pdf (artículo consultado el 01/03/09).
Guzmán, M. (2000). *"Matemática y estructura de la naturaleza",* en Revista Ábaco, N° Extra 25-26, pág. 24-45.
Johsua S. y Dupin J. (2005*). "Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática"*. Buenos Aires, Editorial Colihue.
Lopes, B.- Costa, N. (1996). *"Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicancias educativas"*, en Revista Enseñanza de las ciencias, 14 (1), pág. 45-61.
Martínez Pons, J. A. (2000). *"Un problema planteado como actividad de investigación: estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro de baloncesto"*, en Revista Enseñanza de las ciencias, 18 (1), pág. 131-140.
Perazzo, A. Y Gratton. J. (2004). *"La pelota de fútbol, ¿dobla o no?",* Anales de la Asociación de Física de Argentina (en *www.unicen.edu.ar/crecic/analesafa/vol16/a4-13-16.pdf*, consultada el 05/01/2010).
Santos Trigo, L. (1997). *"Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas"*. México D. F., Grupo Editorial Iberoamérica.
Steiman, J. (2004). *"Los Proyectos de Cátedra"*, ficha de la Cátedra Didáctica IV de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNLZ.

LA ESTADÍSTICA DE LA MANO DE LA FÍSICA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Javier E. Viau ; Alejandra Tintori Ferreira ; Esteban Szigety ; Horacio Gibbs
Facultad de Ingeniería. IFIMAR. UNMdP
grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Resumen
Actualmente en los diseños curriculares, de la enseñanza de la física en el ciclo superior de la escuela secundaria, se han incorporado temas como "La energía generada en la estrellas, fusión y fisión y nuclear, radiactividad natural", es decir, la energía y sus transformaciones.
El abordar temas de mecánica estadística en el nivel secundario trae aparejado una problemática, que es el análisis del comportamiento estadístico que debe otorgársele a la agitación térmica de la materia, que tiene su raíz en la falta de conocimiento de conceptos estadísticos por parte de los alumnos.
En este trabajo presentamos la utilización del modelo didáctico analógico que George Gamow tituló "el paseo del borrachín" para abordar el estudio del movimiento Browniano. Esta analogía nos permitió elaborar una propuesta para 5º año del secundario basada en la actividad experimental, con el objetivo de acceder a la problemática estadística planteada.

Palabras clave: termodinámica, mecánica estadística, movimiento browniano, atomismo.

1. Introducción

La Estadística tiene cada vez más influencia en la sociedad. En los periódicos aparecen diariamente resultados estadísticos sobre economía, salud, opinión, política.
La estadística hace acto de presencia cuando el grado de conocimiento de un fenómeno es impreciso. Hubo un tiempo que se pensaba que todo estaba bien determinado. Grandes científicos y pensadores así lo creían. Entre ellos podemos citar: "Grandes, eternas e inmutables leyes determinan los caminos que todos recorremos sin rumbo fijo" (Goethe) o
"Dios no juega a los dados con el universo" (Einstein). Sin embargo, la metodología estadística ha intervenido en prácticamente todos los campos del conocimiento.
Son conocidas varias de las dificultades que enfrentan los alumnos con el lenguaje y con la conceptualización en las clases de ciencias. A través de los distintos medios de comunicación a los que tienen acceso, elaboran sus propios perfiles epistemológicos basados en la opinión y el sentido común sobre temas como los agujeros negros, la Teoría del Big Bang, la energía nuclear, etc.
Actualmente en los diseños curriculares de Física para el ciclo superior de la secundaria, se han incorporado temas como "La energía generada en la estrellas, fusión y fisión y nuclear, radiactividad natural".
Son muchas las razones presentadas en la literatura respecto a la necesidad de actualizar los currículos de física, en particular en secundaria, contemplando temas de física moderna (Gil et al., 1986; Barojas, 1988; Terrazzan, 1992). Entre dichas razones se destacan: difícil y abstracta; no obstante, las investigaciones en enseñanza de la física han mostrado que la física clásica también es difícil y abstracta para los alumnos, que

presentan serias dificultades conceptuales para comprenderla. Otros estudios atribuyen la ausencia de la física moderna, en la escuela secundaria, a las dificultades propias de los modelos involucrados, a la escasa bibliografía acerca del tratamiento didáctico de estos temas y a la inadecuada formación de profesores en el área disciplinar específica (Capuano et al., 1997).

La enseñanza de temas actuales de la física puede contribuir para transmitir a los alumnos una visión más correcta de esa ciencia y de la naturaleza del trabajo científico, superando la visión lineal, netamente acumulativa del desarrollo científico que impregna los libros de texto y las clases de física hoy utilizados.

La Física clásica emplea un tratamiento de tipo estadístico cuando se trata de analizar sistemas que están compuestos por un gran número de elementos minúsculos, ante la imposibilidad de estudiar sistemáticamente las trayectorias de las partículas. Así, la Mecánica Clásica deriva en lo que conocemos como Mecánica Estadística (clásica y cuántica) para el tratamiento de grandes poblaciones en el campo de la Mecánica en lo que concierne al movimiento de partículas u objetos cualesquiera sometidos a interacciones.

Al abordar temas de mecánica estadística en el aula de Física, el docente se enfrenta con la existencia de una problemática educativa, que tiene su raíz en la falta de conocimiento de conceptos estadísticos por parte de los alumnos y que dificulta la profundidad con que se puede abordar el estudio de los conceptos termodinámicos estadísticos.

En este trabajo proponemos una actividad experimental, que basada en una analogía didáctica, puede ser desarrollada con el objetivo de que los alumnos tengan acceso a los conocimientos estadísticos necesarios para interpretar el movimiento Browniano.

2. Marco Teórico

Al estudiar clásicamente sistemas compuestos por un número muy grande de componentes, la Física abandona el proyecto de analizar detalladamente trayectorias, y lo substituye por un tratamiento estadístico. Maxwell introduce el nombre mecánica estadística en 1879 y la probabilidad comienza a reemplazar a la certeza. Sin embargo, paradójicamente, es justamente el enorme número de elementos microscópicos que componen los materiales, el que permite resultados estadísticos de gran precisión y confiabilidad.

El darse cuenta de la imposibilidad de una descripción detallada, determinista, de un sistema macroscópico, abre las puertas para otras descripciones más útiles y, quizás, con más poder de predicción efectivo. Einstein, en uno de los artículos de su “annus mirabilis” de 1905 introdujo una de tales descripciones para tratar el problema del llamado movimiento browniano, (movimiento aleatorio que se observa en algunas partículas microscópicas que se hallan en un medio fluido. Recibe su nombre en honor a Robert Brown escocés y botánico que descubrió éste fenómeno en 1827 y observó que pequeñas partículas de polen en agua se desplazaban en movimientos aleatorios sin razón aparente.

Debido a la realidad que presentan los alumnos de enseñanza secundaria frente a la posibilidad de incorporar conceptos estadísticos, las estrategias didácticas que vayan a ser elaboradas en torno a la enseñanza de la Estadística, no pueden ser concebidas dentro de un marco rígido sino que deben estar libres a la creatividad, donde tanto docentes como estudiantes fomenten su capacidad creadora y espíritu crítico.

Las razones para incluir la enseñanza de la estadística en estos niveles se ha subrayado repetidamente durante los últimos 20 años (Wild et al., 1999; Gal, 2002), basadas en la utilidad de la estadística y probabilidad en la vida diaria, su papel instrumental en otras disciplinas, la necesidad de un conocimiento estocástico básico en muchas profesiones y el importante papel de la estadística en el desarrollo de un razonamiento crítico.
En los que respecta a Física, los alumnos no consiguen responder satisfactoriamente situaciones problemáticas relacionadas con los conceptos de calor, trabajo, energía interna y temperatura, vinculados con la Primera Ley de la Termodinámica, aún después de haber recibido un entrenamiento importante en ello. El abordar temas de mecánica estadística en, en este caso bajo una actividad que deriva de una analogía didáctica, permite conceptualizar adecuadamente al modelo microscópico, así como dar un marco introductorio a la irreversiblidad mecánica que los introduce en el segundo principio de la termodinámica .

3. Metodología

Participantes

Esta propuesta fue implementada en 5º año del secundario con orientación en Ciencias Naturales de la ciudad de Mar del Plata. Participaron 22 alumnos de 16 años de edad.

Diseño e implementación de la propuesta

En la propuesta se presenta a la Estadística contextualizada dentro de un juego y sustentada por la aplicación de un modelo didáctico analógico. Se les presentó a los alumnos a la estadística como un conjunto de herramientas (métodos y técnicas) disponibles para la producción de conocimiento e información de su campo disciplinar específico.
Han guiado el diseño de esta propuesta los siguientes aspectos:

- La Motivación: porque pone a los alumnos en situación de "científicos" y/o "profesionales" y además toman contacto con problemas cercanos a su realidad.
- La integración: ya que permite la relación y vinculación de la física con la matemática.
- La orientación: porque es el hilo conductor que guiará la presentación y tratamiento de los temas teóricos y prácticos de los conceptos a desarrollar.

a) Presentación de un modelo analógico del movimiento Browniano: el paseo del borrachín (Gamow, 1948).

Una vez introducido el concepto de cálculo de probabilidades, planteamos en el aula el siguiente problema: imaginemos a un borracho que, apoyado sobre un farol decide comenzar a caminar y desplazarse. Una dramatización áulica por parte de los alumnos puede acompañar esta instancia de la clase a los efectos de lograr mayor claridad en el planteo. La pregunta a instaurar en el aula es: ¿a qué distancia del farol se encontrará el borracho luego de dar por ejemplo 100 pasos, imaginando que cada paso tiene una longitud promedio de 1 metro? Al principio se podría pensar que, a causa de la imprevisibilidad de cada cambio de dirección, no hay manera de contestar a esta pregunta.
En esta etapa se busca despertar la motivación y el interés por parte de los alumnos, de modo de abordar el problema planteado con un lenguaje matemático adecuado.
Esta instancia se desarrolla dentro del marco teórico correspondiente, la idea de que cada paso puede pensarse como un vector, en donde la dirección y sentido son totalmente aleatorias y equiprobables, al igual que el arrojar una moneda al aire, pero con infinitas direcciones y sentidos posibles. Un gráfico de los pasos representado por

vectores permite geométricamente visualizar por parte del alumno la necesidad de realizar una suma vectorial de 100 vectores, es decir, sumar componente a componente, 100 componentes X y 100 componentes Y. La imagen que genera la realización de un gráfico vectorial de este tipo, como muestra la Figura 3, fortalece la idea lograr una formulación matemática adecuada de la problemática planteada.
La formulación matemática, para n pasos, lleva a la siguiente expresión para la distancia:

$$R = \sqrt{N} \bullet Lmed$$

Este resultado tiene la siguiente interpretación: *La distancia más probable del borrachín al farol después de un número grande de pasos irregulares en su caminata, es igual a la longitud media de los trayectos rectos que camina, por la raíz cuadrada de su número.*

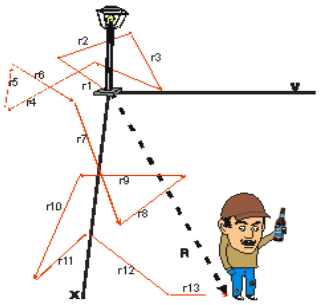


Figura : Caminata del borrachín

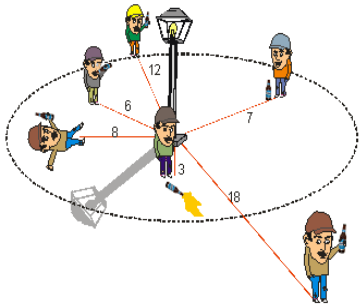


Figura 4[3]: Distribución estadística de 6 borrachines

Dentro de los comentarios que genera el resultado matemático de la problemática, se encuentra el hecho de que si el borracho da un paso promedio de 1 metro, antes de cambiar de dirección, lo más probable será encontrarlo a 10 metros del farol después de una caminata de 100 pasos. Aquí es donde entra en juego la naturaleza estadística del problema. Esto no significa que no exista una probabilidad de encontrarlo a 100 metros si todos los pasos los hubiera dado en la misma dirección y sentido, como tampoco significa que no exista una igual probabilidad de encontrarlo en el mismo farol. Simplemente significa que, habiendo un gran número de caminatas, o de borrachines, encontraremos que los mismos están distribuidos de tal forma que la distancia promedio al farol es de 10 metros.
Cuanto mayor sea el número de borrachines, y mayor el número de cambios de dirección en sus paseos desordenados, más exacta es la regla. La Figura 4 muestra esta situación para seis borrachines que caminan. Si se sustituyen los borrachines por algunos cuerpos microscópicos, tales como las esporas vegetales o las bacterias suspendidas en un líquido, se tendrá exactamente el cuadro que el botánico Brown vio con su microscopio. Si bien, las esporas y las bacterias no están borrachas, pero son golpeadas sin cesar en todas las direcciones posibles por las moléculas que las rodean implicadas en el movimiento térmico, se ven obligadas a seguir trayectorias irregulares en zigzag.

[3] Caricaturización realizada por los alumnos de figuras extraídas de GAMOW, G. 1948. *UNO DOS TRES INFINITO*. (Buenos Aires: Espasa - Calpe).

Si se observa a través de un microscopio el movimiento browniano de un gran número de pequeñas partículas suspendidas en una gota de agua, y si se fija la atención sobre un cierto grupo de ellas concentradas en una pequeña región dada, se notará que en el transcurso del tiempo se dispersan gradualmente por todo el campo visual, y que su distancia media desde el origen aumenta en proporción a la raíz cuadrada del intervalo de tiempo, tal como lo requiere la ley matemática por la cuál se calcula la distancia del paseo del borrachín.

b) Implementación en el aula

En el aula nos propusimos representar esta analogía presentada por Gamow mediante dispositivos sencillos ideados por los alumnos que simularan la aleatoridad de la caminata del borracho. Se pensó en dar 8 direcciones posibles a la misma, analogándolas a las siguientes direcciones geográficas: N, S, E, O, NE, NO, SE, SO. Se propuso a los alumnos que construyeran algún dispositivo o idearan algún método de obtener estas 8 alternativas en forma equiprobable. Esta propuesta estuvo fundada en mostrar un suceso aleatorio diferente a lo que puede ser una simple moneda. Con el dispositivo ideado, los alumnos fueron instruidos para representar en un papel milimetrado el resultado de representar 100 pasos del borrachín. Cada paso fue analogado con un vector de 1 cm (longitud media del paso) y con la dirección y sentido obtenidas de 100 tiradas del dispositivo propuesto. Con los gráficos obtenidos, se sugirió a los alumnos que realizaran al menos 3 caminatas, y registraran las distintas posiciones para 20, 40, 60, 80 y 100 pasos. La idea fue, que con las caminatas de 100 pasos realizadas por cada alumno del aula (22 caminatas), obtengan un diagrama similar al de la Figura 3, en donde se pudiera visualizar la distribución de los distintos borrachos luego de sus caminatas.

4- Actividades realizadas y resultados obtenidos

La actividad fue organizada según los siguientes pasos experimentales:

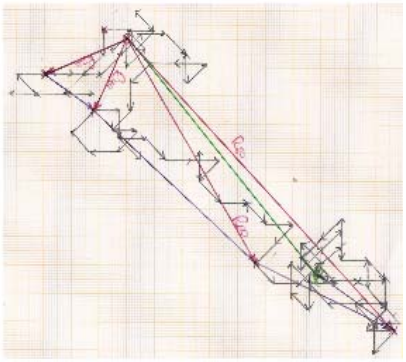
Paso 1: Seleccionar varios mecanismos o métodos en los cuáles se puedan obtener equi-probablemente ocho eventos y a cada uno se les asignó una dirección: N, S, E, O, NE, NO, SE, SO. Los métodos diseñados en esta actividad por los alumnos fueron un: 1- dado de ocho caras, 2- una ruleta y 3- un bolillero.

Paso 2: Realizar cien "tiradas" (pasos) por cada método seleccionado, registrando en una tabla los resultados obtenidos. Repetir al menos tres veces con cada mecanismo.

CAMINATA	MÉTODO	DISTANCIA (cm)				
		20 pasos	40 pasos	60 pasos	80 pasos	100 pasos
A	1	3,2	2,9	9,3	14,2	11,4
B	1	3,9	5,3	7,6	5,1	12,1
C	1	6,3	7,4	3,5	8,3	6,9
D	2	2,4	3,8	6,3	10,4	15,9
E	2	3,6	5,9	3,5	2,1	3,4
F	2	9,5	13,2	14,1	14,0	14,4
G	3	3,9	1,3	6,0	8,4	8,7
H	3	3,1	6,5	6,1	10,9	9,7
I	3	3,9	6,3	4,4	8,1	5,5

Tabla 1. Distancias recorridas por los caminantes a los 20, 40, 60, 80 y 100 pasos

Paso 3: Graficar los cien pasos del borrachín considerando cada paso como un vector de 1 cm de longitud, orientado según indique la tirada correspondiente. Luego calcular la distancia desde el punto de partida hasta la posición final.



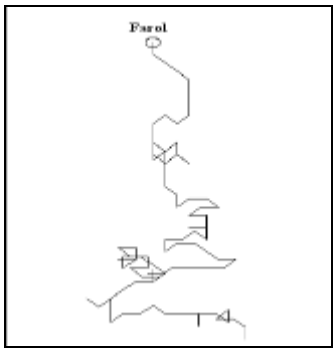


Gráfico 1: Posición final de cada borrachín alcanzada luego de 100 pasos.

Paso 4: Comparar los resultados obtenidos por este método estadístico (haciendo un promedio de todas las distancias) con los resultados obtenidos por la ecuación matemática.

Nº de pasos	**Posición teórica** ($R = \sqrt{N} \cdot$ **longitud del paso)**	**Posición experimental (Promedio de las distancias)**
20	$\sqrt{20} = 4,47$	4,42
40	$\sqrt{40} = 6,32$	5,84
60	$\sqrt{60} = 7,75$	6,75
80	$\sqrt{80} = 8,94$	9,05
100	$\sqrt{100} = 10,00$	9,78

Tabla 2. Comparación entre la posición teórica y posición experimental obtenidas.

Conclusiones obtenidas por los alumnos

- ✓ Pudimos comprobar que la ecuación matemática sobre la distancia "más probable" es totalmente correcta, puesto que el resultado obtenido siguiendo el método experimental (9,8 cm.) se asemeja bastante al obtenido a través del método teórico (10 cm).
- ✓ La tabla 2 evidencia la proximidad entre los valores teóricos y los experimentales para distintos números de pasos.
- ✓ En el gráfico 1 se observa que las distintas caminatas dan a veces mayor o menor que la distancia más probable (10 cm). Sin embargo, el promedio simple de los 100 pasos nos da un valor relativamente cercano al esperado. Esto es que hay una leve diferencia entre la teoría y la práctica, para ello tendría que haber hecho más caminatas. En la medida que representamos más paseos de borrachín, el resultado se acercará más a la medida teórica.
- ✓ Como todo fenómeno probabilístico la ley teórica se verá corroborada con un universo de medidas mucho mayor. En el interior de la materia el comportamiento

de los átomos es aleatorio, por lo tanto, el "bombardeo" térmico que sufre una partícula de polen le permite realizar una infinita cantidad de pasos en un tiempo corto.

- ✓ Nuestro borrachín es una analogía de lo que ocurre en el interior de la materia y un acercamiento al movimiento browniano.

5. Consideraciones finales

El abordar temas que involucran a la teoría cinética de la materia, permite llevar al aula el verdadero trasfondo filosófico de la naturaleza, que nos permite explicar todos los fenómenos como la interacción de partículas materiales. Sería un grave error pensar que a causa de la irregularidad del movimiento térmico, éste debe quedar fuera del plan de una descripción física posible.

La explicación del fenómeno, junto con la dramatización del borrachín, trajeron al aula preguntas que los alumnos fueron elaborando en la medida que la conceptualización del fenómeno estudiado despertaba su interés. Algunos se preguntaban ¿dependerá el fenómeno del tipo de gránulos de polen utilizados en la observación? ¿Se podrá con el análisis físico de este movimiento encontrar la masa de las moléculas y/o partículas del seno del fluido, haciendo uso de los conceptos estudiados de la cantidad de movimiento de un sistema de partículas?

Este ejemplo permite instaurar en el aula la idea que el mundo real evoluciona, y cómo se relacionan las probabilidades con esta evolución. Nos muestra una tendencia unidireccional hacia las configuraciones más probables, lo que nos introduce en la esencia de la irreversibilidad que es la base para la 2º ley de la termodinámica (Einstein y Infeld, 1993).

Actualmente es muy accesible "simular" este tipo de caminata aleatoria en una computadora. Por ejemplo empleando programas comerciales como el Mathematica (o incluso software libre) pueden simularse caminatas con miles de pasos (y mas..). La realización de este tipo de simulaciones, permite además generar espacios comunes para integrar la enseñanza de la Física y la Matemática con las áreas correspondientes a las disciplinas de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICx).

6. Referencias Bibliográficas

Barojas, J. (ed.) (1988). *Cooperative networks in physics education*. Nueva York: American Institute of Physics (AIP Conference Proceedings, 173

Capuano, V., Gutierrez, E., Perrotta, M., De La Fuente, A. y Follari, B. (1997). Física moderna: Ausente en la escuela media (tercer ciclo EGB y nivel polimodal). *Memoria REF X,* Tomo II, 2c-03, Mar del Plata. Argentina.

Einstein, A. y Infeld, L. (1993). *La evolución de la física*. Barcelona. Salvat Editores.

Gal, I. (2002). "Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities", *International Statistical Review*, 70 (1), 1-25.

Gamow, G. (1948). U*no dos tres infinito*. Espasa – Calpe. Buenos Aires.

Gil Pérez, D., Senent, F. y SolbeS, J. (1986). Análisis crítico de la introducción de la física moderna en la enseñanza media. *Revista de Enseñanza de la Física,* 2(1), pp. 16-21.

Terrazzan, E.A. (1992). A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de física*, 9(3), pp. 209-214.

Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). "Statistical thinking in empirical enquiry", *International Statistical Review*, 67 (3), 221-248.

O ENSINO DE ENERGIA E COLISÕES EM BASE DE SOFTWARES DIDÁTICOS: UM ESTUDO DA AQUISIÇÃO DE REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS POR MEIO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

V. Engel ; A. Serrano
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
(PPGECIM), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Resumo
O ensino das grandes leis de conservação permanece como um desafio para a área de ensino de física. Neste trabalho, optamos por discutir o estudo de um caso de uma estudante que apresentava apenas o que Niaz (1992) descreve como "modo algorítmico" de resolução de problemas de energia e que, após o uso de uma simulação computacional consegue descrever a evolução de sistemas físicos utilizando o conceito de conservação de energia, além de manter sua capacidade de resolver problemas de energia de forma algorítmica. Esta evolução ocorreu mediada pela aquisição de representações e invariantes operatórios na descrição de situações-problemas, que analisamos utilizando o referencial de campos conceituais. Além disso, a estudante exibe uma boa compreensão de um processo simplificado de colisão inelástica.

Introdução e Fundamentação Teórica

Ensinar colisões através das leis de conservação (energia e quantidade de movimento) pode ser de grande importância para compreensão de fenômenos que envolvem a conservação de energia, bem como de colisões mecânicas. Além disso, Grimelinni–Tomasinni et al, 1993 argumentaram que a mecânica, estudada através das leis de conservação, permite "que uma vasta gama de fenômenos possam ser enquadrados em um padrão compacto e auto-consistente, estendendo os limites da mecânica clássica e pode até auxiliar na compreensão do conceito de campo" através do princípio de Hamilton. Neste trabalho optamos por estudar o aprendizado das leis de conservação por meio de simulações computacionais.

Como referencial teórico deste trabalho, escolhemos a teoria de Campos Conceituais de Gerard Vergnaud (1981, 1993). Esta teoria diz que para estudar e compreender como os conceitos evoluem na mente de um sujeito, por meio de suas experiências, é preciso considerar o conceito (C) como uma terna de conjuntos, ou seja, C= (S, I, R), onde:

- **S** é o conjunto de situações que dão significado e utilidade ao conceito;
- **I** é o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito (objetos, propriedades e relações), que podem ser reconhecias e usadas pelos sujeitos, de forma a analisar e dominar aquelas situações;
- **R** é o conjunto de significantes, isto é, a representação simbólica, lingüística, gráfica ou gestual, que podem ser utilizadas para representar aqueles invariantes, e, desta forma, representar as situações e os procedimentos para lidar com eles.

Em termos psicológicos, o autor explicita que S, o referente, é a realidade; e I e R representam os dois aspectos integrantes do pensamento, o significado (I) e o significante (R).

É fundamental considerar esses três conjuntos simultaneamente – situações, invariantes operatórios e representações simbólicas – ao longo da aprendizagem, para estudar o desenvolvimento e o uso de um conceito (VERGNAUD, 1981).

Definição do Problema e Método de Pesquisa

Baseado no conceito e dificuldades dos alunos no ensino de conservação de energia e colisões, o experimento tem como objetivo investigar a evolução no conceito de Conservação de Energia de estudantes após o uso de uma simulação computacional.

A atividade didática foi baseada em duas simulações desenvolvidas dentro da plataforma modellus 4.01[1]. A primeira simulação consiste em um sistema massa-mola oscilante na horizontal. Este sistema já foi encontrado codificado pelos autores na sessão de exemplos do modellus, contudo com outro foco didático. Os autores modificaram, portanto, a simulação para apresentar a energia potencial e energia cinética como gráficos de barras, além dos vetores velocidade e aceleração (Vide figura 1, esquerda). A segunda simulação foi originalmente concebida em outro trabalho (Reis & Serrano, 2004) e adaptada para esta versão do modellus (Vide figura 1, direita).

O experimento consistiu na aplicação de pré e pós-testes, duas simulações computacionais e entrevistas individuais, conforme descrito abaixo.

Os pré-testes foram realizados com um total de 26 estudantes, e ao pós-teste um subtotal de 14 estudantes compareceram, donde apenas 6 foram entrevistados. Todos os estudantes fazem cursos de graduação em engenharia e ciências exatas, em uma universidade privada de Canoas, RS, Brasil, que estaremos descrevendo neste trabalho. Relatamos agora esta experiência com o uso do software.

Neste experimento cada estudante realizou prés e pós-testes individuais. A etapa experimental foi realizada em dupla/trio, com auxílio de um[103] guia de simulação. Após estas etapas foi realizada uma entrevista individual com 10 sujeitos selecionados, dos quais apenas um caso de maior interesse é relatado neste artigo. Para a realização das entrevistas, filmadas logo após o pós-teste, foi utilizada uma técnica chamada de "think aloud" (SCHERR, 2008; STEPHENS & CLEMENT, 2010).

Na qual a mesma utiliza um método de coleta de dados em que, basicamente, o entrevistador e o entrevistado mantenham constante diálogo a respeito do que o entrevistado está pensando durante a execução de uma tarefa. As entrevistas foram gravadas com posterior transcrição e análise das mesmas.

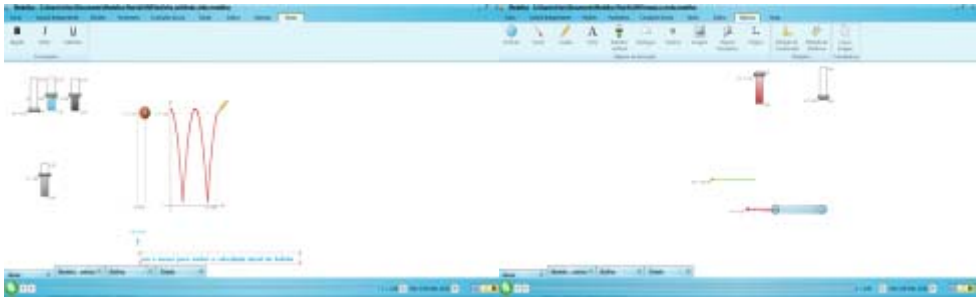
O experimento foi realizado em três etapas por cada estudante:

ETAPA 1 - Na primeira etapa um pré-teste de resolução de problemas que foi realizado, antes de qualquer contato com o software, livremente pelos alunos em base dos seus próprios conceitos, individualmente. Três situações-problemas foram propostas, uma envolvendo uma bolinha oscilando em uma mola, a segunda sendo uma bolinha picando no chão e a terceira situação-problema sendo uma tarefa de explanar o conceito de "conservação de energia".

ETAPA 2 – Nesta etapa, os estudantes foram instruídos de como utilizar o software Modellus 4.01 e, posteriormente, utilizaram-no para elaboração dos problemas em duplas e trios. Durante esta etapa, é necessário que os estudantes manipulem livremente o programa, pois é nela que acreditamos ocorrer a internalização de lógicas inerentes às representações computacionais.

[103] disponibilizado gratuitamente em http://http://modellus.fct.unl.pt/

O programa permite que o usuário explore uma série de simulações de um sistema massa-mola, colisões e velocidade, alterando seus parâmetros, tudo isso em design 2D.



ETAPA 3 – Posteriormente, após o uso do software, foi aplicado o pós-teste, onde sem o auxílio do programa, os estudantes efetuaram 11 atividades sobre conservação de energia: cinética, potencial, total e, por último, conceituaram novamente a conservação de energia, tal qual supra escrito.

Resultados e Análise

Situação I:

No primeiro exercício do pré-teste, a estudante JN representa uma situação de uma mola que oscila livremente com um corpo de massa preso a sua extremidade. Ela utiliza uma representação do problema (figura 1), e afirma não existir energia cinética no sistema, apenas a potencial.

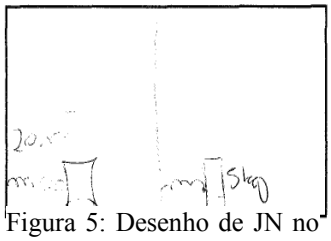


Figura 5: Desenho de JN no pré-teste da questão 1.

JN: hmm, no início, não existia energia cinética, só energia... Hmmmm, nem gravitacional. Somente energia potencial elástica da mola.

Durante o pós-teste, é perceptível a facilidade de JN em representar os exercícios. Sem o uso do computador, a estudante é capaz de conceituar as energias e aplicá-las ao longo da atividade. Também é importante salientar que JN passou a ter uma representação externa das 'barrinhas' do software, e que ela, assim como os demais estudantes fixaram-se a esta representação corretamente.

JN: É, já na segunda parte eu enxerguei a energia cinética, pois no momento que hmmm, existe uma energia potencial elástica, automaticamente uma energia potencial cinética. E então elas ficam oscilando entre uma e outra, quando você usa uma, a outra fica em repouso.

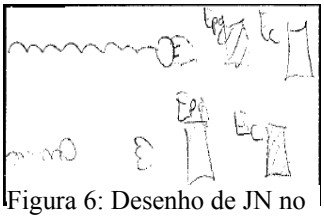


Figura 6: Desenho de JN no pós-teste da questão 1.

Assim, podemos concluir que a estudante assimila uma representação para energia cinética e potencial, semelhante a do software e estabelece uma idéia de alternância entre essas energias, constituindo uma idéia inicial de conservação.

Em seguida é solicitado a estudante, que ela fale exatamente o que se passou em sua cabeça sobre o conceito de energia total. Uma análise do seu discusso revela que durante o pré-teste JN não apresenta uma concepção de energia total como a soma das duas energias cinética e potencial. Já no pós-teste, JN demonstra compreender que a soma destas energias é constante. Em sua representação usa uma figura semelhante à figura 1 e no pós-teste, ela não desenhou absolutamente nada.

JN: No início eu achei que a total não.. Ahmmmm... Que ela oscilava junto, e ... daí, já no outro teste eu vi que ela não, hmmm, que a energia total não oscilava, já que as duas energias se mantém..hmmmm... elas ficavam hmmmm... oscilando entre uma e outra e elas eram.. hmmm... como é que é a palavra mesmo? que elas se mantinham, que elas não iam diminuindo, elas não oscilavam.

Dessa forma, podemos observar que a estudante JN agora é capaz de compreender que a energia total do sistema se conserva, pois menciona que a energia total se mantém, "não oscila".

Situação II:

No segundo exercício, JN representa uma situação diferente, onde uma bola é arremessada de um ponto x, quicando livremente pelo chão sem atrito.

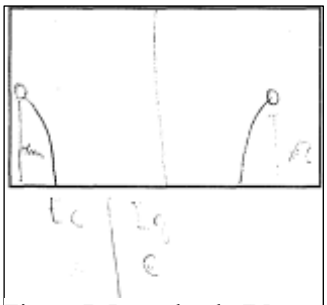


Figura 7: Desenho de JN no pré-teste da questão 2.

JN: Então, no início eu estou jogando a bola, ela está no alto, então ela tem energia gravitacional e não tem energia cinética, e o final, automaticamente depois que ela quicou, ela tem... ahmm... ela está no alto de novo, então ela tem gravitacional e não tem cinética também.

JN: Foi isso que eu imaginei.

Entrevistador: Então você achava que tinha ou não energia cinética?

JN: Não tinha energia cinética, só tinha gravitacional, porque eu peguei o início da bola no ar e o final da bola no ar também.

Já no pós-teste, a estudante identifica o conceito de energia cinética, desenvolvendo-o em 'barrinhas', tais quais iguais as da simulação. Ou seja, torna-se presente a representação externa das energias mais uma vez, facilitando a resolução do exercício que solicita a descrição de todas as energias do sistema.

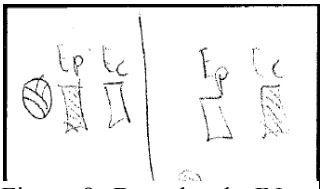


Figura 8: Desenho de JN no pós-teste da questão 2.

JN: No pós-teste eu vi que ela, eu vi que ela quica e que ela tem as duas energias também. Que daí a mesma coisa, elas ficam oscilando entre uma e outra, no momento que a bola está no alto, ela não tem energia cinética e sim gravitacional, e o momento que ela está no chão, ela tem energia cinética e não gravitacional.

Podemos observar que a estudante JN aplica de forma semelhante à representação de 'barrinhas' para ambos os problemas discutidos. Isso indica que a representação e consequentemente o conceito associado a elas é aplicado de forma semelhante em ambas situações. Inferimos, portanto que o conceito de conservação de energia foi assimilado corretamente pela estudante para a classe de situações discutidas após o uso da simulação.

Apenas no pós-teste, perguntamos que tipo de colisão seria representada pelo problema. A estudante classificou a colisão como inelástica, e justifica sua resposta:

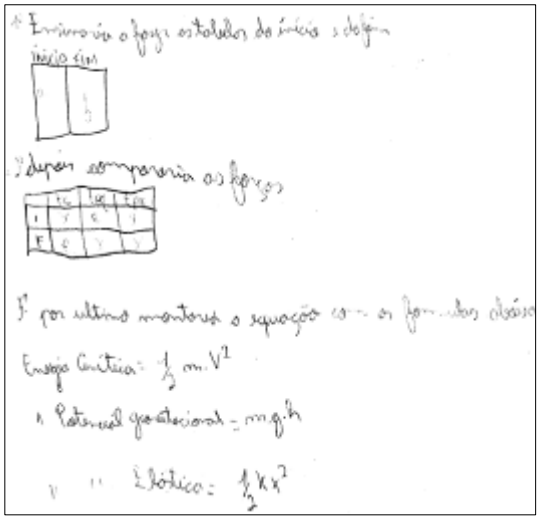
JN: Porque colisão elástica, a energia tem que se conservar.

JN observa e analisa a atividade, baseada em seus novos entendimentos e conceitos sobre conservação de energia, rapidamente identifica o tipo de colisão relatada.

O entrevistador questiona a estudante novamente.

Entrevistador: Mas você visualizou alguma coisa para ver assim? Se a colisão era inelástica, elástica..?

Entrevistador: O que lhe deu a dica de que seria inelástica?
JN: Porque no momento que você joga uma bola e que ela vai automaticamente diminuindo, então ela não vai se manter.
Entrevistador: Então é uma situação real?
JN: É, é uma situação real, ela não vai tipo, manter sempre a mesma força e não vai manter energia. Então a energia cinética não vai se manter, e automaticamente uma colisão inelástica.
O entrevistador pergunta a estudante, como funciona essa imaginação de energias em sua cabeça, como isso funciona quando a mesma fala se há alguma imagem que aparece em sua mente.
JN: Surge pra mim são os termômetros, praticamente que eu vi, eu vejo que, quando.. 'está aqui a energia cinética e do outro lado a gravitacional', as duas vão diminuindo, diminuindo também de força, porque a bola está quicando mais devagar.
Este trecho da entrevista merece uma análise mais detalhada. Em questão está a classificação do tipo de colisão. A situação problema menciona que a bola diminui de altura, à medida que colide com o chão, até parar. Assim, trata-se de uma colisão inelástica, a estudante corretamente identifica este tipo de colisão e justifica afirmando que "... *Porque colisão elástica, a energia tem que se conservar*.". A relação entre conservação de energia e tipo de colisão é ressaltada por Grimelinni – Tomasinni (1993) como objetivo do ensino de colisões, objetivo este que foi atingido por JN que não associou colisão elástica a fatores sensórios. O protocolo *think aloud,* permite-nos perceber que durante este processo mental as representações de barras são utilizadas de forma dinâmica, tal qual ocorre na simulação (a estudante refere-se às barrinhas de energia como "termômetros"). Observamos também, que a estudante nem se quer menciona os vetores velocidade e aceleração presentes na simulação, assim a estudante raciocina fisicamente dentro do paradigma pós-newtoniano conforme discutido por Grimelinni – Tomasinni. Acreditamos que isto ocorreu devido a assimilação da representação de energia durante o uso da simulação.



Situação III:
No último exercício, foi proposto a JN, que ela imaginasse uma situação em que precisava explicar a um outro colega, tudo que sabia sobre conservação de energia.

Logo, a estudante tem dificuldade em explicar, demonstra apenas as fórmulas e não seu conceito, afirmando:

JN: É que.. no início.. hm... eu não tinha muito o que explicar, eu só sabia fazer.

Entrevistador: Como fazer, o que quer dizer isso?

JN: Responder as questões de maneira automática, assim.. eu sabia o esquema para fazer, que foi aquele do quadro do início e do fim, se tem energia cinética, gravitacional, elástica, e depois, aplicar a fórmula. Só isso.

Entrevistador: Então, se alguém lhe perguntasse o que é conservação de energia, você ia...

JN: Eu ia ensinar a fazer o exercício, eu não saberia responder o que é conservação de energa.

Já no pós-teste, JN afirma:

JN: Já no dois, eu consegui.. foi a única coisa que eu fiz de diferente, que foi que eu desenhei que quando uma energia está sendo utilizada, a outra está em repouso. <u>Foi isso que eu consegui entender de conservação de energia.</u>

Figura 9: Conceito de conversação de energia de JN no pré-teste.

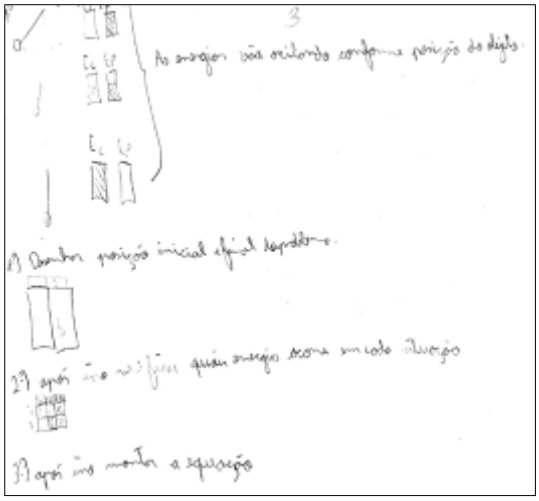


Figura 10: Conceito de conservação de energia de JN no pós-teste.

Ao invés da estudante apresentar as fórmulas, agora, ela consegue, além de explicar o conceito de conservação de energia, também desenhá-la, totalizando seu conceito e entendimento sobre a conservação. Podemos afirmar que, a representação de barrinhas trouxe um novo significado ao conceito de conservação de energia de JN, que não apenas descreve o que é conservação de energia em um modo "algorítmico" (Niaz, 1992), mas também, utiliza a representação na explanação do conceito. Isto desvia e complementa o foco anterior da estudante na resolução do problema para uma descrição da evolução física do sistema em termos de energia.

Conclusões

Resumidamente, JN apresenta uma clara evolução no seu conceito de conservação de energia, quando interpretada através da teoria dos campos conceituais. A estudante, por meio da simulação, assimila uma representação gráfica para as energias potencial e cinética, sobre a forma de barras. Aliada a esta representação a estudante assimila também, invariantes operatórios associados a essa representação. Os invariantes determinam que, a energia potencial gravitacional é máxima quando a altura é máxima e mínima na altura mínima, sendo o contrário determinado para a energia cinética. A demais a energia total é dado pela soma gráfica das energias mencionadas e se conserva durante a evolução do sistema físico – a não ser que ocorram colisões inelásticas. Sendo assim podemos afirmar que houve uma evolução no conceito de conservação de energia, principalmente se focarmos na evolução do sistema físico como um todo e não apenas nos momentos iniciais e finais.De acordo com o depoimento da estudante, sua explanação de conservação de energia deixa de ser apenas algorítmica (Niaz, 1992

Irobinson, 1992) para incorporar uma descrição da evolução do sistema dentro do paradigma das leis de conservação.

Referências

Grimellini – Tomasini, N; Pecori-Balandi, B; Pacca, J. L. A & Villani, A. Understanding conservation laws in mechanics: students' conceptual change in learning about collisions. Science Education, v.77, n.2, p. 169-189, 1993.

Lynn, S.; Clement, J. J. Documenting the use of expert scientific reasoning processes by high school physics students. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, v. 6, n° 020122, 2010.

Niaz, M; Ronbinson, W. R. "Algorithmic Mode" to "Conceptual Gestalt" in Understanding the Behavior of Gases: An Epistemological Perspective. Research in Science and Technological Education, v.10, n.1, p. 53-64, a992.

Reis, M. A. F.; Serrano, A. Uma análise do uso de simulações computacionais no ensino de colisões. Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas: Sociedade Brasileira de Física, 2004. Disponível em < http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0027-2.pdf>

Scherr, R. Gesture analysis for physics education researchers. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, v. 4, n° 010101, 2008.

Vergnaud, G. Quelques orientations théoriques et methodologiques dês recherches françaises en didactique des mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques, v.2, n.2, p. 215-232, 1981.

Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática. Rio de Janeiro, p. 1-26, 1993.

MUDANÇA DE POSTURA DE UM PROFESSOR DE FÍSICA PARTICIPANTE DE UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Alice Assis; Guilherme Urias
Universidade Estadual Paulista - UNESP
alice@feg.unesp.br ; guilherme.urias@gmail.com

Resumo
Neste trabalho, verificamos os resultados decorrentes da mudança de postura de um professor de Física, participante de um "Curso de Atualização", ao abordar alguns conteúdos, em uma sala da primeira série do Ensino Médio. A Proposta desse Curso foi a de trabalhar a competência de leitura e escrita, bem como a habilidade relativa à experimentação com os professores de Física da Rede Estadual de Ensino da Região de Guaratinguetá. Para tanto, como estratégias metodológicas, foram usadas atividades experimentais de demonstração e leitura de textos alternativos. Os resultados mostraram a motivação do professor em decorrência de sua participação no referido Curso, ao preparar as suas aulas, na busca de estratégias metodológicas e materiais que pudessem propiciar aos alunos o interesse e a motivação e, consequentemente, uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos.

Palavras chave: Formação continuada de professores; estratégias metodológiccas; física.

1. Introdução

A pesquisa acerca da formação inicial e continuada dos professores da educação básica está entre as que detém maior atenção da comunidade científica contemporânea. Nóvoa (2007) sugere que os professores mudem suas práticas e identidades profissionais.
Mudar a prática implica repensar as estratégias de ensino utilizadas na sala de aula. Viveiro (2010) especifica que essas estratégias devem ser desenvolvidas de forma a permitirem que o estudante "colete, relacione, organize, manipule, discuta e debata as informações com seus colegas e com o professor, produzindo um conhecimento significativo que se incorpore ao seu mundo" (p.12). Nessa perspectiva, é fundamental diversificar a aula, utilizando diversas estratégias de ensino.
Nesse sentido, a atividade teórico-prática do professor, que viabiliza estratégias de ensino significativas, é um dos aspectos centrais da formação de docentes. Uma formação de qualidade seria aquela "mais centrada nas práticas e na análise das práticas" (NÓVOA, 2007, p.14).
Neste trabalho, verificamos a mudança de postura de um professor de Física em virtude de sua participação em um "Curso de Atualização", onde são trabalhadas diferentes estratégias metodológicas.

2. Fundamentação Teórica

A nova visão de ensino, segundo Villani (1984), é aquela que procura incluir a participação do aluno no processo de aprendizagem, e pode ser promovida por meio do uso de estratégias de ensino que viabilizem a interação e o diálogo em sala de aula.
Nessa perspectiva, acreditamos que o uso de textos e de atividades experimentais de demonstração, como estratégias de ensino, apresenta grande potencial para estabelecer momentos de interação entre professor e alunos, bem como entre os alunos.

Quanto às atividades experimentais, os PCNEM (BRASIL, 2000) destacam a necessidade de que essas tenham uma função pedagógica na escola média, no sentido de viabilizar a aprendizagem ativa e significativa dos conteúdos. Para tanto,

> as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de idéias. Dessa forma, os dados obtidos em demonstrações, em visitas, em relatos de experimentos ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades (p.36).

Para tanto, é imprescindível a mediação do professor. É ele quem deve guiar o olhar dos alunos para os pontos importantes do experimento, além de instigar a curiosidade e alimentar o anseio à investigação. Segundo Alberto Gaspar (1997), o papel mediador do professor é impres¬cindível, a fim de orientar o raciocínio dos alunos, uma vez que "nenhuma experiência é autoexplicativa" (p. 11).

Com relação à estratégia de leitura, muitos autores (ASSIS, 2005; TERRAZZAN, 2000) defendem a utilização de textos alternativos (paradidáticos, informativos, de divulgação científica, etc.) em aulas de física no sentido de promover a interação e o diálogo em sala de aula e, com isso, viabilizar a aprendizagem por parte do aluno.

Nesse sentido, acreditamos que a utilização de textos alternativos com abordagens que articulem os conteúdos de Física com o cotidiano dos alunos pode viabilizar a sua compreensão acerca dos conceitos apresentados, bem como instrumentalizar o estudante, a fim de que possa interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania.

Assim, consideramos que, se essas duas estratégias metodológicas forem trabalhadas de acordo com uma perspectiva dialógica, pode-se recuperar na escola e, particularmente nas aulas de física, o interesse por parte dos alunos em conhecer, bem como, produzir contextos de aprendizagem.

Na presente pesquisa, observamos a postura do professor de Física, participante de um "Curso de Atualização", ao trabalhar as atividades experimentais de demonstração e a leitura de textos alternativos em sala de aula, a fim de verificarmos se ele propiciou a interação necessária para viabilizar o interesse e a motivação dos alunos em aprenderem os conteúdos trabalhados.

3. O Curso de Atualização

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo tem como eixo central a competência de leitura e escrita, assim como a habilidade relativa à experimentação, a fim de propiciar o desenvolvimento da capacidade de interpretação, bem como a compreensão dos fenômenos físicos de forma contextualizada. Com o propósito de trabalhar tais competências e habilidades com os professores de Física da Rede Estadual de Ensino da Região de Guaratinguetá, propusemos a realização de um curso de formação continuada intitulado "Curso de Atualização", desde o ano de 2008, tendo como estratégias metodológicas o uso de atividades experimentais de demonstração e a leitura de textos alternativos.

O objetivo do referido Curso foi o de avaliar os resultados decorrentes da utilização dessas estratégias, em sala de aula, pelos professores, participantes do Curso, a fim de verificarmos: - se a postura desses professores, ao usarem essas estratégias metodológicas, propicia a interação e o diálogo em sala de aula; - se essa postura viabiliza a motivação dos alunos, produzindo contextos de aprendizagem dos conhecimentos trabalhados.

4. A pesquisa

O sujeito desta pesquisa foi o professor de Física de uma sala de primeira série do Ensino Médio, participante do "Curso de Atualização". Os instrumentos usados para a análise foram: a observação direta do pesquisador das aulas do referido professor na sala em questão; as avaliações dos alunos sobre as aulas; a entrevista semi-estruturada realizada com o professor. A seguir, destacamos alguns aspectos relativos à metodologia usada por esse professor, ao programar e ministrar as suas aulas.

Ao planejar essas aulas, o professor optou por não seguir a sequência do livro didático adotado pela escola, obtendo, para isso, o aval da coordenadora pedagógica. Ele iniciou o curso com o estudo das causas do movimento, trabalhando os seguintes conteúdos: Momento Linear e as Leis de Newton de forma articulada. Na sequência, introduziu o Princípio da Conservação da Energia e finalizou o semestre com uma introdução à Gravitação. No segundo semestre, continuou a abordar o tema Gravitação, além de tópicos de Astronomia, terminando o ano letivo com cinemática. Na presente pesquisa analisamos as aulas em que foram trabalhados os conteúdos Momento Linear e Leis de Newton, cuja abordagem se deu de modo articulado e Astronomia. Essa sequência foi aplicada com 37 alunos de uma sala do primeiro ano do Ensino Médio, do período da manhã, de uma Escola da Rede Estadual de Ensino, situada no município de Cunha – São Paulo, no ano de 2010.

Para introduzir os conceitos relativos aos conteúdos Momento Lineares e Leis de Newton, no primeiro semestre, o professor utilizou animações projetadas no datashow, o experimento Pêndulo de Newton para evidenciar a conservação do Momento Linear e a relação entre força e impulso, além de alguns desenhos feitos na lousa. No decorrer dessas atividades, em momentos adequados, alunos e professor resolveram listas de exercícios em sala de aula. Para a abordagem desses conteúdos foram utilizadas 12 aulas.

No segundo semestre foi abordado o conteúdo Astronomia. Essa opção se deu porque 2009 foi o Ano Internacional da Astronomia e nenhum dos alunos da escola havia participado de nenhum dos muitos eventos que ocorreram na cidade. Além disso, esse é um assunto que desperta grande curiosidade nos alunos, predispondo-os ao aprendizado. Para abordar esse tema, o professor utilizou: o programa Stellarium; alguns trechos do programa Espaçonave Terra, transmitido pela TV Escola, para enunciar algumas curiosidades do planeta Terra e da Lua; um artigo de João Steiner, "Origem do universo e do homem"; e, por fim, uma noite de observação, em que os alunos observaram a Lua, Vênus, Júpiter e Saturno. Para a abordagem desses conteúdos foram utilizadas oito aulas. O referido artigo foi dividido em seis textos menores, a fim de que cada parte fosse abordada em uma aula.

5. Análise dos dados

Neste capítulo, primeiramente analisamos a postura do professor ao abordar os conteúdos "Momento Linear" e "Leis de Newton" e, na sequência, o conteúdo "Astronomia"

5.1. Análise das aulas relativas aos conteúdos "Momento Linear e Leis de Newton"

Durante as aulas, o professor procurou estabelecer a interação e o diálogo com os alunos. A *priori*, ele procurou identificar qual era a concepção de movimento dos alunos, por meio de perguntas. Os alunos ficaram à vontade para enunciar diversos exemplos cotidianos que evidenciam o Momento Linear, sempre conduzidos pelo

professor. Pudemos verificar, por meio da entrevista, que o professor procurou evidenciar corpos de características diferentes em movimento para que os alunos pudessem tomar conhecimento do momento de tais objetos. Para isso, utilizou como exemplo alguns vídeos disponíveis na internet.

Utilizando algumas animações, introduziu o princípio da Conservação do momento linear. O uso dessa ferramenta foi bem aceito pelos alunos e, por isso, o professor decidiu usá-la durante todo o ano letivo.

Outra estratégia utilizada foi uma atividade experimental de demonstração que evidencia o princípio da Conservação do Momento Linear, o Pêndulo de Newton. Novamente, houve demonstração dos alunos da motivação propiciada por essa atividade.

Além dessa atividade de demonstração, o professor, juntamente com os alunos, construiu um foguete d'água. Essa atividade motivou os alunos para o aprofundamento do assunto, uma vez que o foguete foi disparado com e sem água, para que os alunos pudessem verificar a diferença do alcance e associá-la à quantidade de massa inicialmente contida no foguete, além de relacioná-la à conservação do Momento Linear. Verificamos que a maioria dos alunos demonstrou a concepção de que o movimento se estabelece mediante a conservação do Momento Linear do sistema. Isso foi possível em virtude do diálogo estabelecido em sala de aula.

Durante as aulas relativas ao conteúdo Leis de Newton, o professor procurou enfatizar os pontos que seriam fundamentais para a associação entre as leis de Newton e o Momento Linear. Por exemplo, quando alunos e professor discutiam o fenômeno do Impulso, foi enfatizado que sua principal característica era o de alterar o Momento Linear. Em entrevista, o professor declarou que tinha a intenção de que os alunos fizessem a seguinte associação: o impulso depende da força; o momento depende da velocidade; então, se o impulso altera o momento, a força deve alterar a velocidade. Mediante o diálogo e o direcionamento do raciocínio dos alunos, o professor apresentou a segunda Lei de Newton de forma lógica, sem apelar para a tradicional equação ($F = m \cdot a$).

O professor declarou, em entrevista, que esperava que, no fim do processo, os alunos concebessem a força como elemento que altera as características do movimento. Segundo ele, os resultados das questões teóricas da avaliação realizada pelos alunos mostraram que aproximadamente metade da sala demonstrou compreensão sobre os referidos conceitos.

Na avaliação dos alunos sobre a atividade, aproximadamente 75% deles declararam que gostaram da maneira como o professor abordou esses conteúdos, elogiando a sua postura e aprovando o uso de experimentos, que, segundo eles, facilita a aprendizagem, pois evidencia o fenômeno a ser estudado. No entanto, os outros alunos não aprovaram a experimentação em sala de aula, alegando que não conseguiam identificar o fenômeno que estava sendo evidenciado pelo professor. Além disso, não se sentiam à vontade para participar dos diálogos estabelecidos em sala de aula, preferindo o modelo de transmissão/recepção dos conteúdos, bem como a lousa como ferramenta principal usada pelo professor.

5.2. Análise das aulas relativas ao conteúdo "Astronomia"

Em entrevista, o professor declarou que, ao preparar as aulas, pesquisou e separou uma grande quantidade de material, a fim de viabilizar a aprendizagem dos alunos.

Inicialmente, o professor colheu informações a respeito das concepções dos alunos sobre o Universo. Grande parte do grupo apresentava a concepção de que as estrelas estavam a poucos quilômetros acima da Terra, bem como de que a Terra está parada e o Sol gira ao seu redor. Para evidenciar a magnitude do Universo, o professor utilizou o programa Stellarium. Os alunos aprenderam a identificar os planetas no céu, além de ter uma noção dos seus tamanhos e distâncias em relação ao Sol. Além disso, os alunos demonstraram perceber o movimento da Terra em relação ao Sol.

Ao aprofundar o estudo sobre o planeta Terra, usando alguns episódios da série "Espaçonave Terra", levou alguns alunos que não compreendiam as estações do ano, a esclarecerem as suas dúvidas, demonstrando até compreensão do porquê das quatro estações, o que foi evidenciado por meio dos diálogos ocorridos em sala de aula.

Observaram, também, as fases da Lua, verificando que, a cada noite, a Lua apresenta crescentes diferentes, derrubando a concepção inadequada de apenas quatro fases. O professor declarou em entrevista que, em suas avaliações realizadas ao final dessas atividades, os alunos demonstraram ter compreendido esses conceitos.

Ao trabalhar com o artigo de João Steiner, por meio de leituras em voz alta, interrupções eram feitas ao término de cada parágrafo, e a maioria dos alunos participava das discussões e demonstrava interesse pelo assunto. Aos poucos, os alunos demonstraram que começaram a encarar a ciência como um processo. Alguns deles chegaram a questionar se o conhecimento atual é realmente válido, visto que, no futuro, podem surgir teorias que revolucionem a ciência e nos mostrem novas formas de conceber o Universo. O professor declarou: "nesse momento eu conclui que o meu objetivo estava sendo alcançado: desmistificar a ciência, colocando-a ao alcance dos alunos, deveria ser o objetivo maior de qualquer professor da área".

Com relação à avaliação dos conteúdos realizada pelos alunos, o professor declarou em entrevista que, praticamente 70% da sala apresentaram rendimento satisfatório em relação aos conteúdos teóricos. Os resultados mostraram que houve uma mudança na forma de conceber o Universo.

Com relação às aulas, foi possível observar que o uso de diversas estratégias de ensino motivou os alunos ao aprendizado. A diversificação dessas estratégias exigiu do professor muitas horas de dedicação à pesquisa e estudo, o que contribuiu para a sua atualização nos temas que não estudava há algum tempo.

Já na avaliação dos alunos sobre a atividade, o uso de texto teve aceitação de significativa parcela da classe (60%). Alguns alunos solicitaram outros textos para se aprofundarem no assunto. No entanto, um grupo de alunos demonstrou grande dificuldade na leitura e interpretação do texto, o que levou esse grupo a se manifestar contrário a essa estratégia de ensino, alegando que as aulas se tornam cansativas. Esse mesmo grupo não participou das discussões ocorridas em sala de aula, declarando, em suas avaliações, que o conteúdo se perdia nas discussões que aconteciam nas aulas.

6. Discussão dos Resultados e Conclusões

A mudança de postura do professor em decorrência de sua participação no "Curso de Atualização" foi evidente, uma vez que, em entrevista, ele declarou que antes de participar desse Curso abordava os conteúdos usando o modelo de transmissão/recepção, sem promover a interação e o diálogo, bem como sem utilizar estratégias metodológicas diversificadas em sala de aula. O professor afirmou que a formação teórico metodológica propiciada pelo Curso de Atualização, onde a

importância da abordagem interativa foi trabalhada de forma recorrente, foi imprescindível para a referida mudança de postura.

Os resultados da análise mostraram a importância dessa mudança de postura, pois viabilizou o interesse e a motivação por parte da maioria dos alunos para atuarem de forma ativa no decorrer das aulas. Por outro lado, a parceria com os dirigentes da escola foi fundamental para que o professor pudesse atuar de forma autônoma.

Observamos ainda, a motivação demonstrada pelo professor ao preparar as suas aulas, na busca de estratégias metodológicas e materiais que pudessem propiciar aos alunos o interesse e a motivação e, consequentemente, uma aprendizagem mais significativa. Nessa busca, ele demonstrou a sua autonomia ao utilizar recursos além dos trabalhados no "Curso de Atualização". Segundo ele, essa autonomia foi motivada pela sua participação no "Curso de Atualização".

Ressaltamos ainda que a utilização da leitura nas aulas de Física despertou o hábito da leitura em vários alunos, que passaram a emprestar frequentemente os livros da biblioteca.

Esses resultados mostram a necessidade de que os professores mudem suas práticas e identidades profissionais (NÓVOA, 2007).

Referências bibliográficas

Assis, A. Leitura, argumentação e ensino de Física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula, 2005. 286f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

Brasil. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

Nóvoa, A. Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo. São Paulo: Sinprosp, 2007.

Terrazzan, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. In: TEXTOS DE PALESTRAS E SESSÕES TEMÁTICAS: Encontro Lingaugens, Leituras e Ensino da Ciência, III. 2000, Campinas. 2000. p. 31-42.

Villani, A. Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. Revista de Ensino de Física, v. 6, n. 2, p. 76–95, 1984.

Viveiro, A. A. Estratégias de ensino e aprendizagem na formação inicial de professores de ciências: reflexões a partir de um curso de licenciatura. 2010. 193 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

LOS DIARIOS DEL PRACTICANTE EN EL ÚLTIMO AÑO DE FORMACIÓN DOCENTE DE GRADO DE LA ESPECIALIDAD FÍSICA

Flores Arrieri, Marta Elizabeth; Yoldi Lezama, Alejandra Isabel
Departamento de Física - Consejo de Formación en Educación - Uruguay
m.elizabethflores@gmail.com; alejandra_yoldi@hotmail.com

Resumen
El siguiente trabajo presenta un reporte y los hallazgos parciales de una investigación cualitativa en curso, referida al uso de diarios de práctica para estudiantes del último año de Formación Docente de la especialidad Física, del departamento de Canelones, Uruguay. Mediante el estudio de casos, en forma longitudinal, se investiga la potencialidad del "diario del practicante" en su doble finalidad: como instrumento de indagación de concepciones, intereses, procesos de aprendizaje; y como instrumento de intervención en la promoción de capacidades metacognitivas, deliberativas y autorregulativas, para pensar y actuar. Se explicitan las etapas seguidas en la investigación, se realiza un análisis preliminar de resultados con los relatos obtenidos hasta el momento y con las categorías establecidas a priori; dejando abierto el análisis a las categorías inductivas que aparecerán al término de la recolección de datos.
Palabras clave: formación inicial del profesorado - profesorado de física - diario del practicante

1. Fundamentación de la pertinencia y relevancia del trabajo

La Formación Docente en el Uruguay se realiza en los "Institutos de Formación Docente", instituciones éstas de nivel terciario pero aún fuera del ámbito universitario. Tanto en el plan vigente desde 2008, Sistema Único Nacional de Formación Docente (SUNFD), como en los diferentes planes, ha existido un fuerte acento en la Didáctica Específica de las asignaturas así como en las "Prácticas docentes". Estos espacios se constituyen en espacios de formación para el estudiante inserto en las aulas de Educación Media, siendo acompañado inicialmente por un Profesor Adscriptor (en segundo y tercer año de su formación) y culminando como Practicante con un grupo a cargo y sin adscriptor en el aula. En todos los niveles, paralelamente, el estudiante participa de cursos teóricos de Didáctica, siendo el profesor de esta asignatura quien supervisa las prácticas.

Desde el perfil de egreso propuesto por el SUNFD, el docente es concebido como un profesional, con un compromiso social y ético, de alto grado de especificidad, en tanto debe integrar en su práctica conocimientos de una variedad de campos y poseer unos saberes bien fundamentados, al decir de Julio Castro: "que le permitan, saber qué enseñar, cómo, a quienes y para qué se enseña".

Saber "cuál es el proyecto de hombre y ciudadano que la sociedad espera y que la educación debe ayudar a desarrollar, y preservar el objetivo supremo de la autonomía del sujeto" (SUNFD, 2008:9)

Se orienta a formar un profesional autónomo en la toma de decisiones, con capacidad de integrarse a grupos de trabajo, participar y emprender proyectos, con actitud investigativa, reflexiva, crítica y autocrítica. Con capacidad, además, de elaborar recursos y estrategias para adecuarse a la incertidumbre y los cambios.

Para el desarrollo de estos conocimientos, habilidades y actitudes que le permitirán llevar adelante actividades de tan alta complejidad, es esencial, la adquisición de un

pensamiento complejo en el que las habilidades metacognitivas son centrales. Se considera oportuna la introducción del uso del "diario del practicante" en su doble finalidad: investigativa y formativa. La primera, como vía de exploración de concepciones, intereses, procesos de aprendizaje; la segunda: como herramienta de promoción de capacidades metacognitivas, deliberativas y autorregulativas para pensar y actuar. Se entiende por "diario del practicante", el cuaderno de trabajo sistemático de reflexión en torno a la práctica docente de cada estudiante de profesorado. Dado que este es el primer año en que el estudiante asume la responsabilidad del desarrollo de un curso en su totalidad, este espacio de práctica se constituye en la primera instancia en la que deber resolver la real complejidad de las relaciones entre concepciones implícitas, teoría y práctica educativa. Es en las instancias de visitas de la docente de Didáctica y en las clases teóricas donde se comparten estas vivencias.

"La didáctica apunta a que el sujeto que aprende encuentre significatividad y funcionalidad en sus aprendizajes. De allí la importancia que puede revestir el "tomar conciencia" acerca de los propios procesos realizados al aprender, como así también de los propios procesos realizados al enseñar" (Sanjurjo, 2005:30).

Desde estos supuestos, es que se plantean las estrategias para la toma de conciencia por parte de los alumnos de formación docente, de estos procesos así como su desarrollo.

Por otra parte, conocer la evolución de estas habilidades permitiría valorar las prácticas de enseñanza en la institución formadora, metodologías, programas, así como el diseño de nuevas estrategias e innovaciones.

2. Antecedentes

Se destacan las investigaciones de Zabalza (1991), Porlán y Martín (1991) y Sanjurjo (2005), las que hemos tomado como referencial teórico para elaborar nuestra propuesta de intervención y de investigación.

Estas han utilizado los diarios, en el primer caso como herramienta de perfeccionamiento docente y en los dos últimos en la formación de grado, cuando comienzan su práctica docente para estudiar cómo se construye esta relación entre pensamiento y acción. Sus desarrollos presentan un conjunto de investigaciones en esta línea.

En lo que respecta a la Formación Docente en Uruguay, en la especialidad Física, no se encontraron antecedentes.

3. Problema a investigar

Al momento de pensar reflexivamente sobre los procesos de formación de los futuros docentes, varios especialistas de la educación coinciden en que uno de los principales problemas de este campo pedagógico, refiere a las relaciones complejas entre la teoría y la práctica educativa. Entienden que "la Práctica docente es dinámica y compleja, requiere de acciones deliberadas y en consecuencia es posible y deseable conocer más acerca de este proceso de reflexividad" (Schön apud Sanjurjo, 2009:19).

En el acercamiento a este entendimiento, se elige esta herramienta, la cual se considera potente y capaz de cumplir la doble función, formativa y de investigación: "el diario del practicante". A través de los diarios, se puede inferir la forma en que los estudiantes-profesores abordan la complejidad, incertidumbre, conflicto de valores, dilemas. Las características peculiares y contextuales de cada situación, implican que el profesor articule sus conocimientos teóricos disciplinares y didácticos con la propia práctica.

Las preguntas guías de esta búsqueda son las siguientes:

¿Cómo construye el conocimiento profesional el alumno en este último año de formación inicial en la que tiene la responsabilidad de un grupo de clase a cargo?
¿Cómo integra el conocimiento teórico de la asignatura didáctica a los conocimientos que va adquiriendo en la práctica?
¿Cómo va evolucionando su metacognición?
¿Qué tipo de dilemas y/o problemas se cuestiona, o surgen, en su doble rol de estudiante y profesor?
¿Cómo, a partir de estos conocimientos, puede favorecerse el desarrollo de un profesional creativo, crítico y reflexivo?

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivos Generales

Utilizar los diarios como instrumentos de metacognición, para el análisis de la práctica docente de los estudiantes del último año de profesorado de Física.

3.1.2. Específicos

Identificar dilemas que se les presentan en la práctica a los estudiantes, en su doble rol de estudiante y profesor.
Utilizar los diarios de los estudiantes del último año de formación de profesorado de Física, como vías para indagar sus concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje.

4. Marco teórico

En relación a los aprendizajes de los alumnos, parece importante destacar lo que aporta en sí el proceso de escritura; en un segundo nivel, en cuanto a la toma de conciencia de sus concepciones previas en relación a temas clave para a su formación profesional.
De acuerdo a Cassany, 1999, la escritura tiene algunas propiedades que facilitan el desarrollo de las estructuras de pensamiento: la descontextualización, la interacción diferida, la bidireccionalidad y la cosificación. Quien escribe y quien lee, no coinciden en lugar y tiempo, lo que lleva al primero a especificar en su producción, datos del contexto, que le demandan mayor nivel de observación para su descripción; al no tener una interacción simultánea, quien escribe debe imaginar al otro lo que favorece su capacidad de planificación del texto. La escritura admite un recorrido que ambos eligen, superando así la linealidad y unidireccionalidad del lenguaje oral posibilitando múltiples lecturas. Por último, lo que a nuestro entender es el atributo sustancial, la escritura da corporeidad a la oralidad o al pensamiento evanescente, lo convierte en un *objeto*, autónomo de quien lo escribió y se convierte en campo de observación y estudio.
En el diario del practicante, el escritor y el lector, son el mismo sujeto, pero en distintos momentos de su proceso de construcción como persona, como aprendiz de docente. Por tanto, la escritura en el diario es un instrumento para la autorreflexión. También habrá más lectores, lo que debe explicitarse a los estudiantes cuando se presenta esta modalidad de trabajo.
Se considera también, que podrían evidenciarse las concepciones alternativas de los practicantes. Como plantean diversos autores, Porlán, 1997, Sanjurjo, 2005, la formación docente es un trayecto a través del cual el docente se va apropiando de supuestos, creencias, teorías científicas, con los que va construyendo su saber personal. Estas concepciones implícitas sobre la actividad docente constituyen el punto de partida para las nuevas construcciones del saber profesional y tienen inicio en sus experiencias como alumnos mucho antes del ingreso a las instituciones de formación inicial. Refieren

a los aspectos centrales de cualquier contexto educativo, sobre el alumno, sobre el rol del profesor, sobre la asignatura a enseñar, sobre el ambiente y las relaciones psicosociales dentro y fuera del aula. Estas concepciones previas no solo determinan el modo de ver la realidad sino que guían y orientan la actuación de los profesores.
"Tienen naturaleza de ejemplo vivo, real, mucho más eficaz que cualquier explicación y en ausencia de otras alternativas, los profesores hacen uso de ellas, aún si en su etapa de alumnos, rechazaban ese tipo de docencia. Ello obliga a que las propuestas de renovación sean también vividas, vistas en acto: sólo así resulta posible que estas propuestas tengan efectividad y que los futuros profesores (o los que están en activo) rompan con la visión unilateral de la docencia vivida hasta el momento. De hecho el planteamiento de una formación docente…exige ofrecer alternativas reales viables. (Gil Pérez, 2001:26). En tal sentido, el diario también contribuye a esta dimensión vivencial que plantea este autor.
Por otra parte, es una herramienta que posibilita la reconstrucción del proceso seguido, obteniendo así información sobre la evolución del pensamiento de cada alumno.
Permite conocer las temáticas de interés y preocupación, permite reflejar los procesos más significativos de la dinámica en la que está inserto, cómo se van integrando los distintos aportes de la asignatura su proceso de aprendizaje.
El conocimiento de los procesos de aprendizaje del alumno puede aportar información relevante para el diseño de una enseñanza que forme profesionales autónomos, críticos y reflexivos.

5. Enfoque metodológico

Esta investigación se inscribe en la metodología cualitativa de estudios de caso. Analiza en profundidad y en forma longitudinal, el pensamiento de los estudiantes en torno a aspectos centrales a la construcción de saberes profesionales.

6. Etapas

La docente de Didáctica III, E. Flores, presenta la propuesta de realización de diarios a los 6 estudiantes de profesorado de cuarto año 2011, en una instancia propedéutica del curso, con anterioridad a la elección y toma de posesión de los grupos de práctica efectuada a principios de marzo. Se acuerda un registro semanal, que permita continuidad en el trabajo, y los contenidos allí vertidos son a criterio personal. Los diarios son leídos por las investigadoras una vez al mes y culminando el proceso de recogida de información de los mismos a finales de agosto.
Se realizan dos instancias de reflexión sobre los diarios en clase, una hacia mitad del proceso y otra hacia el final de la recolección de datos. En esas oportunidades cada uno de los estudiantes seleccionará, en forma fundamentada, algunos pasajes de sus diarios para compartir con sus compañeros de curso.

7. Análisis

Se analizan los diferentes niveles de reflexividad alcanzados, así como los dilemas, problemas y temas recurrentes, en este último caso, arribando a categorías de forma inductiva.
Para el análisis de los niveles de reflexividad, se adaptan las categorías establecidas por Ross, citadas por Chacón, M, Chacón, A., (2006), designadas como: - I) análisis descriptivo, II) análisis descriptivo práctico, III) integración teoría práctica.

Se puede analizar de forma preliminar, que al comienzo de la práctica la escritura es mayormente descriptiva.

"Hoy tuvimos la primera clase con el grupo 3°2. No voy a mentir, nuevamente me sentía muy nervioso, por fin vería las caras de mis alumnos. (...) Al entrar al salón muchas caras conocidas, de verlas por la calle, en el supermercado, en la cancha, etc. Por un lado me sentía bien por hacer la práctica en mi pueblo, pero por otro lado, sentía de pronto cierta presión, como que no iba a estar muy cómodo." J.P.

"¡Qué clase incómoda la de hoy! Me quedé súper corta con mi planificación. Resulta que ya muchas cosas de las que había preparado las habían dado en Ciencias Físicas, pero por partes. (...) Cuando llegué a la hora del recreo tuve que pensar con qué continuar porque no tenía nada más pensado para esta clase. Felizmente pude solucionar el tema, pero creo que muchas cosas que tengo que afirmar en el futuro." M.A.

Un segundo nivel de reflexión se observa en algunos estudiantes prontamente. Este caso es a principios de abril:

"En la primera hora trabajaron muy bien, pero en la segunda hora les permití agruparse y cometí el error de explicar la tarea después. Esto los desordenó y la clase fue confusa (...) Creo que me equivoqué en como planteé la tarea." L.C.

Un intento de relacionar teoría y práctica a principios de mayo:

"Estoy un poco preocupada por el tiempo que hemos propuesto con J para algunos temas (...) Pero salieron tantas cosas desde las ideas previas, como que la Tierra tenía un imán por eso la Luna estaba en órbita, que el peso era la cantidad de materia, la Luna flota (...) me hace pensar que muchas veces los tiempos que nosotros proponemos no son los tiempos que necesitan los chiquilines para comprender. Vamos a trabajar con J en otra actividad sobre "Física de los satélites" de Hewitt." L.C.

Aunque también los niveles de reflexión presentan recorridos zigzagueantes, avances y retrocesos en los mismos sujetos…

A principios de abril:

"Personalmente no me pareció una mala clase, aunque sí algo aburrida para los alumnos. Es difícil que todas las clases sean divertidas, que no sean tan expositivas. Tal vez un buen disparador los motive a engancharse con la clase… o un experimento a mitad de una clase…" P.N.

A principios de mayo:

"Era la última hora y me fui con tiempo y despacio del salón, ya no quedaba nadie en el piso de arriba ni en el liceo, salvo la directora y un funcionario de limpieza y una policía afuera. Me fui algo triste porque no hicimos mucho en la clase, no me impuse ni tenía idea clara de lo que iba a hacer con ellos y creo ellos no tenían idea de lo que quería yo, que hicieran." P.N.

Este análisis preliminar muestra la riqueza de la herramienta y se pueden empezar a inferir algunos temas recurrentes como: la disciplina, la planificación, el rol docente, lo cual se pretende analizar con la debida profundidad una vez completada la etapa de recolección de los datos, a la luz de los relatos obtenidos desde la escritura y desde la oralidad.

8. Referencias

Bolivar, A. (s.f.) El curriculum como curso de vida y la formación de profesorado. http://pedagogia.fcep.uru.ca/revistaut/revistes/ferrares/capito[1article2.pdf.

Cassany, D, (1999). Construir la escritura, Barcelona, España: Ed. Paidós.

Chacón, M., Chacón, A.(2006). Los diarios de práctica: una estrategia de reflexión. Acción Pedagógica, Nª 15 enero-diciembre, pp. 120-127.
http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/12272/2/articulo14.pdf

Gil Perez,D. y otros. (2001). Formación del profesorado de las ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras. Madrid, España: Ed. Popular.

Lipman, M. (1998). Pensamiento complejo y educación. Madrid, España: Ed. de la Torre.

Monereo, C. (coord...). (2002). Estrategias de aprendizaje. Madrid, España: Ed. Visor.

Peme_ Arenaga, C., MelladO, V., De Longui, A., Moreno, A., Ruiz, C. (2009) La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: Estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 8, Nª 1, pp.283-303.
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART15_vol8:N1.pdf

Porlán, R., Martín, J. (1991). El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula. Madrid, España: Díada Editorial S.L.

Porlán, R., Rivero, A., Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores – I.: teoría, métodos e instrumentos. Enseñanza de las Ciencias, 15, 2, pp. 155-171.

Portois, J., Desmet, H. (1992). Epistemología e instrumentación en ciencias humanas. Barcelona, España: Editorial Herder.

Sanjurjo, L y otros. (2009). *Los dispositivos de la formación en las prácticas.* homo Sapiens, Rosario.

Sanjurjo, L. (2005) La formación práctica de los docentes. Rosario, Argentina: Homosapiens Editores.

Stake, R. (1999). Investigación con estudio de casos. Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.

Sunfd. (2008) .Sistema Nacional de Formación Docente 2008. Documento Final. Uruguay: www.anep.edu.uy

Vélaz de Medrano,C., Vaillant, D.,(coord.), (2009). Profesión Docente. Aprendizaje y desarrollo profesional docente. Metas Educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. Madrid, España: OEI, Fundación Santillana.

Zabalza, M. (1991). Los diarios de clase. Documento para estudiar cualitativamente los dilemas prácticos de los profesores. Barcelona, España: P.P.U.

O PERFIL EPISTEMOLÓGICO DO CONCEITO DE TEMPO E AS CONDUTAS CULTURAIS: CATEGORIAS DE ANÁLISE

Paulo Henrique de Souza[1]; *João Zanetic*[2]; *Maria Eduarda Santos*[3]
[1]Doutorando/Instituto de Física/Universidade de São Paulo
[2] Instituto de Física/Universidade de São Paulo
[3] Instituto de Educação/Universidade de Lisboa
hspaulo@usp.br; zanetic@if.usp.br; mariaeduardasantos983@gmail.com

Resumo
Neste artigo, de natureza teórica, apresentamos e fundamentamos a construção de categorias de análise para o conceito de tempo, tendo como referencial a epistemologia de Gaston Bachelard, particularmente os conceitos de obstáculo epistemológico e de perfil epistemológico, bem como, diferentes concepções de tempo oriundas da história da ciência. Além disso, construímos categorias para identificação das condutas culturais dos alunos, tendo como referencial as "culturas da nossa cultura" de Edgar Morin e as relações entre culturas e estádios sociais propostas por Jhally (1995) e posteriormente analisadas, aprofundadas e ampliadas por Santos (1999) em suas reflexões sobre interações CTS. Em moldes bachelardianos, estabelecemos também relações entre a conduta cultural do individuo e orientações por diferentes escolas filosóficas.
Palavras chave: tempo, história da ciência, epistemologia, perfil epistemológico, cultura.

1. Introdução

Ao longo da história da humanidade, está patente uma forte relação entre o conceito de tempo e as diferentes culturas (Ricoeur et al, 1975; Whitrow, 1993; Elias, 1998; Redondi, 2010). A representação sociocultural do conceito de tempo, materializada na figura do relógio, tornou-se fundamental para a sociedade moderna e contemporânea (Elias, 1998; Redondi, 2010). Na ciência o conceito de tempo tem um lugar privilegiado e múltiplo. Na física, por exemplo, em conjunto com o espaço, massa e energia, formam a estrutura básica das principais teorias que surgiram ao longo da história. Na mecânica newtoniana a concepção de tempo é absoluta, mas na teoria da relatividade é relativa para os movimentos e uma dimensão com o espaço.

Partindo do pressuposto de que algumas destas concepções também podem ser identificadas nos alunos, entender as diferentes concepções de tempo que eles possuem é um elemento importante para um ensino de física com qualidade. Para esse entendimento, o referencial bachelardiano, particularmente as noções de obstáculo e de perfil epistemológicos, parece-nos satisfatório (Martins, 2004; 2007; Souza & Zanetic, 2008). Além disso, o perfil epistemológico de um conceito é condicionado pelo estádio específico da cultura do indivíduo.

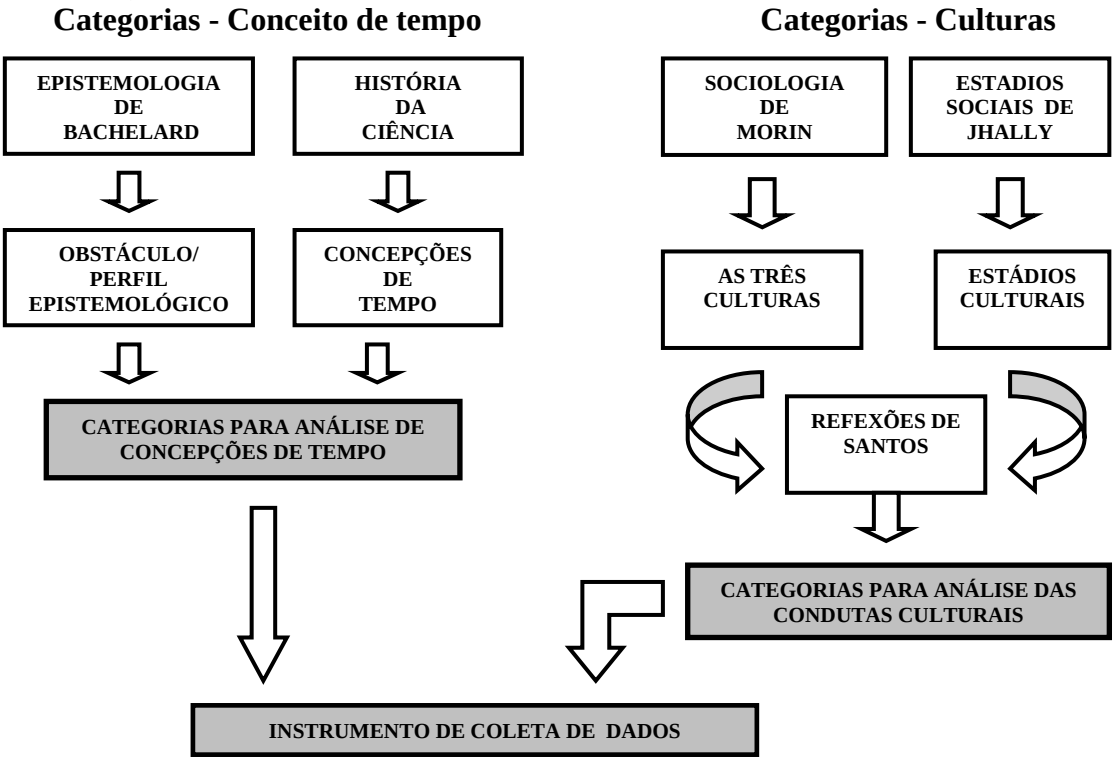
> Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estádio particular da sua cultura. É essa dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico. (Bachelard, 1978, pág. 25).

Portanto, neste artigo, apresentamos uma sistemática de construção de categorias para análise de concepções de tempo, referenciadas às noções de obstáculo e perfil

epistemológicos de Bachelard. De forma análoga, construímos categorias de identificação das condutas culturais no indivíduo, com base nas propostas de Santos (1999; 2001; 2009), referenciadas à sociologia de Morin (1998) e à análise social de Jhally (1995). Propomos, também, para cada região epistemológica, uma imbricação entre as categorias de análise do conceito de tempo e as de conduta cultural.

2. Estruturando a sistemática

A seguir, apresentamos o fluxo metodológico para definição de categorias de análise de concepções de tempo e de identificação das condutas culturais, que serão descritas nas seções seguintes.



Ressaltamos que o *instrumento de coleta de dados*, apesar de ter sua origem nas categorias de análise, depende muito da realidade de cada estudo. Portanto esse item não será explorado neste artigo.

3. Obstáculos epistemológicos e perfil epistemológico

A epistemologia de Gaston Bachelard (1884-1962) alicerça-se na ideia de que a ciência se constrói, descontinuamente, através de rupturas. Considera que à medida que cada conceito é retificado, a ciência evolui na direção de uma maior racionalidade. Para se entender filosoficamente a construção de cada conceito científico, ao longo da história individual e coletiva, Bachelard propõe como categorias-chave os conceitos de obstáculo epistemológico, ato epistemológico, perfil epistemológico e ruptura epistemológica ao longo de períodos históricos (Santos, 1989). Neste trabalho utilizaremos apenas os conceitos-chaves de obstáculo e perfil epistemológicos.

O obstáculo epistemológico é definido por Bachelard (1996), como uma espécie de conflito, oposição ou imperativo funcional que aparece no próprio ato de conhecer, sendo causa da inércia e até de estagnação no processo evolutivo dos conceitos

científicos na história da ciência e no aprendizado individual. No âmbito da mesma filosofia, a noção de perfil epistemológico proposta por Bachelard (1978) aparece claramente na sua obra *A filosofia do não*. O negativismo que a obra aparenta indica um *não*, que é dito ao conceito anterior, pelo novo conceito. Porém esse não nunca é definitivo e leva a diferentes níveis de manifestação. Com o olhar do novo espírito científico, Bachelard analisa a evolução de conceitos científicos no caminho para uma maior coerência racional e traça o respectivo perfil epistemológico.

Na evolução de um determinado conceito, o perfil "mede" a orientação cognitiva e psicológica de cinco escolas filosóficas: o *realismo ingênuo* orienta a construção de conceitos através dos sentidos e da percepção humana. Relaciona-se com a memória e com os sentidos, ou seja, com o que está a vista (Bachelard, 1978); no *empirismo claro e positivista* o conceito é construído através da medição utilizando instrumentos; o *racionalismo newtoniano ou kantiano* orienta a construção dos conceitos através da abstração matemática; o *racionalismo completo* também concebe os conceitos através da abstração matemática, mas com um maior distanciamento do senso comum, tendo na relatividade de Einstein o seu grande exemplo; por fim, o *racionalismo dialético* rompendo completamente com o senso comum, orienta a construção de conceitos ainda mais abstratos, como nas propostas da física quântica.

Nesta base, Bachelard (1978) traça o seu próprio perfil epistemológico do conceito de massa através de um gráfico de barras em que cada barra indica o grau de influência daquelas escolas filosóficas. A coluna mais alta do seu perfil, o racionalismo clássico, foi atribuída pelo próprio Bachelard à sua formação matemática e a uma longa prática de ensino de física básica. Outra coluna de destaque é a do empirismo, que é explicada pela influência do seu trabalho no laboratório de química e, em épocas anteriores, pela atividade de pesar cartas, quando trabalhava nos correios, a que Bachelard (1978) chama a sua "conduta da balança".

Desta análise do perfil bachelardiano do conceito de massa, é legitimo inferir que diferenças no "grau" de orientação de um conceito pelas escolas filosóficas estão relacionadas com condutas culturais e que o perfil epistemológico desse conceito para um estádio particular da cultura individual, guarda as marcas dos obstáculos epistemológicos que vão sendo superados na sua evolução.

4. Categorias para o traçado do perfil epistemológico do conceito de tempo

Apresentaremos nesta secção categorias de análise para o conceito de tempo, de forma análoga ao que Bachelard (1978) fez para o conceito de massa, tendo como referência as mesmas cinco escolas filosóficas: realismo ingênuo, empirismo, racionalismo clássico, racionalismo completo e racionalismo discursivo.

O *realismo ingênuo* orienta o conceito de tempo na direção de uma estreita relação do homem com a natureza. Caracteriza-se pela percepção visual de um objeto ou ser vivo (estado de conservação, estado de envelhecimento…), por marcos do ciclo de vida (nascimento, morte…) e pela consciência de passado, presente e futuro. Também é orientado por esta escola a percepção psicológica da passagem do tempo - a suposta duração é função do envolvimento pessoal na atividade realizada.

No *empirismo*, o "domínio" do conceito de tempo, para além da observação da natureza, é orientado pela definição e construção de parâmetros e de instrumentos de medida, historicamente patentes na evolução de calendários (lunares, solares, etc) e de relógios, desde o de sol e água, passando pelos mecânicos (pêndulo, escape e mola), os portáteis, até os de quartzo e os atômicos (Whitrow 1993). "*(...) Notemos no entanto que se pode*

evocar um longo período em que o instrumento precede a sua teoria. O mesmo não acontece atualmente, de forma que o instrumento da física é uma teoria realizada, concretizada, de essência racional (...)" (Bachelard, 1978, pág. 15). Talvez até seja o caso dos relógios de quartzo e dos atômicos.

No *racionalismo clássico*, o conceito de tempo afasta-se da experiência primeira. Toma uma forma mais racional, abstrata e matemática. Surge como algo absoluto e independente dos seres humanos. Esse conceito está patente nos trabalhos de Galileu (1564–1642), Barrow (1630-1677) e Newton (1642-1727). Apesar das fortes críticas de Leibniz (1646–1716), Huygens (1629–1695) e Ernst Mach (1838–1916), que defendiam teorias relativas do tempo, a concepção absoluta tornou-se a principal referência para a física até a chegada da relatividade. Contudo, continuou a ser sempre questionada durante os séculos XVIII e XIX.

No *racionalismo completo* que marca o início do chamado novo espírito científico, a ciência avança na direção de um racionalismo que rompe com o racionalismo clássico. Einstein, em um artigo histórico, datado de 1905, postula a chamada teoria da relatividade especial que trazia como princípio básico a validade das leis da física para qualquer referencial de modo que qualquer observador mediria a mesma velocidade da luz. Uma conseqüência disso, passando pelo conceito de simultaneidade, é a concepção de tempo e espaço relativos. Quanto mais a velocidade do corpo se aproximar da velocidade da luz, mais devagar passará o tempo no relógio. Esse efeito recebeu o nome de dilatação do tempo. Dez anos depois, Einstein desenvolveu a chamada teoria da relatividade geral que relaciona a aceleração da gravidade com uma geometria do espaço-tempo curvo, incorporando sistemas de referência acelerados. Com isso Einstein desenvolveu uma nova teoria da gravitação. Sua ideia seria a de que o tempo passava a ser uma dimensão e a massa e energia deformariam esse espaço-tempo tornando-o curvo.

Por fim, encontramos no *racionalismo discursivo*, uma orientação ainda maior para o racionalismo que Bachelard chama de aplicado, pois estes são os domínios da física quântica. Neste contexto, a medida do tempo é orientada pelo princípio da incerteza de Heisenberg, que afirma não ser possível determinar a energia de uma partícula em um instante definido, ou seja, existe uma incerteza temporal. Essa limitação está relacionada diretamente com a forma de medição das variáveis, sendo que o instrumento de medida interfere no resultado, tornando-o probabilístico. Outra ideia de tempo na mecânica quântica é dada por Feynmam no seu trabalho sobre eletrodinâmica quântica, em que se utiliza a concepção do pósitron como um eletron viajando para trás no tempo, para explicar os fenômenos conhecidos como "produção de par" e "aniquilação de par" (Lacey, 1972).

5. As três culturas: definindo as relações

Pensar em cultura, e mais especificamente em como a definimos, pode nos conduzir para algumas armadilhas. Neste trabalho adotamos uma concepção geral de cultura, o seu sentido antropológico, ou seja, tudo que não se revela como um comportamento inato, apesar de indissociável da individualidade, é cultura. É um sistema metabolizante que garante as trocas de experiências entre indivíduos, entre o indivíduo e a sociedade e entre a sociedade e o cosmo (Morin, 1998). Portanto, engloba os valores materiais e espirituais criados pela humanidade ao longo da sua história (Zanetic, 1989).

Como categorias de análise das concepções de cultura, adotaremos as definições das três culturas dadas por Morin (1998) em conjunto com os estádios da sociedade propostos por Jhally(1995), ampliadas e reconstruídos por Santos (1999; 2001; 2009).
Neste sentido, temos a cultura humanística que está relacionada com os conhecimentos sobre o homem, a sociedade e a natureza, envolvendo questões morais, éticas e religiosas. A cultura científica caraterizada pelo conhecimento da ciência e de suas implicações que estão na raiz das grandes revoluções tecnológicas e conceituais contemporâneas. A cultura de massa, fruto das estratégias publicitárias, caracteriza-se pelo imediatismo, massificação da sua produção e consumo, domínio capitalista do valor de uso, sujeição às leis de mercado, além da difusão massiva de produtos culturais. (MORIN, 1998; JHALLY, 1995).
A tabela a seguir, resume a proposta de construção das categorias de análise do conceito de tempo e de identificação do predomínio cultural, além de indicar as relações entre o conceito de tempo e a cultura.

CONCEITO	**ESCOLA FILOSÓFICA**	**CULTURA**	**CONDUTA CULTURAL**
Percepção visual e Psicológica	Realismo Ingênuo	Humanística	Família, Ética, Moral, Religião
Calendários Relógios	Empirismo	Massa	Consumo, Leis de Mercado, Rotinas
Independente Absoluto	Racionalismo Clássico	Científica	Teorias científicas, Tecnologia
Relativo Dimensão	Racionalismo Completo		
Incerteza temporal Tempo negativo	Racionalismo Discursivo		

Tabela 1: Categorias de análise do conceito de tempo e condutas culturais

É importante ressaltarmos que as relações da tabela 1 não seguem uma ordem cronológica dos acontecimentos, ou seja, apesar da cultura de massa surgir com mais intensidade no século XX, época das propostas científicas do racionalismo completo e discursivo, a sua presença no perfil cultural do aluno pode ser relacionada com o seu grau de empirismo, que neste caso é sintetizado na conduta do relógio (MARTINS 2004, 2007; SOUZA, 2008). Por sua vez, a presença da cultura científica tem maior "peso" na região racionalista e a cultura humanística no realismo ingênuo, dada a força da observação pelos sentidos e da percepção psicológica.

6. Considerações Finais

Essas são as nossas categorias de análise para o conceito de tempo e condutas culturais. Destacamos que uma "versão" anterior desta sistemática, quando utilizada (Souza, 2008), permitiu identificar condutas pessoais dos alunos culturalmente orientadas (conduta do relógio, da escolinha, do ballet e do roçado), bem como, imbricações entre a cultura e orientações epistemológicas.
Pensando nas implicações desta "ferramenta" diagnóstica para o ensino de física, destacamos a sua importância para a atuação didática do professor. O conhecimento do perfil epistemológico dos alunos e das suas relações com aspetos culturais dominantes são elementos fundamentais para o planejamento pedagógico, permitindo inserir ações que possibilitem um acesso a cultura científica e possível evolução do perfil no sentido da racionalidade científica. É importante ressaltar que não negligenciamos o fato de

Bachelard (1978) propor que a construção do perfil epistemológico, referente a um conceito, deve ser realizada pelo próprio individuo. Porém, neste caso, exigências metacognitivas dificultam a atividade de autoconstrução do perfil, mas não estão descartadas. Portanto, para além da possibilidade do perfil ser construído pelo professor, há a possibilidade de construção de perfis coletivos como alternativa interessante para as condições precárias do ensino enfrentadas pela escola (Souza & Zanetic, 2008).

Por outro lado, retomando a questão da cultura científica, as manifestações de regiões racionalistas no perfil só aparecem ou evoluem na medida em que os alunos entram em contato refletido com uma cultura científica e a tem presente em sua forma de conceber o mundo. É, pois, fundamental que a escola possibilite a todos um contato com a ciência de forma menos "mecanizada" e mais reflexiva. O incentivo e uso da leitura (literatura, ficção e divulgação científica), estabelecendo relações com outras áreas do saber, além do uso da história e filosofia da ciência e interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), são algumas possibilidades de pensar e propor condições reais de acesso a cultura científica. As atividades empíricas também são importantes, sobretudo tendo um caráter reflexivo sobre o todo do problema examinado e não um receituário a ser seguido. Os problemas conceituais com caráter investigativo, individuais e em grupo, também compõem este grupo de alternativas didáticas. Assim, estas ações, possivelmente, abrirão caminhos para a identificação de regiões racionalistas no perfil epistemológico de cada aluno.

Por fim, salientamos que as categorias de análise e identificação de condutas culturais são referências para a análise das respostas dos alunos, assim como para a construção de instrumentos de coleta de dados pelo professor, levando em consideração a sua realidade local. Afinal, é importante saber fazer a pergunta certa.

7. Referências

Bachelard, G. (1978). A filosofia do não. Tradução. J. J. M. Ramos. São Paulo: Abril Cultural.

Bachelard, G. (1996). A formação do espírito científico. Tradução. E. S. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto,

Bachelard, G. (2010). A Epistemologia. Tradução. F. L. Godinho & M. C. Oliveira. Lisboa: Edições 70.

Bachelard, G. (1975). Le rationalisme appliqué (5ª ed). Paris: PUF

Bachelard, G. (1975). Le materialisme rational (4ª ed). Paris: PUF

Elias, N. (1998). Sobre o tempo. Rio de Janeiro, Zahar.

Lacey, H. (1972) *A linguagem do espaço e do tempo*. Tradução: M. B. Oliveira. São Paulo: Perspectiva.

Martins, A. F. P. (2004). Concepções de estudantes a cerca do conceito de tempo: uma análise a luz da epistemologia de Gaston Bachelard. 218 f. Tese (Doutorado em Educação)– /FEUSP, São Paulo.

Martins, A. F. P (2007). Tempo Físico: a construção de um conceito. Natal, Editora da UFRN.

Morin, Edgar (1998). Sociologia: a sociologia do microssocial ao macroplanetário. Lisboa, Publicações Europa-America.

Redondi, P. (2010) Histórias del tiempo. Madrid, Gredos.

Ricouer, P. (1975) As culturas e o tempo: estudos reunidos da UNESCO. São Paulo, EDUSP.

Santos, M. E. V. M. (1989) Para uma pedagogia da mudança conceptual: estudo de orientação epistemológica. 382f. Tese (Mestrado em educação), Universidade de Lisboa,.

Santos, M. E. V. M. (1999). Desafios pedagógicos para o século XXI. Lisboa, Livros Horizonte.

Santos, M. E. V. M. (2001). A cidadania na "Voz" dos manuais escolares. Lisboa, Livros Horizonte.

Santos, M. E. V. M. (2009). Ciência como cultura – Paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar In: Revista Química Nova, Vol. 32 nº2, p 530-537, 2009.

Souza & Zanetic (2008). Um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico no ensino de Física. In. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba.

Souza, P. H. (2008). Tempo, ciência, história e educação: um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - IFUSP/FEUSP, São Paulo.

Whitrow, G.J. (1993) O tempo na história: concepções do tempo da pré-história aos nossos dias. Tradução de M. L. X. de A. Borges. Rio de Janeiro, Jorge Zahar.

Zanetic, J. (1989). Física também é cultura. 252 f. Tese (Doutorado em educação) - IFUSP/FEUSP, São Paulo.

EN BUSCA DE LAS HUELLAS DE UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Sonia Beatriz González [1]; *Consuelo Escudero*[2]
[1]Departamento de Física y de Química. Facultad de Filosofía Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan.
[1]Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan.
[2]Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan.
soniabeatriz.gonzalez@gmail.com; cescude@unsj.edu.ar.

Resumen
En este trabajo se presenta parte del análisis realizado a partir de un ejercicio propuesto a estudiantes de primer año de universidad, en ocasión de prepararlos conceptual y actitudinalmente para abordar la temática del modelo atómico actual.
En el diseño y su desarrollo en el aula se tuvieron en cuenta los principios del Aprendizaje Significativo en su versión humanista, y para el análisis se empleó la Teoría de los Campos Conceptuales elaborada por Gerard Vergnaud.
A partir de esta primera mirada podemos decir que resurgen las cuestiones referidas a la conceptualización de las magnitudes y se da pie a reflexionar acerca de la enseñanza de las cantidades discretas y continuas como uno de los aspectos relevantes a considerar en la resolución de situaciones problemáticas.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo – Teoría de los campos conceptuales – Cantidades discretas y continuas

1. Introducción

La introducción al aprendizaje del modelo atómico actual requiere el uso de algunas nociones que permitan que el estudiante pueda al menos iniciarse en el uso de nuevos conceptos y de formas de representación a las que no está habituado. Esto es porque en el modelo mencionado se generan otras combinaciones – por ej. orbital, magnitudes compatibles e incompatibles, cuanto de energía, etc. -, con formas de representación que aun estando conformadas por componentes conocidos – letras, números, exponentes, etc. -, dan lugar a otros significados.
Una de las nociones a las que se hace referencia es a la diferenciación entre cantidades continuas y cantidades discretas.
Estos conceptos, construidos a lo largo de la educación primaria y secundaria adquieren relevancia a la hora de comenzar a profundizar en el tema de la energía. Fundamentalmente se hace referencia a las absorciones y emisiones energéticas posibles, de acuerdo a los diferentes estados en que se puede encontrar un átomo.
Como mencionamos anteriormente, son conceptos trabajados durante la formación escolar, pero con los que no se explicita en cuales circunstancias se trata de cantidades discretas o continuas, con todo lo que esto significa desde una perspectiva física. De manera que esta diferenciación se transforma en un contenido para tener en cuenta como carencia en los conocimientos previos. Sin olvidar que, como todo concepto, forma parte de un campo conceptual.
Un interrogante que aparece al revisar las respuestas de algunas situaciones propuestas a alumnos de primer año de universidad con el título “Para pensar”, es ¿cuáles pueden ser

indicios de que hay una conceptualización significativa? O dicho de otro modo, cuándo podemos decir que "lo nuevo" se integró a una estructura conceptual.

2. Marco teórico

Podemos situar el origen de la Teoría del Aprendizaje Significativo en el año 1963, con la publicación del trabajo realizado por el neurobiólogo y psicólogo educacional David Ausubel *"The Psychology of Meaningful Verbal Learning"* (Moreira 1999a, Moreira 1999b, Valadares y Moreira 2009). Posteriormente, en el año 1968, publica por primera vez el libro *"Educational Psychology: a cognitive view",* en el que el autor propone explicar: *(...) las condiciones y características del aprendizaje que se traduzcan en formas efectivas y eficaces de provocar de modo deliberado cambios cognitivos estables, con significado individual y social".* Constituyéndose en uno de los aportes más importantes del siglo XX en el campo de las teorías de aprendizaje.

Uno de los referentes más activos de esta teoría es Josep Novak, quien le ha otorgado una nueva configuración al integrarla con una visión humanista que contempla a la persona como un ser que **piensa**, tiene **sentimientos** y **actúa**, y desde esa totalidad construye los significados.

Con esta nueva paleta de colores presentada por Novak y epistemológicamente fundamentada en gran parte por Bob Gowin (1981, 1990), los principios de la teoría se renuevan permitiendo ampliar las herramientas para explorar el campo y extender el uso a casos complejos, difíciles de abordar desde una perspectiva tradicional:

- *"El conocimiento no es un hecho absoluto e inmutable, es un proceso en construcción que involucra visiones, conceptos, modelos, teorías y metodologías con los que el sujeto enfrenta el mundo, pero donde ni el sujeto ni el objeto de conocimiento tienen una hegemonía epistemológica".*
- *"Todo ser humano es un captador de significados"*
- *"La estructura compleja de cada ser humano tiene una importancia decisiva en la construcción de su propio conocimiento".*
- *"El ser humano es transdimensional".*
- *"La educación deberá tener como objetivo la construcción de significados compartidos por los educandos".*

Este punto de vista nos conduce a poner atención en cada una de las acciones que realiza el estudiante, ya que algunas de ellas son el resultado de nuevas combinaciones de lenguajes.

La Teoría de los Campos Conceptuales formulada por Gerard Vergnaud no solo extiende y complementa los estudios de Piaget acerca de la generación y crecimiento de estructuras que desarrollan las personas y que les otorga la capacidad de aprender, sino que se constituye en un nuevo paradigma de alto contenido educativo al integrarla con la visionaria perspectiva de Vigotsky:

(...) "Eso se percibe, por ejemplo, en la importancia atribuida a la interacción social, al lenguaje y a la simbolización en el progresivo dominio de un campo conceptual por los alumnos. Para el profesor, la tarea más difícil es la de proveer oportunidades a los alumnos para que desarrollen sus esquemas en la zona de desarrollo próximo" (Citado por Moreira 2004: 42).

Así como es clave el concepto de esquema en Piaget, en la Teoría de los Campos Conceptuales es central la definición de **campo conceptual** y el enfoque analítico que ofrece acerca de qué es un **concepto**:

"Un campo conceptual se define como un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere, a su vez, el manejo eficaz de varios conceptos de naturaleza distinta" (Trad. Vergnaud 1988: 141)
"Una aproximación psicológica y didáctica de la formación de conceptos matemáticos conduce a considerar un concepto como un conjunto de invariantes utilizables en la acción" (Trad. Vergnaud 1990:145)
Una cuestión a la que frecuentemente se hace referencia en la Teoría de los Campos Conceptuales, es a la necesidad de plantear situaciones a los estudiantes a fin de permitirles poner en acción sus esquemas porque siempre la evaluación será enriquecedora. Si pudo resolver correctamente, es una prueba de que se está recorriendo adecuadamente un camino. Y si no pudo resolver, otorga la posibilidad de explicitar los aspectos en los que se hace necesario continuar trabajando.
"Al resolver un problema un estudiante no necesariamente <comprende> en sentido estricto, puede actuar con esquemas o algoritmos automatizados (y no advertir el error o el éxito). Pero depende de lo que imponga o sugiera el problema en un dado nivel educativo. Lo que nos lleva en cierto modo a situaciones parcialmente nuevas, donde un tipo son las integrativas. Lo mismo podría decirse de las preguntas conocidas como conceptuales. La respuesta puede ser <memorizada> y también va a ser susceptible de depender de lo que demande: una respuesta de tipo reproductiva es distinta de una explicativa o de una argumentativa". (Escudero 2005: 167)
Cada vez que se procura enfocar los análisis con los cristales que nos proveen las teorías brevemente descriptas, nuevas posibilidades se van abriendo hacia un conocimiento más profundo acerca de las acciones que realizan los estudiantes a medida que se desarrollan los procesos cognitivos.

3. Metodología y análisis

Este estudio se desprende de un trabajo de investigación cuyos objetivos se relacionan con la búsqueda de invariantes operatorios que forman parte de los esquemas construidos por los estudiantes a lo largo de su formación escolar y son de interés para el aprendizaje de tópicos de física de alto nivel de abstracción.
Se trabajó con un grupo de 32 alumnos pertenecientes a una carrera de primer año de universidad en la que Física y Química son asignaturas que forman parte del ciclo básico de su formación general. Para el análisis se seleccionaron siete respuestas representativas de las categorías que se encontraron. No se consigna específicamente la carrera para preservar el anonimato de los estudiantes.
Podría encuadrarse como un estudio de caso, dado que no se propone realizar estadística, sino incrementar la base de datos de la investigación principal.
"Los casos se utilizan no solo para construir tipologías, sino también para <probar> la teoría evolutiva y la estructural funcional. Aunque el científico puede utilizar ciertos conceptos generalizadores en su análisis, el caso (sociedad, movimiento social o burocracia en gran escala) todavía es la unidad de análisis. Solo mediante un estudio en profundidad se explican las relaciones entre las partes del sistema y entre las partes y el todo"(Sjoberg y Nett 1980: 311)
La propuesta consistió en desplegar desde el inicio un esquema en el que se expuso el modelo atómico actual como el resultado de fundamentales contribuciones desde la física clásica y desde la física moderna. A partir de estos dos nodos conceptuales se discriminaron los aportes más significativos, realizando una revisión de todos aquellos que ya habían estudiado (masa, energía, carga eléctrica, magnitudes escalares y

vectoriales), y una introducción a las nociones que tienen un vínculo directo con el tema central abordado: campo eléctrico, campo magnético, principio de incertidumbre, cuantización de la energía, comportamiento dual del electrón.
Por otro lado cabe destacar que continuamos poniendo énfasis en las investigaciones localizadas en el aula, donde consideramos que se encuentra el sustrato de nuestras búsquedas.
"Estudiar las estructuras de intercambio en el aula y en la resolución individual de problemas en situación de evaluación – o no – ha permitido recoger lo que creemos son algunas invariantes operatorias en un cierto campo conceptual, a través de la profundización en la comprensión de las situaciones y de las dificultades conceptuales encontradas por los estudiantes al resolver. (...) Es en esa perspectiva de complejidad, progresividad y continuidad/ruptura que se considera que deben ser encarados el aprendizaje y la enseñanza de ciertas áreas de la Física". (Escudero 2005:211)
En el marco descripto se diseñó un trabajo práctico cuyas respuestas constituyen parte del corpus principal del estudio.
A posteriori de revisar conceptos clásicos se presentaron situaciones "Para pensar" en las que uno de los ítems era el siguiente:

La tabla A muestra la variación de la temperatura de un líquido (Fig. 1) a medida que pasa el tiempo. ¿De qué modo se produce esa variación?

Tabla A

Tiempo (s)	Temperatura (ºC)
0	23
1	23,1
2	23,2
3	23,3
4	23,4
5	23,5
6	23,6
7	23,7
8	23,8
9	23,9
10	24

Figura 1

La tabla B muestra la variación de temperatura del mismo líquido de la Fig. 1, pero fíjate en el tiempo transcurrido ¿Qué piensas que ha sucedido? Trata de explicar el fenómeno.

Tabla B

Tiempo (s)	Temperatura (ºC)
0	23
1	24

El objetivo del planteo es que los alumnos observaran el tipo de variación numérica en cada caso (A y B), pero también que ensayen alguna explicación para el formato B.
A continuación se presentan las respuestas de los estudiantes:

Estudiante	Respuesta
1	En la tabla A la variación se produce en cantidades continuas. Cada un segundo aumenta un decimal; y en la tabla B, la variación es en cantidades discretas cada un segundo va de grado en grado, en números enteros.
2	Tabla A. La variación de la temperatura se produce que cada un segundo la temperatura aumenta 0,1°C Tabla B. Lo que ha sucedido es que se le ha aumentado calor a la llama el cual a (sic) aumentado la temperatura en periodo de 1s aumento 1°C
3	Tabla A: La temperatura se eleva hasta llegar a los 24°C Tabla B: Se suman el tiempo final con la temperatura inicial
4	El tiempo va de uno en uno, a medida que va aumentando el tiempo aumenta también la temperatura. Aumenta el calor del líquido a medida que va pasando el tiempo.
5	De uno en uno la temperatura aumenta a medida que pasa el tiempo. Se ha aumentado el calor para que suba más rápido la temperatura.
6	La variación en la tabla A es constante, en donde la temperatura y el tiempo son proporcionales. En donde cada un segundo la temperatura aumenta 0,1°C En la tabla B se puede ver que la temperatura aumenta más rápido con respecto a la tabla A.
7	a) Se produce proporcionalmente. b) Que se le ha incrementado el calor del mechero por lo tanto va a transcurrir menos tiempo y la temperatura aumentará más rápido.

Las respuestas se limitan a consignar una observación muy simple, si bien algunos indican que se puede hablar de una variación "proporcional", el pensamiento no supera la abstracción empírica.
Además, al tratar de explicar qué puede haber sucedido en el caso de la tabla B solo piensan en una variación que implica menos tiempo. No se cuestionan qué sucedió con los valores intermedios entre 23 y 24 grados. Hay una sola alumna (1) que distingue entre variación continua y discreta.
Al efectuar la comparación entre las dos situaciones, enfocan su atención en los números, no le dan lugar al hecho físico, que es el que impone las limitaciones. Esto nos recuerda algunas conclusiones a las que arribamos en trabajos anteriores, referidos al empleo de las unidades en la resolución de problemas.
(...)"Por otro lado, es muy frecuente que no escriban las unidades durante el proceso de un cálculo, pero sí que continúen operando con los ***números****. Otorgando de esta manera una importancia fundamental al valor numérico aunque no se sepa qué es lo que se obtiene"(González y Escudero 2009).*
En cuatro de las respuestas – 2, 4, 5 y 7 – se recurre a un **teorema-en-acción**, sin considerar el hecho de que aun no discriminan los conceptos de calor y temperatura:
"Añadiendo más calor al mechero, aumentará más rápido la temperatura"

Acordamos con Franchi (1999) que son los conocimientos implícitos los que orientan las acciones de las personas para hacer frente a una nueva situación. Y si bien en ésta no se presentan dificultades importantes, el solo hecho de tratarse de una magnitud no problematizada hasta ese momento (la temperatura), hace que se activen modos de operar descontextualizados, propios de la Matemática, que es uno de los referentes más cercanos a su experiencia escolar.
Uno de los interrogantes más preocupantes es ¿no pueden relacionar los comportamientos en uno y otro caso? ¿cuál es el papel de la magnitud temperatura en la situación? ¿por qué es tan natural que la misma magnitud se comporte de maneras tan diferentes en la misma situación?

4. Conclusiones

Cuando se trabajó el tópico de temperatura en la primera unidad, no se atendió a la clase de magnitud a la que pertenece. La temática de las cantidades discretas o continuas debería tratarse en forma contextual. En este caso se había hecho un tratamiento descontextualizado, como un requisito de conocimientos previos para el aprendizaje del modelo atómico actual.
No hay una mirada crítica por parte de los alumnos frente a las situaciones que se les plantea. Por lo tanto lo que sucede en ella siempre es posible. Esta despreocupación por las condiciones de contorno forma parte de los esquemas de aprendizaje, a la hora de pretender una integración con un mundo más concreto resulta complicado desarrollar esta capacidad. Vale recordar uno de los presupuestos básicos del constructivismo: el conocimiento se constituye y se desarrolla en un tiempo, en interacción adaptativa del individuo, con las situaciones que experimenta.
"El funcionamiento cognitivo del sujeto en situación reposa sobre los conocimientos anteriormente formados, al mismo tiempo, el sujeto incorpora nuevos aspectos a esos conocimientos desarrollando capacidades cada vez más complejas". (Franchi 1999: 157)
Volviendo al objetivo de esta actividad, que es formar parte de un escenario de diálogo en el que exista un lenguaje en común, es evidente que no hubo un aprendizaje significativo acerca del concepto de cantidades continuas y cantidades discretas. Una de las razones puede ser que no se construyó en el seno de un campo conceptual (o varios), en el que se pudieran construir criterios de diferenciación, y coordinar con otras nociones a fin de formar una parte activa en los esquemas de aprendizaje.
No basta con "reconocer" cantidades continuas y discretas; éstas tienen que coadyuvar en la construcción de significados, participando en la resolución de problemas.
No podemos dejar de reconocer que en una de las respuestas (estudiante 1) hay indicio de aprendizaje significativo. Se realizó un breve repaso de su historia escolar y no se encontró particularidad alguna que la diferencie del resto. De modo que es un aliciente para continuar en esta línea de trabajo.
También hay que atender a la respuesta del estudiante 3, quien propone una suma fuera de lugar, pero que confirma la afirmación de Vergnaud acerca de la construcción del número: *"El número se constituye en las operaciones de adición y sustracción"*. Por lo que también es una invitación a seguir buscando señales de aprendizaje significativo.
Gran parte de la responsabilidad en la formación de esquemas de acción relacionados con los contenidos de Física, corresponde a los docentes. Somos quienes seguimos sosteniendo de manera esperanzada que lo que proponemos en el aula sirve para

mejorar la calidad y la cantidad de herramientas cognitivas de los estudiantes independientemente de su elección profesional.

5. Bibliografía

- Escudero, C.(2005) *Inferencias y modelos mentales: un estudio de resolución de problemas acerca de los primeros contenidos de Física abordados en el aula por estudiantes de nivel medio*. Tesis doctoral. Universidad de Burgos-Universidad Federal de Rio Grande do Sul.
- Franchi, A. (1999). Considerações sobre a teoria dos campos conceituais. En Alcântara Machado, S. D. et al. *Educação Matemática: uma introdução* (pp. 155-195).
- González, S. y Escudero, C. (2009). Las unidades en problemas de Física para Escuela Secundaria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol 26 n 3 pp 460-477
- Gowin, B. (1981, 1990). *Educating.* Ithaca, N.Y: Cornell University Press
- Moreira, M.A. (1999a). *Teorías de Aprendizagem*. Sao Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Moreira, M.A. (1999b). *Aprendizagem significativa*. Brasilia: Editora da UnB.
- Sjoberg, G. y Nett, R. (1980). *Metodología de la investigación social*. México. Trillas.
- Valadares, J.A y Moreira, M.A. (2009). *A Teoria da Aprendizagem Significativa. Sua Fundamentaçao*. Coimbra. Almedina.
- Moreira, M.A. (2004). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área*. Instituto de Física. UFRGS. Brasil. 41-66
- Vergnaud, G. (1988) Multiplicative structures. In Hiebert, H. and Behr, M. (Eds.) Research Agenda in Mathematics Education. *Number Concepts and Operations in the Midle Grades*. Hillsdale, N.J.:Lawrence Erlbaum.
- Vergnaud, G. (1990) La Théorie des Champs Conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10, 23, pp133-170.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS, UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA QUE PERDURA: EVOLUCIÓN DE LOS REFERENTES TEÓRICOS

Orlando, Silvia ; Scorsetti, Matías ; Lecumberry, Graciela.
Dpto de Física, Fac. de Cs Exactas Fco-Qcas y Nat. Universidad Nacional de Río Cuarto
sorlando@exa.unrc.edu.ar

Resumen
En el marco de una ayudantía de investigación surge este trabajo que intenta caracterizar algunos de los procesos y los productos de las investigaciones en el campo de Educación en Física en Argentina, específicamente, indagar cómo se implementan, con el paso de los años, cambios en los referentes teóricos que sustentan las investigaciones sobre la "Resolución de Problemas" y cómo evolucionan ante los nuevos enfoques y problemáticas. Para tal fin se asume que las presentaciones de trabajos, ante pares, publicados en los distintos Simposios de Investigaciones en Educación en Física (SIEF), se constituyen en una muestra representativa de dichos procesos. Para ello se realizará un estudio descriptivo interpretativo a partir de una metodología cualitativa del tipo longitudinal sobre las publicaciones desde 1992 hasta 2010.

Palabras clave: Investigación, referentes teóricos, Resolución de Problemas en Física.

1. Introducción

El proceso de construcción del conocimiento se gesta a través de las investigaciones, que en sentido amplio, se entiende como aquellos procesos sistemáticos y rigurosos, que sobre la base de problemas construyen conocimiento (Sabino, 1996). Es decir, la investigación que lo gesta no es desorganizada ni al azar, sino que posee coherencia y lógica. Independientemente de la cantidad de pasos o momentos en que se estructure esta actividad, siempre se observa un inicio o problema, un desarrollo o ejecución (metodología), una etapa de contrastación de lo empírico con lo teórico (referentes teóricos) y un cierre o conclusión (Hernádez Sampieri, et al 1999). En cada una de estas etapas el investigador debe tomar decisiones, por ejemplo acerca de qué manera se puede abordar la problemática a estudiar, cómo cumplir los objetivos propuestos, qué estrategias ejecutar para tales fines, decisiones vinculadas con las tradiciones científicas y los enfoques de investigaciones desarrolladas en cada campo del saber científico. Por este motivo, la selección de los referentes o los componentes teóricos se tornan decisivos en el proceso de investigación científica (Yuni y Urbano, 2006).
En este contexto de producción y toma de decisión, nos interesa analizar los procesos de construcción de conocimiento sobre la Enseñanza y Aprendizaje de la Física y en particular sobre una de las líneas de investigación que se ha delimitado hace tiempo, como es la Resolución de problemas (RP). Pozo (1994) sostiene que la enseñanza basada en la RP fomenta en los alumnos el dominio de habilidades y estrategias que les permite aprender a aprender, así como la utilización de los conocimientos disponibles para dar respuesta a situaciones nuevas, es por ello su alto aporte en la enseñanza de las ciencias.

La existencia de numerosas investigaciones que tienen como objeto de análisis la RP cuando se enseña y aprende Física, desencadenó el presente estudio que pretende caracterizar los referentes teóricos que las sustentan. Existen antecedentes de estudios similares, como el concretado por Gangoso (1999) donde describió y delimitó las investigaciones sobre RP en Física.
En este trabajo se pretendió responder los siguientes interrogantes respecto de las investigaciones en Educación en Física:
¿Cómo a través del tiempo los investigadores implementan referentes teóricos para desarrollar una línea de investigación específica como es la de Resolución de Problemas?, ¿Cómo los referentes teóricos evolucionan ante los nuevos enfoques y problemáticas a indagar en esta línea de investigación? Para ello se realizó un estudio descriptivo interpretativo a partir de una metodología cualitativa del tipo longitudinal desde 1992 hasta 2010.

2. Referentes Teóricos

Para Sabino (1996) la investigación científica es la actividad que permite obtener conocimiento científico, esta actividad debe ser objetiva, sistemática, clara, organizada y verificable. El objeto de estudio suele clasificarse según las distintas ciencias o especialidades científicas existentes.
Dado que el conocimiento científico se genera en un proceso de confrontación entre modelos teóricos y referentes empíricos a partir de ciertos modos de razonamiento, permite caracterizarlo como producto de una actividad racional (Yuni y Urbano, 2006). En este sentido, estos autores sostienen:

> *"Elaborar conocimiento científico, construir teorías e hipótesis científica sobre el mundo que nos rodea constituye la actividad principal de la ciencia y su meta. .... La investigación como actividad intencional orientada al descubrimiento y a la explicación de lo real, es el medio a través del cual los humanos vamos construyendo conocimientos*" (Yuni y Urbano, 2003, pág. 26)

El marco teórico, referencial o conceptual, tiene el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema. Se trata de integrar al problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos relativos al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útil a nuestra tarea. Es decir, el marco teórico tiene como fin, situar a nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos, que permita orientar nuestra búsqueda y nos ofrezca una conceptualización adecuada de los términos que utilizaremos (Sabino, 1996). Para Hernández Sampieri, et al. (1999), las http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales de catedras/trabajo de campo/marco_teorico.htm - _edn3funciones que cumple el marco teórico dentro de una investigación son:

- Ayudar a prevenir errores que se han cometido en otros estudios, guiando la selección de los factores y variables que serán estudiados, así como sus estrategias de medición, su validez y confiabilidad.
- Orientar sobre cómo habrá de realizarse el estudio, la organización, búsqueda e interpretación de dato.
- Conducir al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba en la realidad.
- Inspirar nuevas líneas y áreas de investigación.
- Proveer de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

3 El Diseño de Investigación

El estudio se concretó a partir de un diseño de investigación basado en una metodología cualitativa, sobre las publicaciones de investigaciones que analizaban los procesos de RP en enseñanza de Física en Argentina, e implicó un análisis de documento del tipo longitudinal, donde el objeto de estudio fue observado en varios puntos a lo largo del tiempo, para poder identificar desarrollos en este proceso de construcción (Gutierrez Pérez, 2000). Para dicho análisis se siguió los aportes de Orlando (2011) usando la "V" de Gowin, como técnica heurística propuesta por Novak y Gowin (1988) que recoge los aspectos destacados en todos los procesos de investigación. Este método que permite entender la estructura del conocimiento y el modo en que éste se produce. Estos autores proponen al diagrama de "V" como una herramienta que puede ser empleada para analizar críticamente investigaciones[104].

El trabajo se planificó en dos etapas: En una primera (A) de tipo exploratoria, que consistió en a) seleccionar de las memorias de los Simposios de Investigaciones en Educación en Física (SIEF) aquellas publicaciones que abordaban la líneas de investigación "Resolución de Problemas" (RP), que se constituyó en nuestro objeto de estudio y b) analizar los documentos seleccionados generando categorías de análisis. En una segunda etapa (B), de carácter descriptiva – interpretativa, donde se buscó contrastar los datos a la luz de los marcos conceptuales con el propósito de construir posibles trayectorias de evolución de los procesos de investigación educativa en la línea RP. La muestra para este estudio abarcó 7 (siete) investigaciones desarrolladas sobre la misma temática entre los años 1992 y 2010, y por un mismo grupo de investigadores (considerando la permanencia de uno o dos integrantes del grupo como copartícipe a lo largo del tiempo).

Del análisis de las investigaciones sobre los referentes teóricos empleados y su evolución en el tiempo, se determinaron las siguientes categorías de análisis: **a) Años de la publicación, b) Problema investigado, c) Referentes teóricos usados por los investigadores,** subdividiéndola en: c1) Dimensión teórica trabajada; c2) Frases claves empleadas en los referentes teóricos; c3) Autor/es citados por los investigadores.

4 Resultados

A continuación se presenta el análisis empleando las categorías antes mencionadas. Cabe señalar que en los dos primeros SIEF no se publicaron investigaciones completas, sino resúmenes de las mismas por lo que no se incluyen su análisis y además, en SIEF III no se registran producciones de los autores seleccionados. En la tabla 1 se agrupa la información teniendo en cuenta las dos primeras categorías.

Años de publicación	Problema investigado
1998 (SIEF IV)	¿Qué entienden por el proceso de resolución de problemas dos grupos de expertos, docentes universitarios de carreras de ingeniería y de ingenieros en actividad?
2000 (SIEF V)	Los estudiantes de Física Básica de la carrera de ingeniería adquieren habilidades que están determinadas por su destreza en la construcción de los modelos que incluyen las relaciones fundamentales de las teorías científicas. Sin embargo, la mayor parte de los alumnos no consiguen

[104] Por cuestiones de espacio no se incorpora el análisis con la V siendo los mismos presentados en tablas.

	construir estos modelos, limitándose a trabajar a nivel de representaciones proposicionales aisladas.
2002 (SIEF VI)	Existen pocas investigaciones acerca de las ideas asociadas al concepto de rozamiento, así como de una teoría que dé cuenta de las causas que la provocan. De esta manera, el rozamiento deviene un problema conceptual inevitable asociado al movimiento de los cuerpos.
2004 (SIEF VII)	¿Cómo influye la información suministrada en la construcción inicial de la representación de un problema? ¿Cómo sesga la interpretación de los resultados?
2006 (SIEF VIII)	¿Qué contenidos conceptuales y procedimentales priorizan los profesores cuando seleccionan o diseñan situaciones problemáticas para desarrollar con sus alumnos? ¿Qué competencias tienden los profesores a promover cuando seleccionan o diseñan tales situaciones? ¿Con qué grado de especificidad fundamentan las actividades que proponen? ¿Qué dificultades se les presentan a los profesores para abordar esta actividad?
2008 (SIEF IX)	¿Cómo orientan los estudiantes su razonamiento al abordar una situación problemática de lápiz y papel en el área de la Dinámica de la partícula, en particular, acerca de las leyes de Newton? ¿Qué obstáculos se presentan al abordar dicha situación?
2010 (SIEF X)	¿Qué características presentan las relaciones conceptuales construidas por los estudiantes al analizar, desde los enfoques cinemático y dinámico, un movimiento en tiempo real?

Tabla 1: Problemáticas investigada en relación al año de publicación.

Mientras que en la tabla 2 se detalla los datos estructurados a partir de la tercera categoría y sus subcategorías.

Referentes teóricos usados por los investigadores		
Dimensión teórica	**Frases claves empleadas**	**Autor/es citados**
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Socio-profesional Didácticos, Psicológicos y Cognitivos.	**Año 1998 - SIEF IV** *Relación del sujeto que resuelve el problema y el ambiente de la tarea. *Dependencia del contenido con el contexto. *Relación entre el contenido, las teorías personales y la activación de procedimientos útiles. *Relación entre características personales, sus expectativas y el contexto.	Simón (1984); Massa (1997); Pozo (1994); Pozo y Pérez Echevarría (1995); Pozo y Carretero (1992).
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Didácticos, Cognitivos, Disciplinar	**Año 2000 - SIEF V** *La resolución de un problema posibilita un conocimiento en acción, permite reforzar relaciones entre conceptos. *Todo problema involucra un ambiente de tarea. *Los procesos cognitivos vinculados con la resolución de problemas pueden ser analizados	Watts (1994); Otero (1997); Johnson-Laird (1983); Newell y Simon (1979); Nersessian et. al.

Socio-profesional Psicológicos.	desde la Teoría de los Modelos Mentales. *El alumno construye una representación del contenido del enunciado que incluye a la situación por interacción con sus conocimientos previos. *Concepción del pensamiento como una búsqueda del espacio del problema. *Construcción de modelos mentales. *La construcción de un modelo mental inicial determina el éxito o fracaso de la resolución de un problema.	(1991); Johnson-Laird y Anderson (1988); Perkins et. al. (1991);
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Didácticos, Disciplinares Cognitivos.	**Año 2004 - SIEF VII** *En la RP el estudiante selecciona e interpreta información en términos de conceptos, leyes y principios, conjetura posibles relaciones y organiza búsquedas activando y articulando procedimientos. *La capacidad simbólica de la mente permite la construcción y manipulación de representaciones, a partir de la cual se puede resolver problemas. *La explicación psicológica de la conducta en la RP, se refiere a dos procesos: 1) representación del problema; 2) solución del problema. *Los procesos cognitivos vinculados con la RP pueden analizarse desde la Teoría de los Modelos Mentales.	Garret (1988); Watts (1994); Ausubel, Novak, Hanesian (1997); Gutiérrez Martínez et. al. (2002); Newell y Simon (1979); Simon (1995); Johnson-Laird y Anderson (1983); Vega et. al (1990).
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Socio-profesional , Didácticos, Cognitivos, Disciplinares, Psicológicos.	**Año 2006 - SIEF VIII** *La formación de competencias supone el desarrollo de la capacidad para actuar apoyados en los conocimientos construidos. *La RP posibilita el aprendizaje de los contenidos conceptuales relacionados con el desarrollo de las habilidades. *El aprendizaje permite actuar ante dificultades y obstáculos, planificar, elegir estrategias, evaluar procesos y productos, adquirir autonomía. *En la RP participan tres componente: 1) ambiente de la tares; 2) espacio del problema; 3) sistema de procesamiento de la información. *El concepto de modelo mental, concibe a los problemas como representaciones mentales.	Perrenound (1999); Ausuble et. al (1983), Novak et. al (1988) ; Gutierrez Martínez (1991); Barón cit. En Voss et. al. (1991); Newell (1972); Johnson-Laird (1983) Galloti (1989); Perkins (1991);
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Didácticos, Cognitivos, Disciplinares Socio-profesional	**Año 2008 - SIEF IX** *Se favorece un proceso de integración conceptual *La actividad de RP de lápiz y papel formulados a partir de situaciones de contexto real, favorece los procesos de integración conceptual. *Uno de los principales obstáculos en la RP es que los estudiantes resuelven los problemas mecánicamente. *Los alumnos deben contar con estrategias de	Ausubel et. al. (1998); Scancich, Yanitelli, Massa (2008); Ordoñe de Torre y Sánchez Jiménes (1996); Neto y Valente (2001);Coll (2003);

Psicológicos Lingüísticos.	aprendizaje necesarias para elaborar el conocimiento y manejar determinadas técnicas para RP. *La RP significativa constituye un aprendizaje por descubrimiento o discernimiento. *La RP se organiza a partir del procesamiento semántico del enunciado articulado con contenidos disciplinares y matemáticos.	Askins y Elliot (1999); Ausubel et. al. (1998); Newell y Simon (1972); Nersessian cit. en Voss et. al. (1991);
La resolución de problemas está relacionada con aspectos: Didácticos, Cognitivos, Disciplinar Socio-profesional Psicológicos Lingüísticos.	**Año 2010 - SIEF X** *El uso de las TIC´S permiten el análisis de las condiciones de diseño; explorar y seleccionar procedimientos. *El aprendizaje significativo es un proceso cognitivo a través del cual la información se relaciona con la estructura cognitiva. *Uso de la teoría de la asimilación. *Se genera la diferenciación progresiva. *Generación de reconciliación integradora. *Apelando a su carácter instrumental, la computadora puede pensarse como una herramienta cognitiva	Bernhard, (2003); Russell, Lucas y McRobbie, (2003); Ausubel et. al. (1998); Moreira (1995); Ausubel, Novak y Hanesian (1983); Martínez, Montero, Pedrosa y Martín, (2000); Lajoie (1993); Pea (1993).

Tabla 2: Representa las dimensiones teórica, las frases más significativas de los referentes teóricos y los autores implementados por los investigadores en los distintos estudios analizados.

5 Conclusiones

El análisis realizado sobre los marcos de referencias de investigaciones sobre los procesos de RP al aprender y enseñar Física, nos ha permitido identificar una *trayectoria de progresión* de dichos marcos a medida que avanzan los estudios. Dicha progresión es posible identificarla al analizar:

- Las **dimensiones teóricas que los investigadores seleccionan para sus estudios** (ver tabla 2), donde se observa que no se descartan aportes (teóricos) sino que se incorporan nuevos modos de análisis de la temática, considerando otras dimensiones teóricas. Es decir, los primeros estudios se abordaron desde enfoques psicológico, didáctico y social mientras que en los últimos se incorporan otros: lingüístico, disciplinar y profesional.
- La relación entre **dimensión teórica, frases significativas explicitadas en los marcos referenciales y autores citados**, ya que manifiestan una intensa articulación, que puede visualizarse en el incremento de enfoques teóricos, paralelamente con el aumento de las frases significativas en los referentes teóricos empleados y la cantidad de autores citados que otorgan validez y confiabilidad a los estudios.

Esta *trayectoria de progresión* señala como el grupo de investigadores complejizan los marcos referenciales para poder investigar problemáticas más específicas, (ver tabla 1), por ejemplo, encontramos que en el primer estudio se aborda "¿Qué entienden por RP…." mientras que en los últimos se analiza "¿Cómo orientan los estudiantes su razonamiento cuando resuelven problemas en un área temática determinada..". Esto

muestra que no solo se cambia el enfoque del objeto de investigación, sino la complejización del mismo.
Este estudio de carácter parcial pretende profundizarse a partir del análisis de otras producciones sobre la misma temática de modo de caracterizar otras trayectorias e identificar los aspectos que determinan la permanencia e importancia de las investigaciones sobre Resolución de Problemas en la enseñanza y aprendizaje de Física.

6 Bibliografía

-Hernádez Sampieri, R. Fernández Collado,C. Baptista Lucio,P.(1999). *Metodología de la Investigación.* Editorial Mc Graw-Hill. México.
-Gangoso, Z (1999) "Investigaciones en Resolución de Problemas en Ciencias (Research on problem solving in science*) Investigações em Ensino de Ciências* – V4(1), pp. 7-50.
-Gowin, B; Novak, J (1988) *Aprendiendo a Aprender* Editorial Martínez Roca. España.
-Gutierrez Pérez, J (2000) Fundamentos Pedagógicos Didácticos y Enfoques de la Investigación Curricular en Didáctica de la Ciencias Experimentales. en *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Editorial Alicante: Marfil.
-Moreira, M (2002) *Investigación en educación en ciencias: Métodos Cualitativos*. Texto de apoyo Nº 14 del programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos España, Universida de Federal do Grande do Sul Porto Alegre, Brasil. –Moreira, M (2003) "Investigación Básica en Educación en Ciencias: Una visión Personal" Texto adaptado y revisado del I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, La Serena. Chile.
-Pozo, J (1994). *La solución de Problemas.* Editorial Aula XXI Santillana S.A.
-Sabino, C (1996). *El Proceso de Investigación*. Editorial Lumen / Hvmanitas R Argentina (2° edición).
-Yuni, J. y Urbano, Cl. (2003). *Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación.* Vol 1. Recurso metodológico para la preparación de proyectos de investigación Editorial Brujas (2° edición).
-Yuni, J. y Urbano, Cl. (2006) *Técnicas para investigar.* Vol 2. Recurso metodológico para la preparación de proyectos de investigación Editorial Brujas (2° edición).

Bibliografía trabajada por los investigadores

-Ausubel, D., Novak, J. Y Hanesian, H. (1998). *Psicologia educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México: Editorial Trillas.
-Gutiérrez Martínez Et. Al. (1995) *Razonamiento: de la teoría a la instrucción*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.
-Johnson-Laird (1983) *Mental models* Cambridge Harvard University Press.
-Johnson-Laird Y Anderson (1988) Common Sense Inference. MRC. Applied Psychology Unit, Cambridge UK.
-Massa, M; Cabanellos, S; Yanitelli, M (2001) *Modo de razonamiento al procesar un enunciado condicional.* Memorias de REF XI publicación electrónica Bs.As.
-Massa, M; Cabanellos, S; Yanitelli, M (2002) *Modo de razonamiento al procesar un enunciado condicional*. III Taller Internacional de Didáctica sobre la Física Universitaria. Matanza Cuba.
-Nersessian, N. (1991) en Voss, J., Perking, D., y Segal, J. (Eds), *Informal reasoning and education*,New Jersey: LEA.
-Newell Y Simon (1972) *Human Problema Solving Englewood Cliffs*, Prentice Hall.

-Perales, F. 1993. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(2). 170-178.
-Pozo, J. I. 1996. *Anuario De Psicología*. 69. 127-139.
-Pozo, J. I. 1999. *Enseñanza de las Ciencias*. 17(3). 513-520.
-Perkins, D. N., Faraday, M. Y Bushey, B. 1991. *Everyday Reasoning And The Roots* Of Intelligence.
En Voss, Perkins Y Segal (Eds.) Informal Reasoning And Education. (Lea, Hillsdale, New Jersey).
-Simon, D. Y Simon, H. (1978). En Maloney, D. 1994. Research On Problem Solving: Physics. En D.Gabel (Ed.), *Handbook Of Research On Science Teaching And Learning* (Pp. 327-354). Ny: Mc Millan Publishing Company.
-Watts, D. M. Y Gilbert, J. K. 1985. Appraising The Understanding Of Science Concepts: Force. (Department Of Educational Studies, University Of Surrey, Guilford)

UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ESTUDOS RELATIVOS A CIRCUITOS ELÉTRICOS NO PERÍDO DE 2004 A 2010

Luís Paulo Basgalupe Moreira[1] *; Agostinho Serrano*[2]
[1]Instituto Federal Sul-rio-grandense; Universidade Luterana do Brasil
[2]Universidade Luterana do Brasil

Resumo
Esta revisão bibliográfica tem por objetivo fundamental fazer uma pequena apresentação da informação disponível nos meios sobre os trabalhos desenvolvidos sobre o tema de circuitos elétricos, seja a nível fundamental, médio ou superior. Em um primeiro momento coletamos os principais objetivos de cada trabalho. Na seqüência desenvolvemos uma classificação em relação às atividades: experimental em laboratório, de simulações em computador ou ambas. Verificamos ainda a aplicabilidade em sala de aula. Buscamos, principalmente, verificar as atividades em que estivessem presentes simultaneamente atividades reais e atividades virtuais. Embora se saiba que existem inúmeras atividades envolvendo simulações computacionais em Física, estas não estão muito presentes no estudo dos circuitos elétricos.

Palavras chave: circuitos elétricos, simulação, revisão bibliográfica, ensino de física, experimentos reais e virtuais

1. Introdução

Neste artigo, buscamos verificar a produção de trabalhos envolvendo Circuitos Elétricos de 2006 a 2010. O enfoque que escolhemos abordar é o de fazer uma analise sobre os tipos de enfoques que foram abordados. Foram escolhidas algumas revistas consideradas de grande relevância dentro da área, tanto no Brasil como no exterior.
O objetivo desta revisão é de verificar a existência de artigos que abordem experimentos virtuais e reais em um mesmo trabalho dentro do conteúdo de Circuitos Elétricos. Consultamos, a partir de 2004, os seguintes periódicos: Dentro do país selecionamos o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, a Revista Brasileira de Ensino de Física, a Investigações em Ensino de Ciências, e a Revista Brasileira de Informática na Educação. Selecionamos também alguns periódicos internacionais de renome como: o International Journal of Electrical Engineering Education, o Journal of Circuits, o Systems & Computers, o Computers & Education, o American Journal of Physics, o International Journal of Science Education, o Research in Science Education, o Journal of Science Teacher Education, o Journal of Sience Education and Technology, o Contributions from Sience Education Research, e finalmente o periódico Science & Education.
Os aspectos que foram destacados nas referências consultadas foram:

- Trabalhar com o conteúdo de circuitos elétricos
- Publicações entre os anos de 2004 a 2010
- Relevância com ensino de Física

2. Aspectos Pesquisados

No ano de 2004 encontramos a publicação de Paula Engelhardt e Robert Beichner, que tende verificar o que os alunos pensam a cerca de corrente elétrica em circuitos resistivos. Neste trabalho é investigado o que os alunos tanto de ensino médio como

universitários pensam a cerca de corrente em circuitos resistivos. Outro trabalho é o de Ken Kiers onde é descrito um circuito elétrico simples não-linear que pode ser usado para estudar fenômenos caóticos em que conduz a uma excelente concordância entre experimento e teoria. Peter M. Osterberg mostra especificamente a impedância entre nós adjacentes de infinita rede D- dimensional uniforme e resistiva. Cornelise Vreman-de Olde e Ton de Jong utilizam a concepção dos alunos com desenhos em um ambiente de simulação computacional sobre circuitos elétricos. L. Kester trabalha com simulações envolvendo defeitos em circuitos elétricos fazendo uma análise do que deve ser feito para corrigi-los. Noah Podolefsky traz como objetivo a analise dos processos de aprendizagem de um estudante de 16 anos de idade de como ele aprende sobre circuitos elétricos simples, em resposta a uma seqüência de ensino baseado em analogia.

No ano de 2005 começamos com o artigo de Galiilia e Elisabetta Goihbarg demonstra que a utilização do vetor de Poynting para um modelo de carga de superfície de um condutor de corrente elétrica pode ajudar a explicar qualitativamente a transferência de energia em um circuito dc fechado. Heidi V. Mauk monta uma avaliação baseada em questões conceituais envolvendo corrente induzida a partir de estudo comparativo com tutoriais e estudo de forma tradicional.

Em 2006 encontramos poucos trabalhos envolvendo o estudo do tema pesquisado. Rosenthal A. S. Henderson descreve uma abordagem de ensino que enfatiza o potencial elétrico e a diferença de potencial elétrico como forma de tratar as concepções erradas dos alunos no estudo de circuitos elétricos. Pedro F.T. Dorneles mostra como o estudo utilizando o software Modellus pode ajudar alunos a entender circuitos simples.

Para 2007 encontramos três artigos. O primeiro de A. Barbas e D. Psillos se concentra no uso dos resultados da investigação sobre o raciocínio causal dos alunos na concepção do ensino de eletricidade e analisa as respostas dos alunos em questões escritas e discussões sugerem que vários alunos, quando constroem mecanismos microscópicos para explicar os fenômenos elétricos, podem vislumbrar estados transitórios e empregar um tipo específico de cadeia causal. Ji Shen trata de um curso para professores projetado para realizar a mudança conceitual na direção certa de concepções científicas, bem como a introdução de professores a materiais e atividades adequadas para a sua sala de aula. Judith Fischer utiliza O WebLab Microelectronics no MIT e permite que alunos façam pesquisas de laboratório real (não simulada) no estado-da-arte utilizando equipamentos através da Internet. Christina Hart faz uma reflexão que leva a pensar explicitamente das maneiras pelas quais os significados são criados dentro da física. No entanto, no caso de circuitos elétricos modelos de consenso são altamente abstratos e, conseqüentemente, inacessíveis para os alunos que estão começando a estudar eletricidade.

Em 2008 mais uma vez temos apenas um trabalho nos termos pesquisado. Jenaro Guisasola considera um problema específico a relação entre a eletrostática e eletrodinâmica em cursos de física envolvendo alunos universitários como forma de melhorar as definições conceituais. Julio Sirur Flores pretende mostrar que o uso sistemático de tutoriais em conjunto com os instrumentos de avaliação tipo direto permite criar um círculo virtuoso de planejamento familiar, ensino e aplicação em sala de aula. Avaliação que permite um feedback positivo para melhorar o processo ensino-aprendizagem da física.

O ano de 2009 traz uma grande produção no assunto pesquisado. Começando por Ricardo Riaza Rodriguez realiza um levantamento em um trabalho com diversos temas

que envolvem o uso de equações diferenciais algébricas (EADs), em modelagem de circuitos não-lineares. K. Nakkeeran mostra que o princípio de funcionamento da equação diferencial para resolução analógica de circuitos elétricos é exatamente o mesmo que o método de Picard que está disponível para resolver numericamente as equações diferenciais ordinárias. M. J. Guan e W. H. Liao apresenta um trabalho que tem como objetivo explorar de forma simples, mas útil, modelos de circuito equivalente de cerâmicas piezelétricas com a consideração de dissipação de energia. Siu Cheung Kong discute a participação na aprendizagem por observação de fenômenos relacionados aos circuitos elétricos, um projeto de um sistema de cursos específicos, de que a interface homem-máquina interativa foi criada com o uso de um open-software chamado LabVNC. Nahum Kipnis discute as dificuldades na aprendizagem na Lei de Ohm sugerindo que é possível estudar os efeitos da lei em apenas parte do circuito e depois levar para o todo. É também aqui levado em conta o aspecto histórico. Richard Gunstone explora as percepções dos professores e autores de livros didáticos sobre dificuldades de aprendizagem dos alunos e sua prática de ensino de eletricidade com corrente contínua e também os usos de modelos e analogias, neste ensino, e os seus próprios entendimentos dos conceitos de eletricidade da Corrente Contínua. Konstantinos B. Baltzis utiliza experimentos de laboratório e simulação de circuitos com ferramentas de TI em estudos voltados à eletrônica.
Finalmente em 2010 Alfonso Bachiller-Soler descreve uma proposta de ensino baseada em laboratório para a compreensão dos circuitos trifásicos em nível de graduação dos cursos de engenharia. Michael A. Waxman escreve sobre como conceitos de magnetismo, hidrodinâmica e circuitos elétricos são usados para investigar a circulação sanguínea e motivar os alunos em seus estudos de física. E por último Antonio de Pro Bueno tem como objetivo principal a concepção de uma unidade de ensino sobre o estudo de circuitos elétricos no ensino primário, a sua implementação e avaliação de alguns dos efeitos na aprendizagem dos alunos.

2004				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Students' understanding of direct current resistive electrical circuits	médio e superior	não	não	sim
Precision measurements of a simple chaotic circuit	médio e superior	não	não	sim
Impedance between adjacent nodes of infinite uniform D-dimensional resistive lattices	Superior	não	não	sim
Student-generated assignments about electrical circuits in a computer simulation	Superior	sim	não	sim
Information presentation and troubleshooting in electrical circuits	médio e superior	sim	não	sim
A case study analysing the process	médio	não	não	não

of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits				

2005				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Energy transfer in electrical circuits: A qualitative account	Superior	não	não	sim
Student understanding of induced current: Using tutorials in introductory physics to teach electricity and magnetism.	Superior	não	não	sim

2006				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Teaching about circuits at the introductory level: An emphasis on potential difference	médio e superior	não	não	sim
Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos elétricos simples	médio e superior	sim	não	sim

2007				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Causal reasoning as a base for advancing a systemic approach to simple electrical circuits	médio e superior	não	não	sim
Using Research Based Assessment Tools in Professional Development in Current Electricity	Docente	não	não	não
Inquiry-Learning with WebLab: Undergraduate Attitudes and Experiences	médio e superior	não	sim	sim
Models in Physics, Models for Physics Learning, and Why the Distinction may Matter in the Case of Electric Circuits	médio	não	não	sim

2008				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Using the Processes of Electrical Charge of Bodies as a Tool in the Assessment of University Students' Learning in Electricity	Superior	não	não	sim
Aprendizaje de circuitos eléctricos en el Nivel Polimodal: resultados de distintas aproximaciones didácticas	Médio	não	não	Sim

2009				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
DAE-Based Modeling of Electrical Circuits: Classical Methods Revisited and Recent Results	Superior	sim	não	sim
Mathematical Description of Differenntial Equation Solving Electrical Circuits	Superior	não	não	sim
On the Equivalent Circuit Models of Piezoelectric Ceramics	Superior	não	sim	sim
An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits	Superior	sim	não	sim
A Law of Physics in the Classroom: The Case of Ohm's Law	médio e superior	não	não	sim
Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity	Docente	não	não	não
Using Laboratory Experiments and Circuit Simulation IT Tools in an Undergraduate Course in Analog Electronics	Docente	sim	sim	sim

2010				
título	**Nível**	**simulação**	**atividades em laboratório**	**Aplicável em sala de aula**
Laboratory work in teaching basic three-phase electrical circuits	Superior	não	sim	sim
Using physics to investigate blood	superio	não	não	sim

flow in arteries: A case study for premed students	r			
Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria	fundamental	não	não	sim

Figura 1 – classificação dos artigos

3. Uma abordagem nos trabalhos envolvendo simulações

Com o levantamento realizado, figura 1, verificamos os trabalhos que tinham algum envolvimento com simulação. Encontramos Student-generated assignments about electrical circuits in a computer simulation utiliza-se de modelagem para a resolução de problemas como forma de aprender física a partir de códigos de computador e ainda uma ênfase em descobrir como os alunos pensam e aprendem física ao fazer as simulações. Inquiry-Learning with WebLab: Undergraduate Attitudes and Experiences levanta a possibilidade do estudante internalizar o conhecimento a cerca dos conteúdos e deste modo então partir para as simulações para que estas acabem ajudando na compreensão. Utiliza o construtivismo como filosofia de aprendizagem. Com relação ao trabalho de Dorneles, Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos elétricos simples consiste em um conjunto de atividades de simulação e modelagem computacionais, desenvolvidas com o software Modellus, levando em conta as dificuldades, com o objetivo de auxiliar o aluno a superá-las. Utiliza Ausubel como referencial teórico. Inquiry-Learning with WebLab: Undergraduate Attitudes and Experiences relatam que relataram que WebLab foi eficaz como instrumento de aprendizagem, e cresceu ainda mais com requintes de programa. WebLab levou os estudantes a aprender em seu próprio ritmo e em seus próprios horários. DAE-Based Modeling of Electrical Circuits: Classical Methods Revisited and Recent Results utiliza-se também da modelagem como forma de resolver problemas. A ênfase é sobre a estrutura matemática fortalecendo os resultados, principalmente com base em álgebra linear e teoria aplicada. An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits utiliza como ferramenta um software de código aberto chamado LabVNC para a realização de experimentos on-line de controle remoto.

4. Uma abordagem nos trabalhos envolvendo experimentos em laboratório

Encontramos dois trabalhos em que experimentos em laboratório serviram para a pesquisa. O primeiro The use of piezoelectric ceramics as actuators and/or sensors is prevalent tem como principal objetivo fornecer uma boa compreensão sobre os comportamentos das cerâmicas piezoelétricas ao projetar e analisar sistemas piezo-base e estruturas. O Segundo com o título Laboratory work in teaching basic three-phase electrical circuits, em nível de graduação para curso de engenharia, descreve atividades práticas propostas para facilitar a compreensão dos alunos sobre os principais conceitos envolvidos em circuitos trifásicos.

5. Uma abordagem nos trabalhos envolvendo experimentos em laboratório e simulação.

Encontramos em nossa pesquisa um único trabalho envolvendo as duas formas de trabalhar circuitos elétricos simultâneas. Using Laboratory Experiments and Circuit Simulation IT Tools in an Undergraduate Course in Analog Electronics mostra como experimentos de laboratório e simulação de circuitos ferramentas de TI são usados em seu trabalho docente em várias instituições acadêmicas. Este artigo discute as características e vantagens dos dois métodos. As atividades foram basicamente desenvolvidas para ensino de conteúdos de eletrônica. Os autores utilizam como referencial norteador das atividades Papert (contexto motivando o aprendizado) e Vygotsky (trabalho em grupos favorece a aprendizagem), mas estes referenciais não são utilizados para a interpretação dos dados, onde foi realizada uma análise quantitativa (notas das provas de final de curso) e uma pequena análise qualitativa do interesse e expectativa dos estudantes quanto ao método de ensino. Assim, consideramos que o trabalho é carece de uma maior solidez metodológica e também teórica para interpretação dos dados coletados. Os autores concluem com generalizações acerca dos benefícios da atividade combinada e que, inclusive, a utilização de simulações deverá se revelar benéfica para outros cursos futuros dos estudantes.

6. Conclusão

Ao todo foram encontrados vinte e seis trabalhos sobre circuitos elétricos no período pesquisado nos doze periódicos analisados. Em se tratando de assunto de extrema dificuldade enfrentada por nossos alunos podemos considerar que é um número insignificante de estudos neste tema. Com relação ao uso de tecnologias de informação e comunicação levantamos seis trabalhos utilizando simulação. Apenas dois trabalhos utilizam-se de experimentos em laboratório. Devemos também citar que embora a computação esteja presente em inúmeras atividades em sala de aula estas não estão presentes no estudo dos circuitos elétricos Um único trabalho utiliza as duas ferramentas. Podemos concluir que as pesquisas não estão evoluindo para um patamar que estejam juntas atividades com simulação e experimentos em laboratório e que é necessário verificar de que forma as duas contribuem na aprendizagem de nossos estudantes em física, com maior robustez metodológica e teórica. Precisamos também levantar qual a melhor forma de trabalhá-las.

7. Referencias

Bachiller-Soler, A. (2010). Laboratory work in teaching basic three-phase electrical circuits em International Journal of Electrical Engineering Education 47(3), 293-306.

Baltzis, K. (2009). Using Laboratory Experiments and Circuit Simulation IT Tools in an Undergraduate Course in Analog Electronics em Journal of Science Education and Technology 18 (6), 546-555.

Barbas, A. (2006). Causal reasoning as a base for advancing a systemic approach to simple electrical circuits em Research in Science Education 27(3), 445-459.

Bueno, A. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los cirucuitos eléctricos en educación primaria em Enseñanza de las ciências 28(3), 385-404.

Dorneles, P. (2006). Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC em Revista Brasileira de Ensino de Física 30(3), 1806-1117.

Engelhardt, P. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits em American Journal of Physics 72 (1), 98.
Fischer, J. (2007). Inquiry-Learning with WebLab: Undergraduate Attitudes and Experiences em Journal of Science Education and Technology 16 (4), 337-348.
Flores, J. (2008). Aprendizaje de circuitos eléctricos en el Nivel Polimodal: resultados de distintas aproximaciones didácticas em Enseñanza de lãs Ciencias 26(2), 245–256
Galili, I. (2005). Energy transfer in electrical circuits: A qualitative account em American Journal of Physics 73 (2), 141.
Guan, M. (2009). On the Equivalent Circuit Models of Piezoelectric Ceramics em Ferroelectrics 386, 77-87.
Guisasola, j. (2008). Using the Processes of Electrical Charge of Bodies as a Tool in the Assessment of University Students' Learning in Electricity em Science Education Research 5, 225-236.
Gunstone, R. (2009). Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity em Research in Science Education 39(4), 515-538.
Hart, C. (2007). Models in Physics, Models for Physics Learning, and Why the Distinction may Matter in the Case of Electric Circuits 38(5), 529-544.
Kester, L. (2004). Information presentation and troubleshooting in electrical circuits em International Journal of Science Education 26 (2), 239-256.
Kiers, K. (2004). Precision measurements of a simple chaotic circuit em American Journal of Physics 72 (4), 503.
Kipnis, N. (2009). A Law of Physics in the Classroom: The Case of Ohm's Law em Science & Education 18(3-4), 349-382.
Kong, S. (2009). An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits em Computers & Education 52(3), 702-717.
Mauk, H. (2005). Student understanding of induced current: Using tutorials in introductory physics to teach electricity and magnetism em American Journal of Physics 73 (12), 1164.
Nakkeeran, K. (2009). Mathematical Description of Differenntial Equation Solving Electrical Circuits em Journal of Circuits, Systems, and Computers 18 (5), 985-991.
Osterberg, P. (2004). Impedance between adjacent nodes of infinite uniform D-dimensional resistive lattices em American Journal of Physics 72 (4), 972.
Paatz, R. (2004). A case study analysing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits em International Journal of Science Education 26 (9), 1065-1081.
Riaza, R. (2009). DAE-Based Modeling of Electrical Circuits: Classical Methods Revisited and Recent Results em AIP Conference Proceedings 1168 (1), 1025-1028.
Rosenthal, A. (2006). Teaching about circuits at the introductory level: An emphasis on potential difference em American Journal of Physics 74 (4), 324.
Shen, J. (2007). Using Research Based Assessment Tools in Professional Development in Current Electricity em Journal of Science Teacher Education 18 (3), 431-459.
Vreman-de, C. (2004). Student-generated assignments about electrical circuits in a computer simulation em International Journal of Science Education 26 (7), 859-873.
Waxman, M. (2010). Using physics to investigate blood flow in arteries: A case study for premed students em American Journal of Physics 789, 970.

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS ACERCA DO ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL, CHILE E ESPANHA

Elio Carlos Ricardo ; Germán Ahumada Albayay ; Digna Couso
Universidade de São Paulo, Brasil
Pontifícia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
Universitat Autònoma de Barcelona, España
elioricardo@usp.br ; german.ahumada@ucv.c; ldigna.couso@gmail.com

Resumo
O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa exploratória realizada no segundo semestre de 2010, em 5 escolas públicas, no Brasil, Chile e Espanha, envolvendo 595 alunos do ensino médio. O tema central do estudo foram as concepções dos alunos acerca do ensino de física. Discute-se ainda a relevância de uma pesquisa dessa natureza na formação inicial dos professores de física, como estratégia possível para uma aproximação entre as discussões teóricas feitas em sala e a análise didática dos dados oriundos do contexto escolar.

Palavras-chave: Formação de Professores, Ensino Médio, Ensino de Física, Estudo Exploratório.

1. Introdução

Os alunos parecem aderir cada vez menos ao projeto de ensino das escolas. A sensação de que a escola pouco irá contribuir para sua formação e prepará-los para uma etapa posterior parece crescente. Ricardo e Freire (2007) oferecem dados a esse respeito para o cenário brasileiro. Preocupações imediatas, como emprego e escolha profissional, sobrepõem-se a uma cultura geral ou ao desenvolvimento de um espírito crítico. Perrenoud (1999), Fourez (2006), Develay (2007), destacam, com ênfases distintas, que a escola carece de sentido para boa parte dos estudantes.

O ensino de ciências, em especial, é bastante questionado pelos alunos, pois frequentemente têm dificuldades de aprendizagem e entendem que os resultados para sua formação não valem o esforço. Muitas pesquisas na área de ensino de ciências buscam oferecer soluções para esses problemas, além de outros, e acabam constituindo um grande repertório de temas que passam a fazer parte da formação inicial dos futuros professores. Mas, como aproximar os resultados das pesquisas aplicadas, e as discussões teóricas, da realidade da sala de aula?

O presente trabalho sugere um caminho possível para essa aproximação a partir de estudos exploratórios seguidos de uma análise didática. Ou seja, o primeiro se refere a uma alternativa metodológica para obter dados referentes ao contexto em questão; neste caso, a concepção dos alunos acerca do ensino da física em três sistemas de ensino distintos. Tais dados são relevantes para evidenciar a necessidade de mudanças nas escolhas didáticas dos professores e revelam inclusive similaridades de problemas a serem enfrentados mesmo considerando as especificidades de contextos diferentes, a saber, Brasil, Chile e Espanha. Mas, os dados por si só não são suficientes. Uma análise dos dados, sob a luz de algumas discussões didático-pedagógicas, pode fazer com que o futuro professor encontre alternativas capazes de enfrentar os problemas que surgiram daquele levantamento inicial. Permite ainda reconhecer temas que exigirão novas investigações, a fim de superar as primeiras impressões.

2. Metodologia

A tomada de dados para esta pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2010 e envolveu 595 alunos do ensino médio (260 do Brasil, 310 do Chile e 25 da Espanha[105]) de 5 escolas. Neste momento da pesquisa, buscou-se realizar um estudo exploratório, o qual permite ao investigador ampliar suas experiências e informações acerca de determinado problema (Triviños, 1987). Ou seja, a natureza exploratória da pesquisa teve como principal objetivo fazer surgir do contexto real de trabalho dos futuros professores elementos problematizadores que alimentariam reflexões didáticas e pesquisas futuras, superando a mera especulação e possibilitando a utilização das discussões teóricas realizadas em sala. Além de aproximar o pesquisador iniciante da situação concreta de pesquisa, o estudo exploratório poderá ser, segundo Luna, *"um recurso de um pesquisador experiente que adentra uma área ainda pouco explorada"* (2007, p.61).

O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi o questionário aberto. Esta opção se aproximava melhor das perspectivas da pesquisa e é apropriado para um número grande de sujeitos investigados, o que é indicado para estudos desta natureza. As perguntas realizadas foram: 1. Você acha a física importante para a sociedade? E para você? Por quê? 2. Você vê relação com o que aprende em física na escola com o seu cotidiano e com as tecnologias? Ilustre sua resposta com exemplos; 3. Você gosta de estudar física na escola? Por quê? 4. Você tem dificuldades para aprender física? Se sim, explique quais e por quê? Se não, quais assuntos você gosta mais e por quê? 5. Em sua opinião, como seria um(a) bom(a) professor(a) de física? 6. Em sua opinião, como seria uma boa aula de física? 7. Você acredita que existem diferenças e/ou semelhanças entre a física e a matemática? Quais seriam? Ilustre sua resposta com exemplos.

As questões foram elaboradas em cooperação entre os autores e vislumbrava aspectos relevantes que poderiam ser comuns às três realidades investigadas. Neste trabalho apresentaremos apenas análises qualitativas dos dados. A título de exemplo, um dos temas que surgiram no estudo exploratório será objeto de uma análise didática.

3. Discussão dos Resultados

As unidades de análise surgiram das próprias questões. Os dados oferecem outros temas possíveis de análise, mas para este trabalho escolhemos apenas alguns. Como os dados são provenientes de três sistemas de ensino distintos e, futuramente, será feita também uma análise comparativa[106], as declarações dos alunos foram identificadas com as seguintes siglas: Br – Brasil, Cl – Chile, Es – Espanha.

3.1. Importância da física para a sociedade e para o aluno

A grande maioria dos alunos respondeu que a física é importante para a sociedade e reconhece suas contribuições para a tecnologia e outras áreas com relevância social, como a medicina, ou para a compreensão da natureza. Algumas respostas ilustram a análise:

"A física é importante para a cultura se ampliar. Para saber o porquê das coisas" (Br).
"Creio que a física é importante para a sociedade porque ela ajuda a resolver diversas questões relacionadas a um conjunto de novas tecnologias que utilizamos em nosso dia

[105] A coleta e análise dos dados dos alunos espanhóis estão em fase inicial, por isso um pequeno número foi utilizado neste trabalho.
[106] Embora se tenha a pretensão de fazer também uma análise comparativa. As especificidades de cada sistema de ensino serão consideradas.

a dia" (Es). "Sim, já que através da física podemos ter avanços tecnológicos e explicar tudo o que ocorre, por exemplo, a óptica (o que vemos)" (Cl).
Um número razoável de respostas destacou que a física ajuda a compreender o que ocorre no dia a dia, ou no cotidiano. Isso se mostrará relevante mais adiante. No entanto, um pequeno número de alunos entende o contrário e não reconhece a relevância social da física. Para exemplificar:

"Para a sociedade creio que não, porque penso que na vida cotidiana não a usamos para nada" (Es). "Não, pois não a utilizamos em nosso dia a dia; não é necessário o conhecimento da disciplina" (Br).

Há também uma crença no potencial da física como uma ciência que explica muitas coisas. Um dos alunos afirmou que *"a física revela os mistérios do universo"* (Br). Entretanto, ao mesmo tempo em que reconhece a relevância da física para a sociedade, um grande número dos alunos respondeu que ela não é importante para si, exceto nos casos em que a carreira escolhida se aproxima da física. Segue exemplos:

"Creio que para mim não é tão importante, porque a carreira que seguirei não terá influência da física" (Cl). "Para mim ela não é tão importante porque eu não a estudo e ela não me interessa" (Br).

Algumas respostas admitiam a relevância do ensino da física como um conhecimento ou cultura geral; outros entendiam que era importante, mas que uma formação básica seria suficiente.

3.2. Relação entre a física escolar, o cotidiano e a tecnologia

Curiosamente, a grande maioria das respostas para essa questão foi negativa. Na questão anterior, uma boa parte das justificativas para a importância da física na sociedade destacou sua relação com a tecnologia ou com explicações do cotidiano. Alguns alunos chegaram a afirmar que a física *estava presente em tudo!* Mas, na hora de exemplificar tais relações, os alunos não conseguiram. Foram comuns respostas do tipo "não", "nenhuma", "não consigo". Dois exemplos são representativos:

"*Sinceramente, nunca vi nada na minha vida que eu tenha feito que teve relação com física. Só na escola mesmo" (Br)."Honestamente, para mim não é tão importante, já que não dependo disso quando vou comprar pão ou tenho febre" (Cl).*

Essa aparente contradição entre as respostas das questões 01 e 02 será discutida mais adiante. Todavia, houve algumas exceções. Vale destacar que, algumas vezes, a relação era com determinado fenômeno físico e não com sua explicação:

"Para a sociedade sim, porque está em tudo o que usamos e necessitamos, como: comunicações, construções, mineração, etc." (Cl). "Em tudo o que fazemos tem um pouco de física. Por exemplo, em toda a ação tem uma reação; ou até mesmo a gravidade" (Br).

Os exemplos que mostravam alguma relação com a tecnologia foram raros e se resumem, na maioria, a associações com a eletrônica ou com aparatos tecnológicos, como o telefone portátil ou o computador.

3.3. Gostar de estudar física na escola

As respostas para a questão 03 foram equilibradas entre afirmações e negações, embora poucos alunos tenham exposto o porquê da sua opinião. Gostar de estudar física estava associado, muitas vezes, com a escolha profissional e, não gostar, estava associado à não gostar de cálculo ou por não achar a disciplina importante. Segue alguns exemplos:

"Não, pois lida com números e cálculos matemáticos, coisas que não me atraem e não são o meu forte" (Br). "Não, devo dizer que a física não está entre minhas matérias preferidas e me custa um pouco entendê-la" (Cl). "Não, porque é complicada e não vai fazer diferença na minha vida" (Br). "Sim, eu gosto de matemática e de aprender coisas novas e porque elas ocorrem e, em seguida, saber aplicar" (Es).

Algumas respostas foram mais diretas, como *"não, porque é chata!" (Br)*, ou muito gerais, como *"gosto, para adquirir conhecimento" (Br)*; outras ainda condicionaram seu interesse a temas mais específicos. Mas, uma parcela considerável de alunos afirmou não gostar da disciplina por achá-la difícil, complexa e desinteressante: *"Não, porque é muito difícil e os exames são complexos e precisamos tirar boas notas" (Es).* Outro exemplo: *"Não, porque ocupa muita matemática e eu sempre tenho ido muito mal nessas matérias" (Cl).*

Houve, ainda, alunos que disseram não gostar de física porque o modo como é ensinada não a torna interessante e/ou compreensiva, remetendo a aspectos metodológicos ou ao professor.

3.4. Dificuldades para aprender física

Na mesma direção das respostas da questão anterior, a maioria dos alunos admitiu alguma dificuldade, embora não tenha especificado quais, conforme ilustram algumas declarações:

> *"Sim, porque não logro assimilar tão rápido os processos e as fórmulas" (Cl). "Sim, devido à necessidade de decorar fórmulas, fazer cálculos e de os problemas serem de difícil interpretação" (Br). "Não é a matéria mais fácil, entre os muitos temas encontrados na física, existe aqueles que são mais difíceis, e os que não são tão difíceis, mas em nenhum caso é uma matéria simples" (Es).*

A grande maioria das dificuldades apontadas se referem à presença de cálculos, além do grande número de fórmulas. Aqueles alunos que declararam gostar de estudar física na questão anterior, em sua maioria, afirmaram não sentir grandes dificuldades em aprendê-la. Algumas respostas indicaram mais ou menos dificuldades em temas específicos, apenas citando-os.

3.5. Um bom professor de física e uma boa aula de física

As respostas às questões 05 e 06 podem ser analisadas conjuntamente, pois quase a totalidade das respostas aponta como principal qualidade do que seria uma boa aula (ou um bom professor) de física o uso de experimentos ou aulas práticas, com aplicações:

> *"Um professor que fizesse experimentos, para mostrar a física na prática, não só na teoria" (Br). "Dando aulas ilustrativas com situações do cotidiano" (Br).*

Entretanto, houve também um razoável número de respostas que apontaram para aspectos metodológicos das aulas e para qualidades do professor no campo afetivo, como paciente, divertido, atencioso. Segue dois exemplos:

> *"Um bom professor de física deve ser uma pessoa com grande habilidade matemática e de expressão muito boa, ou seja, deve saber explicar muito bem. Principalmente, tem que ter paciência, porque não é um assunto fácil para os alunos" (Es). "Que ensine bem, preste atenção em mim quando necessito e que responda minhas dúvidas ainda que pergunte o mesmo 1000 vezes" (Cl).*

3.6. Diferenças e semelhanças entre física e matemática

A maioria das respostas apontou semelhanças, justificadas pela presença de cálculos, raciocínio lógico-matemático e uso de fórmulas. De certa forma, isso era esperado em razão das respostas anteriores. Os exemplos a seguir podem ilustrar:

> *"Há semelhanças com os cálculos. Por exemplo, a fórmula do MRU é uma linha em um gráfico posição-tempo e é do tipo y=mx +n" (Es). "Existem semelhanças, porque a física apropria-se da linguagem matemática" (Br). "Creio que sim, já que considero a física a raiz de suas fórmulas, um jogo matemático já que estas se podem manipular para encontrar resultados que se podem interpretar fisicamente" (Cl).*

Contudo, houve alunos que indicaram também algumas diferenças:

> *"Nenhuma matéria é igual à outra, mesmo que entre elas estejam presentes as contas. Cada uma mede alguma coisa diferente" (Br). "Acredito que a matemática é mais abstrata e sem relação com o mundo físico, como a física, que sem dúvida está relacionada com fenômenos presentes no dia a dia" (Es). "A física é mais matéria, há mais explicações do porquê ocorrem certas coisas, ao passo que na matemática só se calcula" (Cl).*

Foram comuns também respostas que afirmavam ser a física uma matemática aplicada. Por exemplo, um dos alunos afirmou que *"física é a matemática para resolver problemas." (Es).* Ou ainda, *"Há semelhanças, porque com o que nos ensinam em matemática podemos resolver os problemas de física"* (Cl). Outros alunos ilustraram as semelhanças citando temas mais específicos, como a cinemática. Respostas que envolviam alguma reflexão mais filosóficas foram raras. De fato, essa relação entre a física e a matemática não é clara nem para os professores, como será visto a seguir.

4. Considerações finais

Outras análises e discussões podem ser feitas com os dados aqui apresentados. Mas, o mais importante neste trabalho é mostrar o potencial de uma pesquisa-exploratória como esta na formação de futuros professores, não apenas para traçar um panorama e se aproximar do contexto real de trabalho, mas também para, a partir desse cenário, extrair elementos que podem se transformar em objetos de investigações futuras, a fim de compreender melhor esta realidade que se apresenta e superar o senso comum.

Quando os alunos afirmaram, em sua maioria, que a física era importante para a sociedade, a principal justificativa era a possibilidade dessa disciplina ajudar a compreender o cotidiano, as tecnologias, os fenômenos naturais. Todavia, quando foram solicitados a exemplificar essas relações, não tiveram êxito. É possível que as respostas à questão 01 estejam muito mais apoiadas em um discurso comum dos professores do que no sentimento dos alunos. Uma resposta à questão 02 é bem ilustrativa: *"a física escolar, muitas vezes, retrata meramente exercícios para provas ou atividades, não necessariamente ligados ao cotidiano." (Br)*. Esse mesmo aluno fez a seguinte afirmação na questão 01: *"considero uma matéria importante, porque a física está presente no nosso dia a dia." (Br)*. Essas aparentes contradições revelam, na verdade, o resultado de um processo de didatização pelo qual passa a física escolar. Uma coisa é identificar a importância da ciência física para a sociedade; outra é reconhecer a relevância do seu ensino na escola.

Fazer essa diferenciação nem sempre é fácil. É comum o professor se apresentar como o porta-voz da ciência física e, assim, seu ensino se justificaria por si mesmo. Entretanto, os saberes escolares carecem de uma legitimidade cultural que não está assegurada automaticamente (Chevallard, 1994). Para este autor, *"o funcionamento didático do saber é distinto do funcionamento acadêmico, porque há dois regimes de saberes, interrelacionados mas não superponíveis"* (Chevallard, 1991, p.25). Ou seja, os saberes que compõem os programas escolares passaram por um trabalho transpositivo e se constituem em uma textualização dos saberes que os tornam ensináveis. Nesse processo, o saber de referência é extraído de sua origem histórica de produção e sofre modificações, adaptações, simplificações e é reorganizado. Para Chevallard (1991), os saberes escolares sofrem uma *descontextualização*.

Não é de se estranhar que os alunos não vejam muito sentido na física que aprendem na escola, tampouco que seja difícil estabelecer relações com seu cotidiano. Assim, ao propor a teoria da Transposição Didática, Chevallard (1991) defende a necessidade de uma constante *vigilância epistemológica*, por parte do professor, daquilo que será ensinado. Para o autor, consiste em fazer uma análise didática que busca *"interrogar as evidências, por em questão as idéias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo"* (1991, p.16). Ou seja, trata-se de analisar se o que se ensina corresponde ao que se gostaria que os alunos aprendessem, e com quais objetivos formadores. Martinand e Durey (1994) expressam essa preocupação da seguinte forma: *"esses saberes escolares, dos quais se diz que são descontextualizados, desarticulados e separados da prática social que lhes fundou historicamente, são funcionais ainda hoje em uma prática exterior à escola e à qual preço?"* (1994, p.77).

A difícil compreensão da relação entre a física e a matemática também pode ser analisada sob a ótica da transposição didática. Ao resolverem problemas com os alunos, é comum os professores fazerem afirmações do tipo: "até aqui é física; daqui para frente é só matemática". Estes professores, especialmente em sua formação inicial, reconhecem a importância de uma base matemática para aprender física, e transferem

essa concepção para o ensino, mas não conseguem identificar o papel estruturador da matemática na construção do pensamento físico. Atribui-se à matemática o *status* de instrumento, ou de mera linguagem de comunicação, da física (Pietrocola, 2002). *"física é a matemática para resolver problemas"*, respondeu um dos alunos. É possível que os professores pensem de modo semelhante.

Além disso, em seu longo processo de didatização e de sobrevivência nos currículos, a física escolar se reduziu à aplicação de fórmulas para resolução de exercícios. Isso se deve, em parte, a uma padronização dos distintos tempos de aprendizagem, peculiar a cada aluno, recorrendo-se à algoritmização. Seria uma forma de não comprometer o andamento do processo de ensino escondendo o problema. *Meus alunos não aprendem física porque não sabem matemática!* Ao se admitir como verdadeira essa afirmação, as dificuldades de aprendizagem inerentes aos conhecimentos da própria física e/ou de escolhas didático-metodológicas inadequadas são negligenciadas.

Essa análise didática, sob a luz da Transposição Didática, ilustra bem um problema que surge de uma pesquisa exploratória transformado em objeto de investigação. Sem a compreensão desses processos de didatização a análise acima seria pouco provável de ocorrer.

5. Referências

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica*: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Chevallard, Y. (1994). *Les processus de transposition didactique et leur théorisation*. In: Arsac, G. et al. (orgs.). La Transposition Didactique à l´Épreuve. Paris: La Pensée Sauvage.

Develay, M. (2006). *Donner du sens à l´École*. France: ESF Editeur.

Fourez, G. (2007). *Des compétences négligées par l´école*. Bruxelles: Couleur Livres.

Luna, S. V. (2007). *Planejamento de pesquisa*: uma introdução. São Paulo: EDUC.

Martinand, J-L.; Durey, A. (1994). *Un analyseur pour la transposition didactique entre pratiques de référence et activités scolaires*. In: Arsac, G. et al. (orgs.). La Transposition Didactique à l´Épreuve. Paris: La Pensée Sauvage.

Perrenoud, P. (1999). *Construir as Competências desde a Escola*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

Pietrocola, M. (2002). A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. vol. 19, n.1, p.93-114.

Ricardo. E.; Freire, J. (2007). A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n.2. p.251-266.

Triviños, A. (1987). *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais*: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas.

PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA TRABALHAR COM AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Luana Casas ; Rosa Oliveira Marins Azevedo ; Vanessa Pinheiro ; Bernard Almeida
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM
marinsrosa@yahoo.com.br

Resumo
Este estudo tem por objetivo conhecer como as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) estão sendo trabalhas em quatro escolas de Manaus- AM, sendo duas escolas da rede pública e duas da rede particular. Para tanto foi necessário uma pesquisa bibliográfica dialogando com teóricos que discutem tais tecnologias e sua utilização no Ensino de Ciências, e também uma pesquisa de campo, utilizando-se de questionário, entrevista e observação para conhecer o uso das TIC. Os resultados mostraram que as aulas do método tradicional não mais atendem às expectativas do alunado nas aulas de ciências, tendo em vista a diversidade de informações que passaram a ter com o advento das TIC. Mostraram também a discrepância quanto à utilização de recursos tecnológico por professores de redes de ensino diferentes (pública e privada), tendo em vista a necessidade de uma metodologia adequado, o que poderá ser minimizado com a metodologia proposta.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Metodologia.Tecnologias da informação e comunicação**.**

1. Introdução

O processo de ensino-aprendizagem deve ocorrer preferencialmente de forma gradual e eficiente. Para que esse processo proporcione benefício para o professor e para o aluno é importante que este momento seja aperfeiçoado visando um melhor aproveitamento das aulas. Ao destacarmos a necessidade de aperfeiçoamento do ensino, deparamo-nos com a realidade de que a disciplina de Ciências, entre outras disciplinas, é marcada pelo tradicionalismo caracterizado pelo acúmulo de conceitos pelos estudantes, objetivando a assimilação do conhecimento científico pela memorização.

Esse tipo de postura é característica de professores que não procuram inovar suas aulas utilizando recursos didáticos capazes de instigar a curiosidade dos alunos para aprender determinado conteúdo. Dentre esses recursos que não são explorados pelo professor destacam-se as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação). A internet como principal representante destas tecnologias, tem possibilitado o acesso à informação em larga escala tendo em vista o leque de oportunidades para acesso do conhecimento na rede.

Deste modo o professor de posse destas tecnologias poderá desenvolver os conteúdos de Ciências de maneira a otimizar a construção de conhecimentos em sala de aula, garantindo uma melhor aprendizagem por parte dos alunos. Nesse sentido, realizamos uma pesquisa que visa à identificação das principais dificuldades encontradas pelo professor quanto à utilização das TIC no ensino de Ciências e sugerir uma aula fazendo a utilização dessas tecnologias visando o auxílio do professor em sala de aula.

2. O ensino de Ciências no Brasil

Com o início da década de 90 e a promulgação da lei 9394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) o ensino de ciências consolidou seu espaço no âmbito escolar caracterizando-se a partir de então como uma disciplina capaz de ressignificar o processo de ensino-aprendizagem, ao prescrever o paradigma curricular, em que os conteúdos de ensino deixam de ter importância em si mesmos para ser entendidos como meio para produzir aprendizagem dos estudantes (Mello, 2000).

Esta perspectiva alcançou outros setores da sociedade como, por exemplo, o setor tecnológico que na época destacava-se dos demais devido ás inúmeras contribuições produzidas em benefício da sociedade. A partir dessa realidade os educadores observaram a necessidade de se implantar um ensino de ciências capaz de ajudar o aluno a construir seu conhecimento científico. Contudo, ainda que fosse notável a necessidade de um ensino de ciências com um olhar diferenciado, muitos professores se mostraram fincados e enraizados ao pensamento tradicional admitindo que a verdadeira ciência fosse formada apenas por conceitos e teorias científicas.

Após a promulgação da Lei 9394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) o ensino de ciências se consolidou na educação. Posteriormente à promulgação desta Lei, em 1997, foram implementados ao processo educacional os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) que tinham como objetivo de sugerir proposta de encaminhamentos para novas formas de ensino-aprendizagem e estruturação curricular dos sistemas de ensino do país.

Dentre as propostas, situa-se à orientação ao uso das tecnologias como recurso didático, visando tornar o ensino mais dinâmico e significativo para os alunos. Isso se mostra uma necessidade, particularmente quando se fala das tecnologias para informação e comunicação, dado sua inserção na sociedade o que vem mudando a vida das pessoas e, consequentemente, influindo nas relações no cotidiano escolar.

Nesse sentido, podemos afirmar que a velocidade com que a informação chega aos alunos e o fácil acesso que eles têm a essas informações têm provocado uma mudança no comportamento dos mesmos que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que aquilo que estão lhe ensinando é interessante para eles ou para a sociedade (Fourez, 2003).

3. Tecnologias da Informação e Comunicação na educação escolar

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) podem ser classificadas como ferramentas capazes de oferecer múltiplas perspectivas às pessoas, facilitando o processo de assimilação de algum conhecimento novo (Filho, 2007). Dentre as TIC, podemos citar a Internet como principal ferramenta utilizada atualmente. Segundo Azevedo (2008) a internet pode se constituir em meio auxiliar, facilitador do ato pedagógico, contribuindo para ampliar e diversificar as experiências de vida dos estudantes. Este tipo de recurso é bastante útil, pois permite a aprendizagem de conteúdos abstratos tornando-os mais acessíveis aos alunos.

O uso das tecnologias da informação e comunicação é uma realidade cada vez mais latente na rotina das pessoas, no entanto, nem sempre se valorizou o uso apropriado de tais tecnologias quando se refere ao aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem. Isso porque, segundo Massetto (2003), para muitos educar é apenas transmitir conhecimentos cuja informação deve ser memorizada e reproduzida em provas o que é característico do tecnicismo dos anos 50 e 60 e pelos programas de Qualidade Total implantados nas empresas e propagados nas escolas.

As TIC, dentre outros benefícios, aproximaram a informação, isto é, pesquisas e produções científicas e informações jornalísticas em tempo real, onde o estudante participa do processo de aprendizagem fazendo surgir novas maneiras de construção de conhecimentos de modo que aulas em estilo tradicional tornaram-se desinteressantes; desenvolveram cursos à distância e estreitaram a relação professor-aluno, fazendo com que o professor esteja presente não só durante a aula, isto graças a e-mails, fotologs, blogs e afins.

De maneira geral, tanto professores quanto estudantes tiveram que adequar-se às novas tecnologias. Quando se refere à educação escolar é interessante que a sua integração seja feita logo nos primeiros anos escolares. Nessa fase, o CD-ROM pode contribuir decisivamente para o desenvolvimento das capacidades de observação e reflexão, de coordenação psicomotora ou para o despertar dos sentidos. As potencialidades do multimédia tornam-no um instrumento quase insuperável já que reúne em simultâneo a imagem, a cor, o som e ainda todos os efeitos visuais e sonoros que conseguem prender a atenção da criança. (Melo Rosa, 1999)

Com o objetivo de aproximar o aluno dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula trabalhos estão sendo realizados por Leão (2001) onde o mesmo coordena um grupo de pesquisa voltado para a criação de multimídias e recursos didáticos com o auxílio das novas tecnologias como *blogs, podcast, webquest e Orkut*. Segundo ele é importante a criação de projetos deste tipo, pois visam à união de aspectos técnicos e pedagógicos objetivando sua utilização tanto para professores quanto para alunos.

Embora essa ferramenta esteja sendo introduzida nas escolas ainda de modo considerado lento, por meio de ensaios de novas práticas pedagógicas, surge não apenas como uma nova ferramenta capaz de promover acesso à informação, mas como uma tecnologia capaz de abrir novas possibilidades de conhecimento e de relação com o conhecimento, suscitando reflexões sobre os novos caminhos do processo de ensino-aprendizagem (Garcia, Brito e Purificação, 2003).

Diante do exposto, realizamos uma pesquisa que visa à identificação das principais dificuldades encontradas pelo professor quanto à utilização das TIC no ensino de Ciências e sugerir uma aula fazendo a utilização dessas tecnologias visando o auxílio do professor em sala de aula.

4. Metodologia

O desenvolvimento do estudo se dividiu em dois momentos: a seleção das escolas onde a entrevista foi feita aos professores e a elaboração da metodologia com base nas TIC a fim de dinamizar as aulas de ciências. Foram escolhidas quatro escolas, de maneira aleatória, seguindo apenas o critério de duas serem da rede pública de ensino e de duas da rede particular, sendo que todas elas trabalham com o Ensino Fundamental. Essas escolas foram avaliadas quanto à presença ou não de instrumentos tecnológicos disponíveis ao professor, ou seja, sala de computação, sala de vídeo, aparelhos audiovisuais, etc.

As escolas selecionadas foram assim identificadas: Escola Municipal 1 (EM1); Escola Municipal 2 (EM2); Escola Particular 1 (EP1) e Escola Particular 2 (EP2). Após a seleção das escolas foram feitas entrevistas com os professores de Ciências, sendo trabalhadas as seguintes perguntas: 1ª Como você desenvolve os conteúdos de Ciências em sala de aula?, 2ª Você sabe o que são as Tecnologias de Informação e Comunicação? Quais são elas?, 3ª Você considera importante a utilização dessas TIC como auxílio nas aulas de Ciências? Por quê?, 4ª Você costuma fazer utilização dessas TIC como auxílio

em suas aulas? Qual a freqüência? São utilizadas o tempo inteiro ou apenas para mostrar figuras, vídeos, etc.?

5. Resultados e discussão

A partir das entrevistas feitas aos professores de Ciências das quatro escolas selecionadas, foi possível a coleta de dados quanto ao uso e importância das TIC, conforme exposto no quadro, a seguir:

Escola	Recursos utilizados nas aulas de Ciências	TIC utilizada	Importância das TIC	Utilização das TIC
EM1	Lousa, pincel, retroprojetor, apostila	Data show, Internet, sites de estudo.	Principalmente nas aulas de Ciências.	Não
EM2	Lousa, pincel, livro didático, filmes	Internet	Dinamização e a diversão nas aulas	Data-show e DVD
EM3	Lousa, pincel, experimentos e livro didático, laboratório	Data show, internet.	Possibilidade de despertar no aluno a curiosidade.	Sim, o laboratório de informática e o data show
EM4	Filmes, internet, laboratório, sala de aula	Computadores, Telefonia móvel, máquina digital.	Estimulam o aluno por ser mais uma fonte de pesquisa.	Computadores e suas ferramentas

Quadro 1- Dados coletados com professores de Ciências quanto ao uso e importância das TIC.

Os dados obtidos mostram que professores pesquisados possuem conhecimento em relação ao valor das TIC no ensino, bem como conhecem sua utilização na escola. Outro tópico de relevância é a constatação do enorme grau de discrepância quanto à utilização de recursos tecnológico por professores de redes de ensino diferentes (pública e privada).

A escola de rede publica possui dificuldades para utilização desses recursos tornando as aulas de ciências pouco dinâmicas, o que influencia na aproximação aluno-conteúdo e muitas vezes podem não despertar do interesse do alunado pela matéria. Logo, a falta de utilização das TIC pode prejudicar a formação escolar. Isso não ocorre nas escolas privadas.

Por tanto, torna-se necessário a criação de novas metodologias de ensino, que utilizem as TIC de maneira a otimizar as aulas e despertar nos estudantes o prazer em aprender ciências, englobando, consequentemente, o campo da educação no mundo globalizado. Com esse propósito apresentamos a metodologia que segue.

6. Metodologia para trabalhar com as TIC no contexto escolar

A metodologia proposta é composta de quatro momentos, a saber:

6.1 Primeiro momento:

Encontro do aluno com o conteúdo que pretende ser ensinado. Como nosso foco é utilizar as TIC como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, é interessante fazer o uso de vídeos para despertar o interesse do aluno pelo conteúdo. Este momento deve ser bem elaborado, pois visa instigar a curiosidade do aluno e sua identificação com o mesmo. É importante também que o aluno tenha participação ativa, ou seja, suas ideias e seus conceitos devem ser ouvidos pelo professor. Considerando o exemplo de conteúdo a ser trabalhado, o vídeo deverá versar sobre sistema digestório.

6.2 Segundo momento: Definição do problema

Este momento funciona *a priori* como um diagnóstico, uma espécie de indicador do nível de conhecimento que os alunos têm acerca do conteúdo proposto. O professor pode fazer perguntas referentes ao vídeo assistido, tais como: Vocês sabem que sistema é esse? Conseguem identificar os órgãos que o compõem? Qual a importância deste sistema para o organismo? É importante que todas essas ideias sejam registradas pelo professor para que posteriormente sejam socializadas com os outros alunos.

6.3 Terceiro momento: Busca de respostas para o problema

De posse dos problemas, o professor começa o ensino sistemático do sistema digestório. Em um primeiro momento, o professor pode solicitar que os alunos façam uma pesquisa sobre o sistema digestório, para que posteriormente debatam em sala de aula. Em outro momento, poderá dividir a sala em seis grupos de alunos onde cada equipe e dispor materiais para a pesquisa, entre eles livros, revistas, internet para, que juntamente com a pesquisa feita, começarem a elaborar uma resposta para os problemas. No terceiro momento, poderá pedir que as equipes tragam diversos materiais para montar seu sistema digestório, elaborando a relação junto com os alunos, procurando descrever o papel dos principais órgãos que o compõem e tentar descrever o que acontece quando o alimento passa por cada um deles.

6.4 Quatro momento: Sistematização dos conceitos e socialização

Neste momento os alunos socializarão as respostas encontradas para o problema em forma de texto dissertativo. Essa socialização pode ser feita utilizando o data-show, ou outros recursos tecnológicos. Em outro momento, os alunos apresentarão o sistema digestório elaborado. Com isso, o professor terá a chance de confrontar as ideias iniciais dos alunos com os novos conhecimentos adquiridos, essas ideias também deverão ser confrontadas pelos alunos. É, ainda, a oportunidade de o professor avaliar o seu próprio modo de ensinar.

7. Considerações Finais

Este estudo mostrou como as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) foram utilizadas por professores de quatro escolas de Manaus- AM, sendo duas escolas da rede pública e duas da rede particular, revelando a discrepância quanto à utilização de recursos tecnológicos por professores de redes de ensino diferentes (pública e privada).

Por outro lado, os teóricos mostraram a necessidade de professores e estudantes utilizarem as TIC para informação e buscarem conhecimentos, mostrando que no caso da educação escolar, essa utilização deve ser feita desde os primeiros anos escolares, pois seu conteúdo que mobiliza ao mesmo tempo os sentidos da visão e da audição, com cores e sons variados que podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa. No entanto, o uso das TIC precisa de uma metodologia adequada.

Portanto, foi proposta uma metodologia em quatro momentos que vão desde o primeiro contato do aluno com o conteúdo a ser aprendido, procurando formular problemas em

que deverão ser buscadas respostas em vários recursos, sendo a internet, um recurso central, até o momento em que os alunos socialização as soluções encontradas para o problema, demonstrando assim o conhecimento construído.
Espera-se que a metodologia seja aplicada, avaliada e, quem sabe redimensionada. Outros momentos podem ser propostos no sentido de torná-la cada vez mais dinâmica, tendo em vista a sua principal função que é possibilitar uma aprendizagem significativa aos alunos.

8. Referências Bibliográficas

Azevedo, R.O.M. (2008). *Ensino de Ciências e Formação de Professores*: diagnóstico, análise e proposta. Dissertação de mestrado: UEA.
Brasil.(1997). Parâmetros curriculares nacionais*:* meio ambiente e saúde. Brasília, MEC/SEF.
Filho, A.M.S. (2007). O papel da tecnologia da informação e comunicação na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. *Revista espaço acadêmico*, nº 74, ano VII.
Fourez, G. (2003). Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, v8, n.2, p. 109-123.
Garcia, J.; BritO, G. S.; Purificação, I. (2003). Internet e formação de professores. I Congresso Brasileiro de Formação de Professores, Campo Largo. Largo: Faculdade Cenecista Presidente Kennedy, *Anais*...
Masseto, M. T. (2003). Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: Moran J. M; Masseto, M. T.; Behrens, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica.* 7 ed. São Paulo: Papirus.
Mello, G. N. (2000). Formação inicial de professores para a educação básica**:** uma (re) visão radical. *São Paulo em perspectiva*, São Paulo, v. 14, n.1, p. 1-23.
Melo Rosa, L. (1999). As Tecnologias de Informação e Comunicação na escola e os Centros de Recursos Educativos. Algumas reflexões. *Anais*...II Encontro de Centros de Recursos Educativos.

A CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS SOBRE O CONSTRUTIVISMO PEDAGÓGICO

Delaine Chaves França de Lima ; Ursula Rayandra Soares Nery ; Rosa Oliveira Marins Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM
delaine_chaves@hotmail.com

Resumo
A presente pesquisa tem como objetivo compreender o que é o Construtivismo e sua influência na prática pedagógica do Ensino de Ciências. Com esse estudo, fundamentado em pesquisa bibliográfica e de campo, a questão é discutir a importância de se compreender o enfoque construtivista no Ensino de Ciências. Para tanto, será apresentado o pensamento dos principais teóricos que discutem o construtivismo, com ênfase nos estudos de Piaget e Vigotsky. O estudo revelou que alguns professores ainda têm a concepção errônea sobre o Construtivismo, vendo-o como método pedagógico do processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Construtivismo, Metodologia, Ensino de ciências.

1. Introdução

Até que ponto a concepção sobre o construtivismo influencia a prática pedagógica dos professores de ciências? Essa é a principal questão norteadora da nossa pesquisa. Apesar de ser um tema bastante discutido, o Construtivismo não esta livre da falta de compreensão a cerca de sua origem e seu verdadeiro papel na prática docente.

Ao pesquisarmos sobre as contribuições de diferentes teóricos, como Piaget, Vigotsky, Wallon, Asubel, Gardner e Glaserfeld ao Construtivismo, nos deparamos com questões dicotômicas que devem ser consideradas na prática pedagógica, tais como a importância dada ao que o aluno faz em sala de aula e a mediação dada pelo professor. Até que ponto se faz importante dar ao trabalho do aluno as devidas correções e contribuições? Dentro do enfoque construtivista encontramos ainda considerações sobre o Ensino de Ciências e as implicações no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

Quanto ao que pensam os professores sobre o Construtivismo Pedagógico, a partir de pesquisa de campo, aplicamos um questionário a oito (08) professores de Ciências com as seguintes questões: O que você compreende como construtivismo? E, Como você entende que o construtivismo pode ser aplicado nas aulas de ciências? Verificamos que metade dos professores compreende o construtivismo como um método pedagógico que valoriza a criação do aluno e que determina o papel do professor apenas como mediador das atividades. A maioria dos professores entrevistados, entendem que o Construtivismo pode ser aplicado nas aulas de Ciências.

Destacamos que nossa pesquisa visa contribuir para uma melhor compreensão sobre o Construtivismo, de forma a facilitar a aplicação de métodos para uma prática pedagógica com enfoque construtivista.

2. O Construtivismo como Referencial Teórico

Inegavelmente o construtivismo é um tema bastante discutido no meio educacional, especialmente nos cursos de formação de professores. Ouvimos falar sobre construtivismo em reportagens de jornal, em revistas especializadas e mesmo nas

escolas brasileiras, mas, faz-se necessário compreender até que ponto a concepção sobre o construtivismo influencia a prática pedagógica dos professores, especialmente na disciplina de Ciências.

Segundo Franco, (1998), a forma como o construtivismo é encarado pelos educadores é preocupante, pois distorce seu caráter teórico epistemológico, e busca concebê-lo como mais uma metodologia a ser aplicada em sala de aula. Visto dessa forma o construtivismo torna-se reduzido a uma mera "receita" que garantiria a aprendizagem. Na verdade trata-se de uma teoria que possui um horizonte muito mais amplo. Para Massabni, (2007, p.106) "O construtivismo é um referencial teórico de origem Psicológica e Epistemológica que parte da premissa do sujeito como construtor de seus próprios conhecimentos". A autora nos leva a importante reflexão: será que professores de ciências colocam em prática o construtivismo? Qual o papel do professor no processo de construção do conhecimento, tendo como base a teoria construtivista?

Para compreendermos o construtivismo é preciso resgatar suas origens epistemológicas e sabermos de quais fontes essa teoria se alimentou. Referimo-nos a Epistemologia Genética, a filosofia das ciências, a sociologia do conhecimento e a psicologia cognitiva que, segundo Franco (1998), alicerçaram o pensamento construtivista. Destacaremos a Epistemologia Genética, obra de Piaget, segundo a qual o desenvolvimento humano se processa através de quatro períodos, caracterizados por aquilo que o indivíduo faz de melhor nas respectivas faixas etárias. Ele classificou as faixas etárias em períodos: o Sensório-Motor de 0 a 2 anos, o período Pré-operatório de 2 a 7 anos, o período Operações Concretas de 7 a 11 ou 12 anos, e o período Operações Formais de 11 ou 12 anos em diante. Piaget explica que ocorrem diferenças no ritmo do desenvolvimento entre as pessoas e as atribui às variações na qualidade e frequência da estimulação intelectual recebida dos adultos durante a infância e adolescência, aos fatores espontâneos e endógenos do indivíduo e à presença de um meio que seja favorável.

No Construtivismo piagetiano, pelas suas caracteristicas epistemológicas, encontramos elementos que afirmam que o desenvolvimento intelectual é determinado pela relação do sujeito com o meio. Nessa linha de pensamento o indivíduo não nasce inteligente, entretanto não pode ser considerado como um dependente dos agentes externos. Tendo em vista a sua interação com o ambiente, dando sequência a fatores internos e externos, seja respondendo aos estímulos, analisando, organizando e construindo seu conhecimento através de um processo contínuo de fazer e refazer.

Ainda nessa linha, despontam alguns princípios básicos que são: respeito à produção do aluno; espaço para o aluno testar suas hipóteses e o trabalho em grupo. Segundo Aguiar Jr. (1998), Piaget tem sido responsabilizado pela ênfase excessiva na dimensão individual do conhecimento, ignorando-se a inserção cultural da criança e sobretudo as dimensões específicas dos conteúdos e das interações no interior da instituição escolar. Neste caso, é notória a preocupação sobre o papel do professor no plano didático, o que constitui uma lacuna objeto de reflexão. Até que ponto é possível assumir uma postura construtivista em sala de aula sem esquecer qual o nível de importância da construção social do conhecimento, sabendo que a intervenção do professor nessa construção é fundamental? Há quem acredite que, para respeitar os pressupostos construtivistas na sala de aula, é preciso considerar tudo o que o aluno faz em sala de aula. Para Massabni (2007), não se pode deixar a criança crer que tudo vale, sem auxiliá-la na compreensão e representação do mundo.

Percebemos ao longo de nossa pesquisa que o construtivismo apresenta questões dicotômicas, cujo foco privilegia o indivíduo singular e ao mesmo tempo levanta a questão de que a construção do saber científico não seria possível, sem que houvesse a necessidade de compartilhar com o outro que sabe, de modo que se torna difícil alcançar do construtivismo a sua totalidade.

Para Franco (1998), o saber social é um ponto essencial para superarmos essa dicotomia. Para o autor, o saber social é o único conhecimento que se pode ensinar, enquanto que o conhecimento lógico será construído a partir das ações que encontrarão sentido no próprio conhecimento social. Concordamos com o autor que tornar nossa prática pedagógica e psicológica compatível com a realidade interna e externa do sujeito não é uma tarefa simples, porem necessária, caso se deseje adotar uma postura construtivista em sala de aula. No construtivismo piagetiano a educação parte da concepção da criança real em detrimento da criança ideal.

Vigotsky, outro teórico que contribuiu para fundar os pilares do Construtivismo, entende globalmente a aprendizagem como um processo em que se produzem mudanças ou "saltos" qualitativos e revolucionários. Esses pontos de transição correspondem precisamente a mudanças nas formas de mediação que o indivíduo é capaz de utilizar e no tipo de processos que essas novas formas possibilitam. Nesse ponto de transição e de crise, portanto, novos fatores incorporam-se ao desenvolvimento e produz-se uma reorganização global do funcionamento da consciência. Cada etapa no estágio do desenvolvimento significa para Vigotsky (1991), um conjunto de funções psíquicas, as quais mantêm relações específicas entre si, e um conjunto de princípios explicativos também específicos, entre os que incluem no momento, fatores biológicos e fatores sociais e culturais.

A proposta de Vigotsky implica afirmar que processos como a atenção voluntária, a memória lógica ou o pensamento podem realizar-se não só de maneira individual, mas também de maneira interpessoal, ou seja, mediante a relação, a comunicação e a interação com os outros. Por exemplo, esse é o caso do aluno que consegue manter a atenção em uma determinada atividade, enquanto o professor vai lembrando-lhe o objetivo das tarefas e os materiais que são úteis em cada momento.

Destacam-se também outras contribuições de teóricos como Wallon com a Teoria Psicogenética, que valoriza o papel da afetividade no processo de aprendizagem, Asubel com a Teoria da Aprendizagem significativa que prioriza a aprendizagem cognitiva, Gardner com a Teoria das Múltiplas inteligências, e Glasersfeld com o Construtivismo radical. Esse último busca um enfoque maior no ensino de ciências, (AGUIAR JR, 1998). Todas essas teorias apesar de serem divergentes em alguns aspectos, constituem-se da busca de elementos pedagógicos facilitadores da prática no Construtivismo, alguns estudos sugerem um Construtivismo Educacional, ou Construtivismo Pedagógico, que segundo Massabni (2007), pode ser identificado na linguagem dos textos para a educação. A autora ressalta que seus fundamentos teóricos partem da mistura dessas teorias e são ao mesmo tempo diversificados e confusos. Observamos que as orientações para a prática dadas por esses autores possuem propostas semelhantes. Considerar as idéias dos alunos, tornar o conteúdo significativo para o aluno, respeitar e conhecer o nível de desenvolvimento do aluno, conhecer as hipóteses que o aluno elabora, desencadear o conflito cognitivo e/ou a resolução de problemas, valorizar atividades que favoreçam a construção de conhecimento próprios do aluno e a disponibilidade para aprender a aprender, não dispensar conhecimentos, estruturar o conhecimento em torno de conceitos e grandes idéias são exemplos de como os teóricos

contribuem para que o Construtivismo seja aplicado nas práticas pedagógicas.

3. O Construtivismo no Ensino de Ciências

Afinal, o que realmente pensam os professores de ciências sobre o construtivismo pedagógico? Quais são os aspectos positivos na concepção que se tem sobre sua aplicabilidade nas aulas de ciências? Entendemos que um dos aspectos positivos do Construtivismo pedagógico é valorização a ação do aluno como construtor de seu conhecimento. Eximir o professor da posição de detentor do saber é na visão construtivista algo extremamente importante. Por outro lado, há o risco de que o professor deixe de apresentar a cultura de letramento aos alunos, desvalorizando os chamados "conteúdos escolares". Não menos preocupante é o fato dos alunos nem sempre alcançarem o que é almejado pelo professor, visto que a responsabilidade recai sobre ele. Massabni (2007, p. 106), alerta para o fato de que:

> *[...] existem conhecimentos que não são lógicos matemáticos e que dificilmente serão construídos pelo sujeito se não forem a ele apresentados, como as datas comemorativas, os fatos históricos e os nomes científicos, conhecimentos estes que a escola também tem a responsabilidade de passar às novas gerações.*

Outro aspecto que consideramos positivo é que o Construtivismo considera a memorização pura e simples uma prática condenável na educação. Em nossa pesquisa verificamos o que pensam algumas professoras de Ciências sobre o construtivismo pedagógico relacionando-o com suas práticas e sala de aula.

Os professores buscam levar o construtivismo para adequar a abordagem de determinados conteúdos. Porém observamos alguns equívocos quanto ao que realmente seja Construtivismo. A maioria dos professores[107] tem a concepção de que o Construtivismo é um método, ou uma técnica a ser aplicada em sala de aula. Essa concepção fica bem clara nas seguintes afirmações que foram retiradas dos questionários aplicados na pesquisa de campo:

1. "*O Construtivismo é uma estratégia de ensino que tenta simplesmente ampliar os conhecimentos que os estudantes já possuem dos fenômenos ou organizar o pensamento de senso-comum dos alunos". (P1)*
2. "*Consideramos o construtivismo como um processo dinâmico em constante evolução, ao ser tratada como produção humana aborda-se temáticas de forma critica e reflexiva, buscando-se estabelecer interações fundamentais no âmbito da sobrevivência e da melhoria da qualidade de vida". (P2)*

Quanto a forma como o construtivismo pode ser aplicado em sala de aula observamos que os professores entrevistados consideram importante interagir com os alunos valorizando as ideias que eles têm sobre os temas apresentados. Também percebemos que esses professores entendem que se deve aproximar os conteúdos ao contexto sociocultural do aluno. Segundo Massabni (2007, p 111 e 112), deve-se considerar que os professores põem em prática elementos construtivistas quando "[...] consideram as idéias dos alunos para explicar, interagindo com elas; aproximam o conteúdo escolar dos conhecimentos cotidianos e experiências dos alunos; valorizam o questionamento como estratégia didática."

[107] A identidade dos professores será preservada. Utilizaremos P1 para a primeira professora entrevistada, P2 para a segunda professora, e assim sucessivamente.

Para Aguiar Jr, (1998, p. 114), "o construtivismo deve afirmar-se enquanto teoria do conhecimento e da aprendizagem que renova as questões que emergem da sala de aula". Dessa forma, podemos considerar que, de forma consciente ou não, os professores entrevistados aplicam princípios construtivistas em suas aulas.
Para Krasilchik, (1985, p.6), além de propiciar conhecimento dos fenômenos, o ensino de Ciências deve desenvolver no aluno a capacidade de resolver problemas controvertidos dentro da perspectiva construtivista.
Os professores de ciência foram habituados a considerar neutro o seu campo de conhecimento e a transmiti-los por meio de método-científico (Lehfeld e Barros, 1999). Nesse caso a ciência é apresentada como se tivesse surgido de uma atividade desvinculada dos fatos sociais. Para Krasilchik (1985), "Qualquer que seja o nível de generalidade que se pretenda atingir, convém sempre partir da discussão de problemas ligados ao dia-a-dia dos alunos e de suas comunidades [...]". A autora também pontua que as discussões sugeridas não percorrem todas as séries da mesma forma, pois devem ser trabalhadas de acordo com a compreensão dos alunos respeitando sua faixa etária. Essa preocupação é um traço marcante do enfoque construtivista na prática pedagógica.

4. O Enfoque Construtivista e a Prática Pedagógica no Ensino de Ciências

Por ser uma vertente pedagógica em que vários teóricos contribuíram com suas idéias, muitas delas divergentes, o Construtivismo fornece orientações para a prática pedagógica que devem ser destacadas. Massabni, (2007, p.107) reuniu tais orientações em princípios comuns que irão caracterizar o enfoque construtivista em sala de aula. São eles:

1. Devem-se considerar as idéias dos alunos e valorizar o ponto de vista do aluno para assim relacionar os conteúdos de aprendizagem.
2. Os conteúdos devem ser colocados de forma que se tornem significativos e funcionais para os alunos.
3. O professor deve respeitar o nível de conhecimento dos alunos e adaptar o currículo para atingir as hipóteses dos alunos. Para isso deve-se explorar a forma como os alunos observam os problemas e como buscam solucioná-los.
4. O construtivismo supõe o conflito cognitivo e a resolução de problemas. Devem-se desenvolver atividades que desencadeiem o conflito para estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios.
5. Buscar desenvolver atividades que levem o aluno a encontrar seu próprio caminho, tornando-o capaz de desenvolver seu modelo de experiência individual (atitude contrária à memorização pura e simples).
6. O professor deve proporcionar oportunidades e incentivos para que o aluno construa o próprio conhecimento. Não deve ser dispensado nenhum conhecimento.
7. A aprendizagem deve ser estruturada em torno de conceitos primários. Os significados criados pelos alunos devem ser generalizados em "grandes idéias ou princípios".

Com base nessas orientações, acreditamos ser possível adotar uma metodologia que ofereça elementos do enfoque construtivista nas aulas de Ciências. Para Furman (2009), há um consenso em relação à produção didática da ciência sob o enfoque construtivista. Há necessidade de os alunos aprenderem a resolver problemas, analisar informações, tomar decisões, o que significa desenvolver competências que possam prepará-los para

a vida. Segundo a autora, os especialistas concordam, também, que as ciências são um campo privilegiado para o desenvolvimento dessas competências e conhecimentos.

5. Considerações Finais

Através da nossa pesquisa, podemos considerar que o Construtivismo pedagógico é uma vertente em que os autores interpretam a partir de diferentes teorias sobre a aquisição de conhecimentos e a partir delas, orientam a prática educacional. Neste trabalho, identificamos as diferentes Teorias que fundamentam o Construtivismo pedagógico, a fim de esclarecer sobre o que é o Construtivismo e qual a importância para a prática pedagógica no Ensino de Ciências.

Nesse estudo consideramos importante enumerar alguns princípios que foram elaborados a partir das Teorias estudadas, e que validam o enfoque construtivista nas metodologias para o Ensino de Ciências. Observamos a partir de tais princípios que o papel do professor é considerado secundário pelo Construtivismo, que a memorização pura e simples é uma prática condenável, porém que algumas práticas, como por exemplo a cópia de conteúdos como forma de registro pode ser desenvolvida, se seguirem os critérios de estruturação estabelecidos nos princípios teóricos do Construtivismo especialmente o piagetiano.[108]

Consideramos que é possível que os professores de Ciências mesclem suas práticas em sala de aula, mesmo as mais tradicionais, com alguns elementos do Construtivismo, sem, no entanto manter uma prática totalmente construtivista. Percebemos que uma prática construtivista não implica em o professor deixar a classe sem regras, o que poderia incentivar a indisciplina dos alunos. O professor deve ser um "facilitador da aprendizagem", que articula o conteúdo a ser abordado com os conhecimentos prévios dos alunos para que ocorra a "construção de conhecimentos".

6. Referências

Aguiar Jr. (1998). *O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências*. Investigações em Ensino de Ciências. Faculdade de Educação, Belo Horizonte: UFMG.

Franco, C. (1998). *Os conteúdos na Reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Krasilshik, M (1985). *Ensinando Ciências para Assumir Responsabilidades Sociais*. São Paulo: Universidade de São Paulo: Revista de Ensino de Ciências, n. 14, set.

Massabni, V. (2007). *O construtivismo na prática de professores de ciências: realidade ou utopia?*. Ciências & Cognição: vol 10, São Paulo.

Vigotsky, L. (1991). *A Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

[108] "Conhecer não consiste, com efeito, em copiar o real, mas em agir sobre ele e transformá-lo (na aparência ou na realidade), de maneira a compreendê-lo em função dos sistemas de transformação aos quais estão ligadas estas ações." (Piaget, 2000 apud Massabni, 2007).

TRATAMIENTO DE LA NATURALEZA DE LA LUZ EN LOS LIBROS DE TEXTO: UN ANALISIS CRÍTICO

Mariana Elgue[1]; Maria de los Ángeles Fanaro[1;2]; Maria Rita Otero [1;2] ; Marcelo Arlego[2;3]
[1] NIECyT- Departamento de Formación Docente- UNCPBA- Argentina
[2] CONICET- Argentina. [3] Instituto de Física- UNLP –Argentina
marianaelgue@hotmail.com; mfanaro@exa.unicen.edu.ar, arlego@fisica.unlp.edu.ar
rotero@exa.unicen.edu.ar

Resumen
Este trabajo está en la línea de las investigaciones previas y actuales relativas a la enseñanza de nociones fundamentales de Mecánica Cuántica en la escuela (Fanaro, Otero y Arlego, 2009,2010, Fanaro, Fanaro, Otero, Arlego, Elgue 2011). Aquí presentamos un análisis de cómo los libros de texto para la escuela secundaria y/o preuniversitaria tratan los modelos para la luz, desde una postura crítica.

Palabras clave: libros de texto escolares- modelos actuales- cuantización de la luz

Introducción

Con el objetivo de ocuparnos del problema de la enseñanza de aspectos fundamentales de Mecánica Cuántica en la escuela secundaria, nuestros trabajos previos se dedicaron al estudio de los electrones como sistemas cuánticos (Fanaro, Otero, y Arlego, 2009, 2010). En esa oportunidad se reconstruyó una Estructura Conceptual de Referencia (Otero, 2006,2007, 2008) en la cual la utilización de la idea de Caminos Múltiples de Feynman permitió reconstruir una secuencia de situaciones dirigidas a promover la conceptualización del electrón como sistema cuántico y al estudio de la transición clásico-cuántico. Ahora nuestro objetivo es ocuparnos de la enseñanza de la luz desde un enfoque actual, es decir desde una visión cuántica. En este trabajo nos ocupamos de analizar la propuesta de los libros de texto dirigidos a los estudiantes de la escuela secundaria, y por lo tanto los textos que seleccionan los docentes de Física para preparar e impartir sus clases.

Partimos de la base que para un conjunto de fenómenos experimentales y bajo ciertas condiciones, es posible asignar a la luz ciertas características que se asocian a las partículas, mientras que en otras condiciones, es posible asignarle algunas propiedades características de las ondas. Nos referimos exclusivamente a las *propiedades de la luz*, ya que la pregunta ¿qué es la luz? para la Física carece de sentido, ya que ésta es una pregunta de carácter ontológico y epistemológico. Consideramos que para no entorpecer la conceptualización de ideas y conceptos tan complejos y abstractos como los de Física Cuántica, sería adecuado que en la escuela se trabajaran con distintos modelos para dar cuenta de los fenómenos observados y predecir otros nuevos, sin descuidar la validez de cada modelo utilizado. Asumimos que el modelo que describe la luz (y toda la radiación electromagnética) en todas las escalas es el proporcionado por la Mecánica Cuántica, y por lo tanto sus leyes no son fenoménicas, sino universales.

Marco teórico

Para abordar la enseñanza-aprendizaje de conceptos cuánticos asumimos los lineamientos didácticos de Otero (2006; 2007) la cual integra la Teoría de los Campos

Conceptuales (Vergnaud, 1990), la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1963, 1968; Novak, 1982; Gowin, 1981; Novak & Gowin, 1984); la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2000) y las ideas sobre emociones, conocimiento y lenguaje de Maturana (1995). Esta aproximación didáctica implica asumir que *el grupo de clase es una comunidad que está aceptando la invitación a ingresar en un mundo de significados compartidos por otra comunidad* (Otero, 2006; 2007). A partir de esta perspectiva, se define una comunidad o institución llamada de referencia, en la cual se realiza un conocimiento que será "exportado" a otras culturas e instituciones. Este fenómeno consistente en la migración de un conocimiento que "vive" en una cierta institución hacia otra a la cual deberá adaptarse para continuar "vivo". Esto es lo que Chevallard (1992, 1997, 1999) define como *Transposición Didáctica*. Como consecuencia, la Mecánica Cuántica de los físicos profesionales resultará inevitablemente transformada cuando se intenta enseñarla en la escuela.

La Mecánica Cuántica es un campo conceptual en el sentido de Vergnaud (1990), dentro del cual es posible distinguir al menos una estructura conceptual. En Física es posible reconocer diversos campos conceptuales dentro de los cuales es distinguible al menos una estructura conceptual de referencia. Cuando un profesor de física propone a sus estudiantes el estudio de un cierto Campo Conceptual, adopta de manera más o menos explícita una cierta Estructura Conceptual de Referencia (ECR). ***Una ECR es un conjunto de conceptos, las relaciones entre ellos, los principios, las afirmaciones de conocimiento y las explicaciones relativas a un campo conceptual, aceptados por la comunidad científica de referencia*** (Otero, M. R, 2006, 2007;2008).

En relación a la conceptualización, adoptamos la idea de campo conceptual de Vergnaud (1990), ya que la Física Cuántica no constituye un "tema" del currículum de la escuela secundaria, como comúnmente se lo toma, sino en palabras de Vergnaud, *"un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento, conectadas unos a otros y, probablemente entrelazados durante el proceso de adquisición*" Naturalmente, dada su complejidad, dominar un campo conceptual es un proceso que demanda un largo período de tiempo, a través de experiencia, madurez y aprendizaje. Es claro que el libro de texto no está pensado para que los estudiantes se enfrenten solos a un campo conceptual, pero como los docentes comúnmente seleccionan los textos que utilizarán los estudiantes, nos interesa averiguar si las situaciones que se proponen, y los conceptos empleados, tienen el potencial de ayudar a la conceptualización, o por el contrario, parecen entorpecer la conceptualización en este campo tan complejo de la Física Cuántica

Preguntas de investigación

1- ¿Cómo se caracteriza el tratamiento cuántico de la luz en los libros de texto? ¿Puede considerarse actual la presentación de la luz en los libros de texto?

2- ¿Sería posible enseñar basándose en la propuesta de los libros de texto analizados sin obstaculizar la conceptualización de las nociones cuánticas relativas a la luz?

3. ¿Qué implicaciones vinculadas con la Investigación y la Enseñanza de nociones de Física cuántica pueden realizarse?

Metodología

Seleccionamos mediante un muestreo intencional, los textos comúnmente utilizados y representativos del Nivel Medio en el Sistema Educativo Argentino que se ocupen del

estudio de la luz. En su mayoría, son libros de texto que obedecen al currículum de la Provincia de Bs. As. Para el diseño y la construcción de las categorías y subcategorías de análisis estudiamos (N=21) libros de Ciencias Naturales y Física del Nivel Medio actual, (dirigidos a estudiantes de entre 12 y 18 años) que se dedican al tratamiento de la luz.
De los 21 libros analizados, entre los que corresponden a "Ciencias Naturales" o "Ciencias Naturales y Tecnología" muy pocos (N=2) no presentan a la luz como fenómeno de estudio en sí, sino sólo describen en una parte los fenómenos de difracción e interferencia de los fenómenos ondulatorios en general, y en otra sección, abordan los fenómenos de refracción y reflexión de los rayos, sin vincular estos fenómenos con la luz. De los libros restantes (N=19) que sí presentan el estudio de las características de la luz, tomamos para la exploración y el análisis aquellos que presentan alguna descripción de la luz utilizando conceptos y nociones cuánticas (N=15), y nos proponemos analizar en qué forma lo hacen. Generamos de forma inductiva las siguientes categorías de análisis, intentando responder a las preguntas planteadas:

1- Relevancia del modelo cuántico para la luz. Aquí describimos la importancia que se otorga a las explicaciones cuánticas para la luz, en relación con el resto de los contenidos tratados en el libro de texto.
2- Definiciones para la luz y sus límites de validez. Buscamos saber qué aspectos acerca de la luz se cuestiona el texto, que tipo de preguntas plantea para tratar a la luz y de qué manera los límites de validez de las explicaciones clásicas para la luz son cuestionados. Además, exploramos si se considera al aspecto dual de la luz haciendo referencia a los fotones, o si se presenta la cuantización de la luz como un nuevo modelo diferente a los dos clásicos.
3- Introducción de las ideas cuánticas para la luz. Describimos qué experiencias o problemas se presentan como necesarios para introducir nuevas explicaciones, alternativas a las de la física clásica.

Con las últimas dos categorías, en particular nos cuestionamos si en la presentación que se hace, se consideran ciertas precisiones en el lenguaje, o se da un tratamiento tal que instalaría en los estudiantes la idea de los fotones como "partículas" de luz.

Resultados

A partir del análisis de los libros de texto, generamos la tabla de análisis que se presenta en el Anexo, y a partir de ella obtuvimos los siguientes resultados para cada categoría:

1- Relevancia del modelo cuántico para la luz.

De los libros analizados que presentan algún tratamiento cuántico para la luz, (N=4) presentan primero un modelo corpuscular asociado a la óptica geométrica, y luego de expresar que hay fenómenos que no pueden explicarse mediante este modelo, presentan el modelo ondulatorio clásico, y proponen ejemplos de óptica física. A modo de apartado que amplía y complementa el texto principal, en una sección histórica o recuadro indican que, de acuerdo a la experiencia que se trate a la luz hay que considerarla onda o partícula, sin especificar la experiencia.

Un ejemplo de la única referencia a los aspectos cuánticos se presenta en el siguiente recuadro del T5:

A fin del siglo XIX se estableció que las ondas de luz eran de tipo electromagnético, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos que atravesaban el espacio. A diferencia de las ondas que se transmiten en un medio material (ondas materiales), como el sonido o las olas en el agua, la luz no necesita de un medio para viajar: la luz puede viajar en el vacío (¡si no fuera así, no nos llegaría la luz del Sol!).

La física de este siglo propuso que la energía lumínica está concentrada "en paquetes": los fotones.

Actualmente, se considera que la luz se comporta a veces como ondas y, a veces, como corpúsculos.

En casi la mitad de los libros (N=7), el aspecto cuántico se trata como un tema más dentro del capítulo, con algo más de relevancia que en los libros antes mencionados, dentro de capítulos denominados "Luz y sonido", "Ondas: luz y sonido", "La energía de los fenómenos ondulatorios", "Las ondas y la tecnología".
Por ejemplo, dentro del capítulo llamado "Ondas: luz y sonido. Ondas Electromagnéticas" (T6), se encuentra lo siguiente:

sionan malformaciones, por lo cual el hombre debe evitar estar en contacto con ellos. En general, se suele llamar luz al espectro visible, y radiación electromagnética al resto del espectro.

¿La luz es una onda o una partícula?

En 1905, el físico alemán Albert Einstein propuso la explicación de un fenómeno que hoy conocemos como efecto fotoeléctrico. Einstein estableció que una onda electromagnética puede ser considerada como un conjunto de partículas cuando interacciona con la materia. A estas partículas que se mueven a la velocidad de la luz y no poseen ni carga ni masa se las llamó más tarde *fotones*. Una luz muy intensa es aquella que posee muchos fotones, aunque cada uno de ellos posee una energía que depende solamente de la frecuencia de la radiación luminosa. La explicación de Einstein implicaba que los fotones de la radiación serían capaces de "chocar" con los electrones, como si fueran partículas, y dispersarlos.

Einstein señaló que la radiación electromagnética podía ser considerada de naturaleza corpuscular para estudiar algunos fenómenos; sin embargo, todavía restaba explicar por qué la luz se difractaba al atravesar una rendija, siendo la difracción un fenómeno característico de las ondas y no de las partículas.

En los libros restantes (N=4) se trata la teoría cuántica en un capítulo aparte. Dos de ellos lo proponen a continuación de capítulos destinados a la luz con un enfoque clásico, denominados: "Cuantos de luz" y "Orígenes de la Teoría Cuántica". En ellos se abordan las características cuánticas de la luz intentando completar las ideas planteadas en los capítulos anteriores. Por ejemplo en el T14:

CUANTOS DE LUZ

Phi Wolf demuestra el efecto fotoeléctrico, dirigiendo luz de distintas frecuencias a una fotocélula y midiendo la energía de los electrones expulsados.

La física clásica que hemos visto hasta ahora estudia dos categorías de fenómenos: partículas y ondas. De acuerdo con nuestra experiencia cotidiana, las "partículas" son objetos diminutos, como balas. Tienen masa y obedecen las leyes de Newton; siguen po

En los otros dos textos, se trata la teoría cuántica dándole escasa importancia a la cuantización de la luz. De hecho, los nombres de los capítulos son: "Estructura de la materia- El microcosmo" y "La teoría de los cuantos". Por ejemplo, en el T12 se encuentra lo que muestra la imagen de la izquierda, y en el capítulo 7 del mismo de texto, llamado "La estructura de la materia" se encuentra la definición de "cuanto" que se muestra a la derecha:

capítulo 2

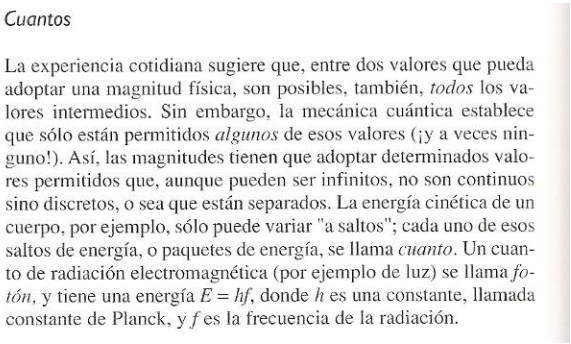
ÓPTICA FÍSICA

La luz como onda

Hay dos maneras de estudiar los fenómenos luminosos, según qué aspectos nos interesen y con cuánto detalle deseemos describirlos: la *óptica geométrica* y la *óptica física*. En rigor, la óptica geométrica es una forma de aproximarse a la óptica física. Esa aproximación es útil siempre que la apliquemos a objetos de cierto tamaño, bastante mayor que la longitud de onda de la luz. La luz visible es una onda cuya longitud varía entre los 0.4 y los 0.7 μ.

Para determinar, por ejemplo, qué características debería tener un espejo convexo para la salida de un estacionamiento, basta con la aproximación geométrica, puesto que el espejo mide 30 cm y los vehículos, peatones y distancias miden más de un metro. En cambio, para diseñar un lector de discos compactos, no alcanza la óptica geométrica, puesto que la distancia entre los surcos del disco es de 1,6 μ, del mismo orden que la longitud de onda de la luz con la que se los lee.

Entonces, la idea de rayos rectos de luz es tan sólo una aproximación que da muy buenos resultados en muchos casos de interés práctico, y no los da en muchos otros. Cuando no es aplicable la óptica geométrica, se utiliza la óptica física, que tiene presentes los efectos ondulatorios de la luz.


Cuantos

La experiencia cotidiana sugiere que, entre dos valores que pueda adoptar una magnitud física, son posibles, también, *todos* los valores intermedios. Sin embargo, la mecánica cuántica establece que sólo están permitidos *algunos* de esos valores (¡y a veces ninguno!). Así, las magnitudes tienen que adoptar determinados valores permitidos que, aunque pueden ser infinitos, no son continuos sino discretos, o sea que están separados. La energía cinética de un cuerpo, por ejemplo, sólo puede variar "a saltos"; cada uno de esos saltos de energía, o paquetes de energía, se llama *cuanto*. Un cuanto de radiación electromagnética (por ejemplo de luz) se llama *fotón*, y tiene una energía $E = hf$, donde h es una constante, llamada constante de Planck, y f es la frecuencia de la radiación.

A partir de los resultados obtenidos, concluimos que los libros de texto otorgan escasa importancia al tratamiento de los aspectos cuánticos de la luz, y por lo tanto podríamos inferir que los contenidos de la física clásica son suficientes para la formación en la escuela secundaria. También nos preguntamos qué sentido podría tener para los estudiantes que dentro de un capítulo enfocado en el aspecto ondulatorio de la luz, mencione a los fotones como constituyentes de la luz.

2- Definiciones para la luz y sus límites de validez.

Nos preguntamos qué tipo de cuestionamientos acerca de la luz plantean los libros de texto dirigidos a los estudiantes.

En N=6 libros encontramos que se trata a la luz como una onda electromagnética y en otra sección dentro del mismo capítulo se menciona a los fotones sin especificar ninguna experiencia que lo justifique. Se presentan los fotones como un descubrimiento actual, pero no se establece claramente el significado del término, se deja librado al lector.

Un ejemplo de ello, es el siguiente libro (T4):

La luz

Las señales de radio y de televisión, la radiación infrarroja, la luz, la radiación ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma son miembros de una misma familia: las **ondas electromagnéticas**. Como su nombre lo indica, estas ondas se originan en las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia.

Los distintos miembros de esta familia de ondas se diferencian por su longitud de onda. La longitud de onda de una emisora de radio AM puede ser de 300 metros y la de una emisora de FM, de tres metros. A la luz le corresponden longitudes de onda cercanas a medio micrón (0.5 μ). A los rayos gamma, que son producidos por sustancias radiactivas, le corresponden longitudes de onda cercanas a las 10 billonésimas de metro (0.0000001 m).

La luz no necesita de un medio material para propagarse y, en el vacío, viaja a la increíble velocidad de 300.000 km/s. Esta velocidad equivale, aproximadamente, a dar ocho vueltas alrededor de la Tierra en un segundo.

Dentro de un mismo medio transparente y homogéneo, la luz se propaga en línea recta. Por eso, muchas veces es útil hacer representaciones gráficas de la luz mediante rayos.

La naturaleza de la luz: ¿ondulatoria o corpuscular?

Isaac Newton nació en Inglaterra el día de Navidad de 1642. A los veintitrés años de edad, siendo alumno de la Universidad de Cambridge, tuvo que pasar un año en cama, en su pueblo natal, a causa de un brote epidémico. Allí realizó importantes descubrimientos en el campo de la Matemática y otros fundamentales acerca de la naturaleza de la luz; estableció, además, las bases para la teoría de la gravitación universal. Newton fue el primero en formular una teoría completa sobre la relación entre el movimiento de los cuerpos y las fuerzas.

Issac Newton

en Holanda, el astrónomo Christian Huygens (1629-1677), a quien Newton admiraba, desarrollaba sus trabajos. Huygens sostenía que la luz se comportaba como si fuera una onda propagándose en el vacío, de la misma manera que una ola se propaga en el mar. Por eso es que se habla de la frecuencia o de la longitud de onda de la luz.

En 1801, el físico inglés Thomas Young (1773-1829) mostró el comportamiento ondulatorio de la luz a través del fenómeno conocido como interferencia. En este fenómeno, dos ondas de luz, al superponerse, dan origen a zonas iluminadas y a zonas oscuras. A partir de estas investigaciones, la teoría ondulatoria de la luz se impuso a la teoría corpuscular.

como sucede con el electrón, la cantidad de movimiento es pequeña, y la longitud de onda es comparable con una radiación de alta frecuencia; pero cuando la masa es grande, la longitud de onda no se puede detectar. Este principio es el fundamento del microscopio electrónico.

Como consecuencia de todas las investigaciones mencionadas, en la actualidad se considera que la luz tiene naturaleza dual, es decir, según la experiencia a la que se someta (interferencia, efecto fotoeléctrico), la luz presentará un comportamiento ondulatorio —en el que es una onda con frecuencia y longitud de onda características— o corpuscular — en el que se supone que es un chorro de cuantos de energía o fotones— .

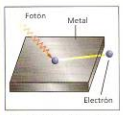
En otros libros (N=5), aunque también buscan definir la luz, al presentar de alguna manera los distintos modelos abordan con distintos grados de profundización las experiencias que justifican la necesidad de dichos modelos. En ellos, se plantea la necesidad de considerar la dualidad para la luz y se sugiere una vuelta a la noción de los corpúsculos propuestos por Newton como componentes de la luz que ahora se denominan "fotones". En general, se procura establecer que, históricamente, se formularon los dos modelos clásicos y se describen brevemente. Más tarde, se destina un párrafo a indicar que actualmente se considera a la luz con naturaleza dual o con comportamiento dual y que se volvió a la teoría corpuscular al enunciar la existencia de los fotones.

En uno de estos libros, por ejemplo, en una sección al final del capítulo, luego de tratar los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción se encuentra la pregunta: ¿Onda o partícula? donde luego de presentar las experiencias que no se pueden explicar desde los modelos clásicos, efecto fotoeléctrico, establece la necesidad de contar con una explicación diferente a las explicaciones de ondas y partículas y se menciona al fotón. Así, plantean que la luz es una onda y una partícula a la vez, es decir se basan en la dualidad. Un ejemplo de esto se presenta en el T11:

La dualidad onda - partícula

Los granos de arena nos dan idea de lo que entendemos por partícula o corpúsculo. El movimiento del agua debido a las olas del mar nos da idea de lo que entendemos por onda.

En el año en que murió Galileo, nació Newton (1642 - 1727). Además de sus trabajos acerca de la gravitación y de la dinámica del movimiento, Newton estudió los fenómenos luminosos. Haciendo observaciones directas intentó evitar hipótesis puramente especulativas. Pero durante mucho tiempo no se decidió en cuanto a la naturaleza de la luz. ¿Era un flujo de **partículas**, como



El efecto fotoeléctrico es aprovechado para el diseño de las células fotoeléctricas.

algunos sostenían? ¿O era la luz una **onda** que se propagaba en un cierto medio? A lo largo de su vida, Newton se fue inclinando cada vez más hacia la teoría corpuscular. Quizás su principal razón era la dificultad que, por aquel entonces, se tenía para explicar la **propagación rectilínea** de la luz mediante la teoría de ondas que se dispersan en todas direcciones.

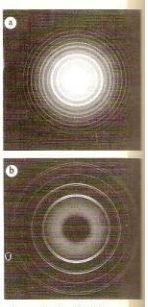
Casi al mismo tiempo en que Newton daba énfasis en Inglaterra a la teoría corpuscular, Huygens (1629-1695) en el continente europeo difundía la teoría ondulatoria. Con ella podía explicar la **reflexión** y la **refracción** y, además descubrió el fenómeno de la **polarización**. Sin embargo, el gran peso de la opinión de Newton hizo que muchos otros científicos no tomaran demasiado en cuenta a la teoría de Huygens. La teoría ondulatoria de la luz renació de la mano de Thomas Young (1773 - 1829), quien introdujo el concepto de **interferencia**, y de Agustín Fresnel (1788-1827). Luego se terminó de cimentar con los trabajos de Michael Faraday (1791-1867) y James Maxwell (1831-1879) quienes concluyeron que *la luz era una perturbación electromagnética en forma de ondas.*

Pero Heinrich Hertz (1857-1894), quien verificó la existencia de las ondas electromagnéticas, observó el llamado **efecto fotoeléctrico** en el cual la luz, al incidir sobre una sustancia, puede arrancar de ella ciertas partículas que, actualmente, son los conocidos electrones. Si la luz se comportara como una onda, al disminuir su intensidad, los electrones arrancados del material deberían moverse más lentamente. La experiencia no mostró esto. En 1905, Albert Einstein, apoyándose en un trabajo publicado por Max Planck en 1900, explicó el efecto fotoeléctrico *considerando la luz como un flujo de partículas* que hoy llamamos **fotones**. ¡Las viejas ideas de Newton volvían a escena!

La interferencia y la difracción son fenómenos ondulatorios por excelencia. Si algo sufre difracción ese algo debe ser una onda. Louis de Broglie (1892 - 1987) en relación con el estudio de los átomos sugirió que así como las ondas de luz pueden tener características de partículas, como lo demuestra el efecto fotoeléctrico, las partículas materiales como los electrones y protones pueden tener características de onda. A principios de 1927, C. J. Davisson (1881-1958) y L. H. Germer (1896-1971) observaron la difracción de un haz de electrones confirmando la hipótesis de de Broglie.

Gradualmente se hizo evidente que los conceptos de partícula y de onda, que en el mundo macroscópico de nuestra vida cotidiana parecen ser mutuamente excluyentes, deben reunirse en el dominio de lo microscópico. La imagen de una partícula atómica (electrones, neutrones, etc.) como una porción localizada de materia ya no satisface: estas "partículas" pueden generar patrones de interferencia y de difracción como las ondas de luz y las sonoras. Asimismo, la imagen de la luz como un onda tampoco satisface por completo, ya que en el efecto fotoeléctrico presenta característica de partícula: los fotones. Igualmente, en algunos casos, las ondas sonoras en un material pueden pensarse como partículas, a las que se denomina **fonones**.

Actualmente, esta dualidad onda-partícula es aceptada y, de acuerdo con el fenómeno físico de que se trate, se emplea uno u otro concepto según sea conveniente.



Diagramas de difracción: A) Electrones B) Rayos X. Observen la semejanza entre ambos diagramas. ¿Qué es una partícula?¿Qué es una onda?

Análisis y debate

1. ¿Por qué Newton terminó por inclinarse a favor de la teoría corpuscular de la luz?
2. ¿Qué característica importante de la luz encontró Huygens? Esa característica, ¿es típica de las ondas o de las partículas?
3. ¿Qué fenómeno importante estudió Fresnel? ¿Qué teoría convenía para explicarlo?
4. ¿Por qué, en cierto sentido, Einstein resucitó la teoría corpuscular de Newton?
5. ¿Qué hipótesis relativa a las partículas sugirió de Broglie?
6. ¿Cómo se confirmó la idea de de Broglie?

¿Qué es la luz?

Esta pregunta, que los hombres vienen haciéndose hace muchísimo tiempo, todavía tiene vigencia, y la búsqueda de una explicación ha llevado al desarrollo de las teorías físicas más avanzadas y sorprendentes, como la de la relatividad y la cuántica.

En ciertas situaciones, la luz se comporta como si consistiera en un flujo de partículas diminutas (llamadas **fotones** o cuantos de luz). La propagación rectilínea de la luz se explica fácilmente considerándola como un flujo de partículas moviéndose a una velocidad inmensa y en línea recta. La observación de eclipses y de sombras de objetos comunes también puede explicarse con este concepto "corpuscular" de la luz. Por otro lado, enviando un haz de luz muy débil a una pantalla puede detectarse el impacto de cada fotón individual (por supuesto que con técnicas muy complejas).

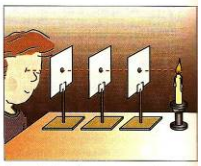
En cambio, frente a otro tipo de experiencias, la luz parece que es una onda, por ejemplo, cuando se observa la manera en que interfieren dos rayos, produciendo zonas oscuras y zonas claras (como en la experiencia de Young de las dos rendijas, tratada en el capítulo 12). Por otro lado, un análisis más detallado de las sombras, sobre todo de objetos muy pequeños (de tamaño similar a la longitud de onda de la luz, es decir, menores que una milésima de milímetro), muestra cómo la luz "dobla" en los bordes de los objetos haciendo que las sombras no sean tan definidas.

Las dos caras del comportamiento de la luz son complementarias. El nexo entre ambos conceptos se encuentra en el enunciado siguiente:

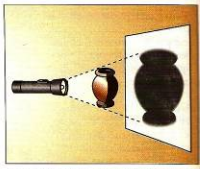
Una onda luminosa sólo puede intercambiar energía con el exterior por medio de ***paquetes de energía*** *llamados* ***fotones****. Un fotón puede considerarse como una partícula de masa nula que se mueve a 300.000 km/s en el vacío. La energía que transporta cada fotón correspondiente a una onda de frecuencia* ***f*** *se calcula como:*

$$E = h \cdot f \quad (\text{con } h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s\text{, llamada constante de Planck})$$

En consecuencia, a la pregunta ¿qué es la luz? sólo podemos contestar que es algo que a veces parece ser una onda que se propaga y otras veces un flujo muy veloz de partículas, pero que nos resulta imposible comprender cabalmente qué es.



Es necesario alinear los agujeros para poder ver a través de ellos. Esto muestra que la luz se propaga en línea recta.



Este fenómeno es fácilmente explicable si se considera que la luz consta de partículas pequeñísimas que se desplazan en forma rectilínea.

Por ejemplo, en otro libro (T13), que plantea explícitamente la pregunta ¿Qué es la luz? y dedica varios capítulos a su estudio, realiza un recorrido histórico que finaliza con la siguiente frase: "*no es posible, por ahora, decidirse por una de las dos teorías y los físicos se ven obligados a admitir que la luz tiene un comportamiento dual*". Luego, presenta otro capítulo dedicado a la teoría cuántica llamado: "La teoría de los cuantos" que presenta lo siguiente:

¿Qué es la luz?

Admitir que la luz es una lluvia de fotones es, en cierto modo, volver a la teoría corpuscular de Newton. Pero ello no significa despreciar la teoría ondulatoria, pues si bien esta no puede explicar el efecto fotoeléctrico, los fotones no explican la interferencia, la difracción ni la polarización. No es posible por ahora decidirse por una de las dos teorías, y los físicos se ven obligados a admitir que la luz tiene un compartimiento dual: para explicar ciertos fenómenos es imprescindible considerarla como onda; para otros, como corpúsculo.

Para explicar la ley de Planck de la radiación hay que considerarla como corpúsculo, y así se explica que las variaciones de energía emitida se realicen por saltos, pues una variación de energía no puede ser menor que el cuanto de un fotón.

Pero... ¿todos los intercambios de energía están regidos por la Teoría de los Cuantos? Así es, en efecto. Como dice Einstein, los cuantos constituyen una de las claves para descifrar el mundo físico. Más adelante leerás cómo Niels Bohr se sirvió precisamente de esta clave para dar la primera imagen coherente de cómo son los átomos.

El origen de los rayos X. La Teoría de los Cuantos explica el origen de los rayos X como el fenómeno inverso al efecto fotoeléctrico: **el bombardeo con electrones produce la emisión de una radiación.**

La ecuación de Einstein establece que:

Otro ejemplo de esta subcategoría es el libro T2 que se presenta a continuación donde se muestra una imagen con "partículas de luz":

saldrían pedazos de piedra con grandes cantidades de energía y en forma instantánea".

Lo que Einstein básicamente quiso decir es que si la luz se comporta como un haz de corpúsculos, que transportan una cantidad de energía directamente proporcional a la frecuencia que la caracteriza, entonces estos corpúsculos "chocarían" con los electrones y les transferirían toda su energía "de golpe".

De este modo, Einstein explicaba los tres hechos contradictorios del fenómeno fotoeléctrico.

a) Al ser la luz un haz de partículas, queda claro por qué el fenómeno fotoeléctrico es instantáneo.

b) Como la energía que transportan los fotones es directamente proporcional a la frecuencia que caracteriza a la luz con la que se ilumina la chapa de metal, entonces se entiende por qué al aumentar la frecuencia aumentaba la energía de los electrones.

c) La intensidad de la luz está dada por la cantidad de fotones y, por ello, al aumentarla, no se incrementa la energía de los electrones, sino que aumenta el número de electrones desprendidos.

De acuerdo con el tipo de dispositivo que se emplee, un fotón puede ser detectado como una partícula o como una onda.

La teoría de Einstein generó un gran revuelo. Sin embargo, los hechos permiten afirmar que la luz no es ni una onda ni una partícula, pues, presenta un comportamiento dual. Las partículas no interfieren ni se difractan, y las ondas no pueden producir un efecto como el fotoeléctrico.

Guía de lectura

- ¿Qué es el efecto fotoeléctrico? Expliquen por qué el efecto fotoeléctrico significó el fin de la teoría electromagnética de la luz.
- ¿Cómo resolvía el problema la propuesta de Einstein?
- ¿Qué nuevo problema generó su explicación?

En muy pocos libros (N=4) cuando plantean los modelos de la luz, si bien parten de la pregunta ¿qué es la luz? cuando plantean los modelos de la luz parecen resignar la pregunta inicial, aunque sin explicitarlo, formulan respuesta a preguntas relativas a sus características o propiedades. Estos libros, además, establecen que los fotones son componentes de un nuevo modelo para la luz, explicitando que la luz puede estudiarse desde tres modelos diferentes e indican, de alguna manera, los límites de validez para dichos modelos. Un ejemplo de esta modalidad es el texto T 9:

El nuevo modelo de la luz

Hacia principios del siglo XX resultaba evidente que debía haber alguna relación entre la estructura de la materia y la emisión de luz. Puesto que cada elemento tiene un tipo de átomo característico y, además, un espectro característico, ambas cosas deberían estar relacionadas. Y, en efecto, las relaciones entre la estructura de la materia y las radiaciones —no sólo las visibles— fueron uno de los grandes temas de la Física del siglo XX, que se puede decir que comenzó precisamente en 1900.

Ese año, el físico alemán Max Planck (1858-1947) propuso, en forma irritada, una idea revolucionaria. Para explicar cómo emite radiación un cuerpo negro, Planck llegó a la conclusión de que la energía debía ser emitida en pequeños paquetes que llamó *cuantos*. Cada cuanto transporta una energía cuyo valor se expresa de la siguiente manera:

$$E = h \cdot f$$

donde E es la energía de un cuanto de radiación de frecuencia **f**, y **h** es una constante universal cuyo valor es $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ joules por segundo.

Esta teoría —que se conoce con el nombre de *teoría cuántica*— sirvió para explicar otro fenómeno que relaciona la radiación y la materia: el efecto fotoeléctrico, que consiste en la emisión de electrones por parte de ciertos materiales al ser iluminados.

A principios de siglo este fenómeno no podía ser explicado por la Física de la época. En 1905, el físico estadounidense de origen alemán Albert Einstein (1879-1955) propuso utilizar la teoría cuántica de Planck para explicarlo: si se admite que la luz también actúa cuantificada, uno de los cuantos de luz, llamados *fotones*, le entrega su energía a un electrón del material, que por esa razón puede ser emitido. La corroboración experimental de esta teoría produjo la siguiente pregunta: ¿la luz es una onda o es un haz de fotones?

En la actualidad, se acepta el llamado *modelo dual onda-partícula*. La luz, en su emisión y en su interacción con la materia, se comporta como un fotón y tiene propiedades ondulatorias en su propagación; esto explica que, por ejemplo, sufra procesos de difracción o interferencia.

En 1913, el físico danés Niels Bohr (1885-1962) propuso un modelo atómico, en el que se utiliza la teoría cuántica, que permite relacionar la estructura de la materia con los espectros. Este modelo proponía que los átomos sencillos —como el del hidrógeno, constituido, según el modelo orbital de esa época, por un protón en el núcleo y un electrón orbitando— cumplían ciertas condiciones:

- El electrón solo se podía encontrar en ciertas órbitas o niveles energéticos permitidos.
- Cuando el electrón pasaba de una órbita, en la que tenía mayor energía, a otra, de menor energía, emitía un fotón cuya frecuencia se calculaba a partir de la fórmula establecida por Planck.

Con este modelo fue posible explicar las longitudes de onda de las líneas de algunos espectros.

Todos los modelos atómicos que siguieron al de Bohr dan explicaciones acerca de la relación de la estructura atómica con la emisión y la absorción de radiaciones.

luz
fotón
electrón

Para explicar el efecto fotoeléctrico, Einstein propuso que los electrones son emitidos por el metal cuando un fotón incidente les entrega toda su energía.

E_3
E_2
E_1
fotón

En el modelo atómico de Bohr, cada salto posible de un electrón desde un nivel de mayor energía hacia otro de menor energía produce la emisión de un fotón de frecuencia determinada. La emisión de todos los fotones de frecuencias posibles desde un elemento da su espectro característico.

La siguiente figura muestra como el texto T 15, comienza el capítulo destinado a la luz:

Esta discusión acerca de la controversia onda-corpúsculo no sería completa si no mencionáramos el descubrimiento en el siglo XX de que la teoría ondulatoria, aun siendo correcta en general para describir la propagación de la luz (y de otras ondas electromagnéticas), no puede explicar todas las propiedades de la luz, especialmente aquellas en que hay interacción con la materia. Una de las ironías de la Historia de la Ciencia es que en el famoso experimento realizado en 1887 en que se confirmaba la teoría ondulatoria de Maxwell, Hertz descubrió el *efecto fotoeléctrico* (que veremos en detalle en el capítulo 29). Este efecto sólo puede explicarse mediante un modelo corpuscular de la luz, según demostró Einstein en 1905. Así pues, volvió a introducirse un modelo corpuscular para la luz.

La comprensión completa de la naturaleza dual de la luz no llegó hasta la década de 1920, cuando los experimentos de C.J. Davisson y L. Germer y de G.P. Thompson demostraron que los electrones (y otros "corpúsculos" semejantes) también tenían naturaleza dual y presentaban las propiedades ondulatorias de interferencia y difracción al mismo tiempo que sus propiedades corpusculares conocidas. El comportamiento de entes fundamentales como la luz, los electrones y otras partículas subatómicas lo describe correctamente la teoría de la Mecánica cuántica elaborada por E. Schrödinger, W. Heisenberg, P.A.M. Dirac y otros. Aun cuando la teoría cuántica difiere de la teoría ondulatoria clásica y de la teoría corpuscular clásica, en ciertas circunstancias se parece a una y en otras circunstancias se parece a la otra. Por ejemplo, la propagación de estos entes fundamentales puede describirse siempre por una onda que presenta los efectos ondulatorios usuales de interferencia y difracción. En cambio, los intercambios de energía entre dichos entes fundamentales los describe bien la Mecánica corpuscular. Ya vimos en el capítulo 17 que cuando la longitud de onda de una onda cualquiera es pequeña frente a los distintos obstáculos y aberturas que encuentra, resulta válida la aproximación de los rayos y la propagación tiene lugar en línea recta. La naturaleza ondulatoria de los electrones y otras partículas similares no se observa fácilmente a causa de ser muy cortas sus longitudes de onda. (Esta es la misma dificultad que impidió a Newton observar la naturaleza ondulatoria de la luz.) La naturaleza corpuscular de la luz, evidente en sus intercambios energéticos, tampoco se observa muchas veces porque el número de corpúsculos luminosos, llamados *fotones*, de un haz luminoso es tan grande y la energía de cada uno de ellos tan pequeña. Esta dificultad es análoga a la que se tiene para observar la naturaleza corpuscular de las moléculas de un gas que ejercen una presión contra las paredes de su recipiente.

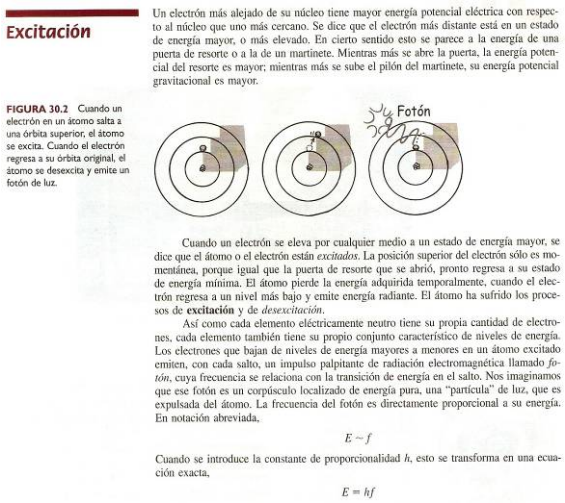
Fotones

Consideramos más adecuado en términos de conceptualización referirnos a las *propiedades de la luz*, evitando plantear la pregunta ¿qué es la luz? ya que en Física ese tipo de preguntas carece de sentido, dado su carácter ontológico y epistemológico. Nos preguntamos qué sentido tiene para los estudiantes plantearles una pregunta a la cual no es posible establecer respuesta. En su lugar, consideramos más apropiado establecer que en Física se busca construir modelos que den cuenta de los fenómenos observados y predigan otros nuevos, considerando la validez de los mismos.

Por su parte, el aspecto que más nos preocupa del tratamiento de la luz en los libros de texto es el descuido en las expresiones utilizadas. Específicamente en la expresión "dualidad onda- partícula". El término "dual" es heredado de cuestiones históricas, cuando todavía no se habían desarrollado las ideas cuánticas, y resulta un obstáculo para la descripción cuántica. En su momento, la idea de dualismo era necesaria para resolver

una aparente paradoja, estableciendo que la luz tiene propiedades que normalmente se le asignan a las partículas y a las ondas, a la vez. Si asumimos el modelo más actual para la luz y para los fotones (la cuántica), este término no tiene lugar. Cuestionamos este punto pensando en que si bien es posible que los estudiantes tengan construidas nociones de las características atribuidas a las partículas y a las ondas, no resulta económico en términos de aprendizaje que se muestre el aspecto cuántico como fusión de dos modelos en lugar de presentarlo como un modelo o un conjunto de ideas nuevas respecto a los conceptos e ideas a las que estamos familiarizados, es decir a gran escala.
Otro término que comúnmente se utiliza es "fotón", para referirse al aspecto discreto o a la granularidad de la luz, sin establecer el significado de este término. Por ejemplo, se hace referencia a los fotones como si éstos fueran los mismos corpúsculos de los que se refería Newton. Esto es desacertado, puesto que el significado del aspecto "corpuscular" debe ser entendido en el contexto de la mecánica cuántica.
En síntesis, concluimos que en general la idea predominante en los libros que tratan la luz, es que si bien intentan de alguna forma dar un enfoque más actual, terminan por enfatizar que se trata de una onda electromagnética. También se deja entrever la idea de fotones como las "partículas" de luz. Ambos enfoques constituyen un obstáculo para la conceptualización.

3- Presentación de las ideas cuánticas relativas a la luz.
Muy pocos libros (N=5) plantean la cuantización de la luz al explicar los espectros de los elementos o para la explicación del modelo del átomo de Bohr. Ejemplos de esta forma de presentación son el T14 a la izquierda y el T11 a la derecha:



Excitación

Un electrón más alejado de su núcleo tiene mayor energía potencial eléctrica con respecto al núcleo que uno más cercano. Se dice que el electrón más distante está en un estado de energía mayor, o más elevado. En cierto sentido esto se parece a la energía de una puerta de resorte o a la de un martinete. Mientras más se abre la puerta, la energía potencial del resorte es mayor; mientras más se sube el pilón del martinete, su energía potencial gravitacional es mayor.

FIGURA 30.2 Cuando un electrón en un átomo salta a una órbita superior, el átomo se excita. Cuando el electrón regresa a su órbita original, el átomo se desexcita y emite un fotón de luz.

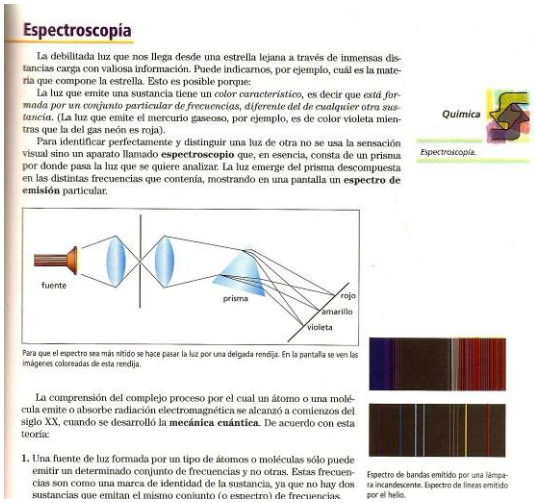
Cuando un electrón se eleva por cualquier medio a un estado de energía mayor, se dice que el átomo o el electrón están *excitados*. La posición superior del electrón sólo es momentánea, porque igual que la puerta de resorte que se abrió, pronto regresa a su estado de energía mínima. El átomo pierde la energía adquirida temporalmente, cuando el electrón regresa a un nivel más bajo y emite energía radiante. El átomo ha sufrido los procesos de **excitación** y de *desexcitación*.

Así como cada elemento eléctricamente neutro tiene su propia cantidad de electrones, cada elemento también tiene su propio conjunto característico de niveles de energía. Los electrones que bajan de niveles de energía mayores a menores en un átomo excitado emiten, con cada salto, un impulso palpitante de radiación electromagnética llamado *fotón*, cuya frecuencia se relaciona con la transición de energía en el salto. Nos imaginamos que ese fotón es un corpúsculo localizado de energía pura, una "partícula" de luz, que es expulsada del átomo. La frecuencia del fotón es directamente proporcional a su energía. En notación abreviada,

$$E \sim f$$

Cuando se introduce la constante de proporcionalidad h, esto se transforma en una ecuación exacta,

$$E = hf$$



Espectroscopía

La debilitada luz que nos llega desde una estrella lejana a través de inmensas distancias carga con valiosa información. Puede indicarnos, por ejemplo, cuál es la materia que compone la estrella. Esto es posible porque:

La luz que emite una sustancia tiene un *color característico*, es decir que *está formada por un conjunto particular de frecuencias, diferente del de cualquier otra sustancia*. (La luz que emite el mercurio gaseoso, por ejemplo, es de color violeta mientras que la del gas neón es roja).

Para identificar perfectamente y distinguir una luz de otra no se usa la sensación visual sino un aparato llamado **espectroscopio** que, en esencia, consta de un prisma por donde pasa la luz que se quiere analizar. La luz emerge del prisma descompuesta en las distintas frecuencias que contenía, mostrando en una pantalla un **espectro de emisión** particular.

Química

Espectroscopía.

fuente
prisma
rojo
amarillo
violeta

Para que el espectro sea más nítido se hace pasar la luz por una delgada rendija. En la pantalla se ven las imágenes coloreadas de esta rendija.

La comprensión del complejo proceso por el cual un átomo o una molécula emite o absorbe radiación electromagnética se alcanzó a comienzos del siglo XX, cuando se desarrolló la **mecánica cuántica**. De acuerdo con esta teoría:

1. Una fuente de luz formada por un tipo de átomos o moléculas sólo puede emitir un determinado conjunto de frecuencias y no otras. Estas frecuencias son como una marca de identidad de la sustancia, ya que no hay dos sustancias que emitan el mismo conjunto (o espectro) de frecuencias.

Espectro de bandas emitido por una lámpara incandescente. Espectro de líneas emitido por el helio.

En más de la mitad de los libros (N=10) se plantea la imposibilidad de explicar el efecto fotoeléctrico mediante los dos modelos clásicos presentados previamente para la luz y a continuación, adjudican a Einstein la propuesta de que la luz está compuesta por fotones. Así, se sugiere que el efecto fotoeléctrico constituye una evidencia del carácter corpuscular de la luz (fotones) o, en otras palabras, de la naturaleza cuántica de la radiación. Las características del efecto fotoeléctrico que se presentan con mayor o menor rigor, para avalar dicha conclusión son:

(a) Existencia de una frecuencia mínima de la luz para que exista efecto fotoeléctrico
(b) Existencia de una energía cinética máxima para los electrones liberados
(c) Ausencia de retardo entre la iluminación y la liberación de electrones por muy baja que sea la intensidad de la luz.

Un ejemplo de este enfoque se muestra en las siguientes imágenes correspondientes al T7 (izquierda) y al T10 (derecha):

NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA LUZ

¿ONDA O PARTÍCULA?

Hacia fines del siglo XIX aún faltaba comprender dos fenómenos que no podían ser explicados por la teoría de las ondas:

- Uno de ellos era la particular distribución espectral de las ondas electromagnéticas que emiten todos los objetos calientes. Se pudo comprobar que todos los cuerpos (y hasta el nuestro) emiten principalmente ondas infrarrojas. Además, si el objeto se encuentra a muy alta temperatura, se pondrá incandescente y emitirá luz visible además de ondas infrarrojas. Tal es el caso de una barra de hierro que se calienta o del filamento de tungsteno de una lamparita.

De acuerdo con la temperatura, el color de un objeto cambia.

Cuando, considerando la luz como un fenómeno ondulatorio, se trató de justificar la forma en que irradia energía un objeto cualquiera, se encontraron resultados contradictorios con la experimentación.

- El otro fenómeno inexplicable era el **efecto fotoeléctrico**, que puede resumirse de la siguiente manera: cuando un haz de luz o de otra radiación electromagnética choca contra la superficie de un metal, es posible que se liberen electrones.

Al estudiar en detalle este fenómeno, los investigadores observaron que, según la intensidad y la longitud de onda de la radiación utilizada, se liberaban más o menos electrones y que éstos podían ser despedidos a mayor o menor velocidad. Además, comprobaron que, en algunos casos, un haz de luz muy intenso de color rojo no lograba arrancar electrones, en tanto que un tenue haz violeta sí lo conseguía. Esto resultaba sorprendente ya que ellos pensaban que un haz más intenso y brillante portaría más energía y, por lo tanto, debería liberar más electrones, sin importar de qué longitud de onda fuera la luz.

Algunos investigadores no están de acuerdo con esta forma de presentar la evidencia de los aspectos cuánticos de la luz, ya que se puede mostrar que estas propiedades no aportan evidencia de la existencia de fotones. (Aina, 2011) La razón que argumentan es que es posible explicar estas propiedades en términos de la cuantificación de la materia (no de la luz) y del conocido fenómeno de resonancia, de aplicación tanto en el dominio cuántico como en el clásico. Dicho de otra forma, una teoría semiclásica en la que la materia se describe cuánticamente y la luz clásicamente, es suficiente para explicar el efecto fotoeléctrico. Sin entrar en esta interesante discusión, por el momento nos interesa reflexionar acerca de la instalación de la idea incorrecta de que la luz está formada por fotones, y que el fotón es una partícula de luz. En relación a la

ECR que estamos reconstruyendo (Arlego, Fanaro, Otero y Elgue, 2011) en términos de conceptualización apostamos por proponer la idea de que es posible describir a la luz bajo ciertas condiciones, con un modelo que toma algunas características del modelo corpuscular, pero de ninguna manera que la luz está compuesta por partículas. Esta idea inadecuada es un obstáculo grande para la conceptualización de los estudiantes.

Si se trata por ejemplo de describir y explicar el resultado experimental de la experiencia de la doble rendija, con luz de muy baja intensidad, puede observarse que se producen *eventos de detección individuales*, la luz llega a la pantalla en forma granular, resultado que parecería asociarse con el impacto de "partículas". Al principio, los eventos individuales parecen distribuirse aleatoriamente sobre la pantalla. A medida que transcurre el tiempo, se nota la formación de un patrón de máximos y mínimos, propio del carácter ondulatorio. En este caso, aceptamos que la luz exhibe características distintas a las experiencias clásicas (por ejemplo reflexión en un espejo, o luz pasando por dos rendijas): algunos aspectos corpusculares como la detección individual de eventos en la pantalla (también el proceso de emisión de la luz por la fuente), y otros ondulatorios como el patrón final de máximos y mínimos alternados formado en la pantalla.

Con este ejemplo se puede considerar que no es posible asignar a la luz un carácter puramente ondulatorio o puramente corpuscular y por lo tanto no podemos reconciliar completamente con el concepto cotidiano de onda o partícula. Esta característica de la luz la explica la mecánica cuántica y no sólo se da en el caso de la luz, sino también en lo que ordinariamente consideramos "materia" (Fanaro, Otero, y Arlego, 2009, 2010). En síntesis, lo que es granular es la detección de la luz, dada su detección en eventos individuales. Ninguna otra característica de las partículas es compartida por los cuantos de luz o fotones, y por eso asociar a los fotones con las partículas es un error conceptual que debería evitarse.

Conclusiones

Retomando las preguntas planteadas, a partir de nuestro análisis podemos concluir en primer lugar que los libros de texto analizados otorgan escasa relevancia a los modelos científicos actuales, que dan cuenta de los fenómenos luminosos, dado el lugar que le otorgan al tratamiento cuántico para la luz. Es decir, aunque se reconoce desde el campo de investigación la necesidad de enseñar una Física actual, los libros de texto parecen omitir estas recomendaciones.

Aquellos libros de texto que tratan los aspectos cuánticos de la luz, presentan muchos obstáculos conceptuales. Por un lado, presentan la experiencia del efecto fotoeléctrico como introducción de la cuantización de la luz, estableciendo que los fotones son los componentes de la luz, es decir se considera a los fotones como pequeños corpúsculos. Por otro lado, brindar a los estudiantes la imagen dual, es inadecuada desde un punto de vista actual, si asumimos que las leyes de la mecánica cuántica son universales, y permiten explicar a la luz en todas sus escalas.

Si pretendemos ayudar a los estudiantes a conceptualizar las ideas cuánticas, las situaciones que presentan los libros no parecen ir a favor de nuestros objetivos, y se hace evidente la necesidad de un nuevo planteo para la enseñanza. En este momento estamos elaborando una Estructura Conceptual Propuesta para Enseñar, que supere los obstáculos detectados y se dirija a promover un aprendizaje con sentido y adecuado desde el punto de vista de la física, para los estudiantes de la escuela secundaria.

Bibliografía

Aina, A. L (2011) Imágenes de fenómenos ópticos cotidianos como apoyo de la docencia en óptica- proyecto de innovación y mejora de la calidad docente 2008 nº 35. Universidad Complutense Madrid. Obtenido de http://www.ucm.es/info/optica/lt3/data/ordenamiento/semiclasico.pdf

Otero, M R; Fanaro, M; Arlego, M. A. (2009) Investigación y desarrollo de propuestas didácticas para la enseñanza de la Física en la Escuela Secundaria: Nociones Cuánticas. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias ISSN 1850-6666 Vol 4 (1) pp. 58-74

Fanaro, M; Otero, R y Arlego, A (2010) 2010 - Fanaro, M; Otero, M. R y ARLEGO, M Teaching Basic Quantum Mechanics in Secondary School Using Concepts of Feynman's Path Integrals Method. *The Physics Teacher*. ISSN: 0031-921x (en prensa)

Fanaro,M; Otero,R; Arlego,M y Elgue, M (2011) Enseñar el comportamiento de la luz en la escuela secundaria desde una visión actual utilizando el método de caminos múltiples de Feynman. Actas del ICIECyM. (en prensa)

Otero, M. R. (2006) Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1) 24-53 [on line] http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/files/anio1/num1/REIEC_anio1_num1_art3.pdf

Vergnaud, G. (1990) La théorie des champs conceptuels, *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 10 (2/3), pp.133-170. La Pensée Sauvage, Marseille

Anexo: Tabla de análisis de los libros de texto consultados

Texto	Relevancia del modelo cuántico para la luz.			Planteo de preguntas y límites de validez.			Presentación de ideas cuánticas relativas al comportamiento de la luz	
	Sección	Parte de un capítulo	Capítulo entero	Define luz como onda electromagnética, plantea dualidad sólo mencionando experiencias y fotones	Define luz desde la dualidad, describiendo experiencias para definir fotones y justificar su existencia.	Propiedades y comportamiento de la luz indicando validez de modelos, menciona fotones al inicio del capítulo.	Espectros o estructura de la materia	Efecto fotoeléctrico
1	X			X			X	
2		X			X			X
3		X		X			X	
4	X			X				X
5	X			X				X
6		X		X				X
7		X			X			X
8		X		X				X
9		X				X		X
10			X			X		X
11	X				X		X	

12			X		X		X	
13			X		X			X
14			X			X	X	
15			X			X		X

ENSEÑAR EL COMPORTAMIENTO DE LA LUZ EN LA ESCUELA SECUNDARIA DESDE UNA VISIÓN ACTUAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE CAMINOS MÚLTIPLES DE FEYNMAN

Marcelo Arlego[2;3] ; Maria de los Ángeles Fanaro[1;2]; Maria Rita Otero [1;2]
[1] NIECyT- Departamento de Formación Docente- UNCPBA- Argentina
[2] CONICET- Argentina.
[3] Instituto de Física- UNLP -Argentina.
mfanaro@exa.unicen.edu.ar, rotero@exa.unicen.edu.ar, arlego@fisica.unlp.edu.ar

Resumen
Este trabajo es una continuación de nuestros trabajos previos donde abordamos los aspectos cuánticos de la materia (Fanaro, Otero, y Arlego, 2009, 2010). Ahora nos ocupamos de los aspectos cuánticos de la luz. Aquí presentamos un análisis de los diferentes aspectos de la luz en un marco unificado, de forma no tradicional, que será el punto de partida de una propuesta didáctica para la Escuela Secundaria. En una primera etapa, presentamos un conjunto de fenómenos experimentales donde la luz exhibe en ciertos casos características que se asocian a comportamiento de partícula y en otras a un comportamiento ondulatorio. Luego presentamos experimentos donde la luz exhibe un carácter "especial", es decir ni de onda, ni de partícula, sino algo esencialmente nuevo, sin análogo en el mundo macroscópico, denominado "comportamiento cuántico".
En una segunda etapa del trabajo mostramos cómo es posible explicar estos tres aspectos diferentes de la luz desde una única formulación, llamada "teoría cuántica de la luz". Para esto emplearemos los conceptos de la formulación de "suma de caminos" de la mecánica cuántica. Nuestro abordaje enfatiza los aspectos conceptuales, reduciendo el contenido matemático al uso de vectores.

Palabras clave: enseñanza - comportamiento de la luz - ondas - partículas - suma de caminos de Feynman

Introducción

Con el objetivo de ocuparnos del problema de la enseñanza de aspectos fundamentales de mecánica Cuántica en la escuela secundaria, nuestros trabajos previos se dedicaron al estudio del comportamiento cuántico de los electrones (Fanaro, Otero, y Arlego, 2009, 2010). En esa oportunidad se reconstruyó una ECR (Otero, 2006,2007, 2008) en la cual la utilización de la idea de Caminos Múltiples de Feynman permitió reconstruir una secuencia de situaciones dirigidas a promover la conceptualización del electrón como sistema cuántico y al estudio de la transición clásico-cuántico. Ahora nuestro objetivo es proponer una nueva ECR y en base a ella, diseñar, implementar y evaluar una Estructura Conceptual Propuesta para Enseñar (ECPE) el comportamiento de la luz desde una visión cuántica. Se utiliza nuevamente el enfoque *Path Integrals* de R. Feynman, adaptándolo y contextualizándolo en un conjunto de situaciones para los estudiantes de la escuela secundaria.
Algunos trabajos también utilizan el enfoque de Feynman. Por ejemplo, Edwin F. Taylor (MIT, Massachusetts, US) en 1996 elaboró un curso ("Desmitificando la mecánica cuántica") basado en el famoso libro "QED: The strange theory of the light and matter" de Feynman (1985). Posteriormente, en colaboración con Taylor trabajaron

en estas ideas Joseph Hanc (Institute of Physics, P.J. Safarik University in Kosice, Slovakia) y John Ogborn (Institute of Education, University of London, UK). Actualmente está en marcha en Reino Unido el proyecto "Advancing Physics" en el cual tomaron las ideas de Feynman de la mecánica cuántica y las aplicaron en dos unidades referidas al comportamiento ondulatorio y al comportamiento cuántico respectivamente, dentro de un apartado denominado "Ondas y comportamiento cuántico"[109] . En estas propuestas de enseñanza basadas en el enfoque de Feynman, se caracterizan por la ausencia de consideraciones didácticas y cognitivas surgidas de las investigaciones acerca del la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Asimismo, las situaciones se presentan descontextualizadas, en el sentido que parten de la idea de fotón como constituyente de la luz, sin cuestionamientos para los estudiantes.

La Estructura Conceptual de Referencia (ECR) para abordar el comportamiento "cuántico" de la luz

Partimos de la base que en un conjunto de fenómenos experimentales y bajo ciertas condiciones, es posible asignar a la luz características que se asocian a las partículas, y en otras a las ondas (por ejemplo en el caso de un haz de luz reflejándose en un espejo, o la experiencia de la doble rendija). Nos referimos exclusivamente a *propiedades de la luz*, evitando plantear la pregunta (usual en los libros de texto escolares) ***¿qué es la luz?*** ya que en Física ese tipo de preguntas carece de sentido, al ser una pregunta de carácter ontológico y epistemológico. Asumimos explícitamente que en Física se busca construir modelos que den cuenta de los fenómenos observados y predigan otros nuevos. El objetivo principal de la ECR es describir y explicar el resultado experimental que se presenta en la figura 1, donde se muestra una secuencia de imágenes reales de la experiencia de la doble rendija, con luz de muy baja intensidad[110].

Como puede observarse, se producen *eventos de detección individuales*, la luz llega a la pantalla en forma granular, resultado que parecería asociarse con el impacto de "partículas". Al principio, los eventos individuales parecen distribuirse aleatoriamente sobre la pantalla. Pero a medida que transcurre el tiempo, se nota la formación de un patrón de máximos y mínimos, propio del comportamiento ondulatorio. En este caso la luz exhibe un comportamiento distinto a las experiencias anteriores: algunos aspectos corpusculares como la detección individual de eventos en la pantalla (también el proceso de emisión de la luz por la fuente), y otros ondulatorios como el patrón final de máximos y mínimos alternados formado en la pantalla. Este ejemplo muestra que no es posible asignar a la luz un carácter puramente ondulatorio o puramente corpuscular y por lo tanto no podemos reconciliar completamente con el concepto cotidiano de onda o partícula. Este carácter peculiar de la luz se denomina "comportamiento cuántico" y no sólo se da en el caso de la luz, sino también en lo que ordinariamente consideramos "materia" (Fanaro, Otero, y Arlego, 2009, 2010)

[109] http://advancingphysics.iop.org/about_the_course/as_course.html

[110] Experimento de la doble rendija con luz de muy baja intensidad online http://www.youtube.com/watch?v=MbLzh1Y9POQ

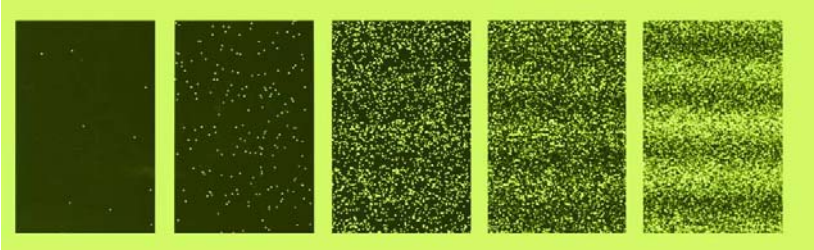


Figura 1: Secuencia de fotografías de la pantalla de detección a tiempos crecientes en un experimento de doble rendija con luz de muy baja intensidad. Al principio los eventos de detección de luz individuales parecen al azar, análogos a los impactos de "partículas" (izq.). A medida que pasa el tiempo se vislumbra una distribución de máximos y mínimos característico de un comportamiento ondulatorio (der.).

Las leyes de la teoría cuántica de la luz: Punto de vista de Suma de Caminos

En esta sección postulamos las leyes que nos permitirán describir los diferentes aspectos del comportamiento de la luz presentados anteriormente en un marco unificado. Para ello tomamos como base los conceptos de la formulación de suma de caminos de la mecánica cuántica de Feynman (Feynman, 1985; Field, 2006). Antes de enunciar las leyes necesitamos especificar algunos conceptos previos.

Eventos: En mecánica cuántica se consideran eventos. Por ejemplo, en el experimento de la doble rendija con luz de baja intensidad (Fig. 1) un evento puede ser la detección de luz en un punto dado de la pantalla, proveniente de la fuente.

Probabilidades: La mecánica cuántica no predice la certeza sino la *probabilidad de un evento*. De nuevo en el ejemplo anterior se puede predecir cuál es la probabilidad de que se produzca la detección de luz en un punto dado de la pantalla.

Comparación teoría-experimento: Las predicciones de la teoría se comparan con el experimento de la siguiente manera: Si $P(e)$ es la probabilidad que la teoría predice para la ocurrencia de un evento e entonces $P(e)$ *tiende al cociente* N_e/N, siendo N_e el número de veces que el evento ocurre en el experimento y N es el número total de eventos registrados. En el ejemplo de la Fig. 3 si e es el evento de detección de luz en un punto dado, N_e es el número observado de veces que se detecta luz en dicho punto y N es el número total de detecciones (en toda la pantalla). Si hacemos el cociente N_e/N para cada panel de la Fig. 1 dicho cociente deberá tender al valor $P(e)$ predicho por la teoría. Esta es la forma en que corroboramos que la teoría está de acuerdo con el experimento.

Las reglas de la mecánica cuántica para calcular probabilidades: Habiendo analizado cómo comparar teoría y experimento, ahora consideraremos las reglas de la mecánica cuántica para calcular $P(e)$. Para simplificar la presentación nos restringiremos al comportamiento de la luz en el vacío, aunque todos los conceptos son fácilmente generalizables a otras situaciones.

Consideremos para fijar ideas un evento *e* particular que es la detección de luz en un punto de la pantalla F habiendo sido emitida en I.

- **Caminos múltiples**: En la Figura 2 se muestran algunos caminos o alternativas que conectan I con F.
- **Un vector para cada camino**: La longitud (módulo) de los vectores es siempre la misma, no depende del camino. Podemos asignarles arbitrariamente por cuestiones de simplicidad, módulo 1. Con cada camino asociaremos un vector de dos dimensiones.

- **La dirección del vector es proporcional a la longitud del camino:** El ángulo que el vector asociado con un camino dado forma con un eje (por ejemplo eje x) es proporcional a la longitud de dicho camino. La constante de proporcionalidad entre en el ángulo y la longitud es una propiedad intrínseca de la luz, por el momento sólo diremos que tomará distintos valores para distintos "tipos" de luz: roja, verde u otras que nuestro ojo no detecta. Pero no necesitamos saber su valor para seguir con nuestro razonamiento.
- **Sumando las contribuciones de todos los caminos:** Luego sumamos los vectores asociados con todos los posibles caminos que conectan I con F. Con esto obtenemos el *vector resultante*. En la Figura 2 (derecha) se muestra esta suma para algunos caminos seleccionados
- **Del vector suma a la probabilidad:** La longitud del vector resultante elevado al cuadrado o el área de un cuadrado de dicha longitud de lado (ver Fig. 2 derecha) es proporcional a la probabilidad del evento buscado.

En principio todos los caminos que conectan el estado inicial y final deben considerarse en el cálculo del vector resultante y por ende la probabilidad. Esto plantea el problema de sumar infinitos vectores! En la próxima sección veremos cómo podemos calcular "aproximadamente" dicha suma.

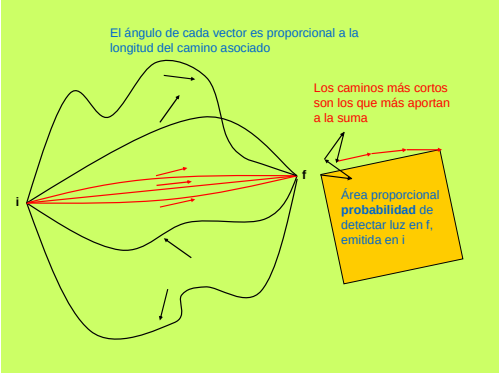


Figura 2: Ilustración del proceso de suma de caminos para calcular la probabilidad de detectar luz en f habiendo sido emitida en I.

En síntesis: Debemos considerar todos los caminos para ir de I a F (se muestran unos pocos). Con cada camino asociamos un vector de longitud arbitraria y dirección proporcional a la longitud del camino. Luego sumamos todos estos vectores y la longitud al cuadrado del vector suma es proporcional a la probabilidad buscada (área anaranjada a la derecha). Los caminos alrededor del mínimo son los que más aportan a la suma como se ilustra a la derecha, lo cual simplifica en muchos casos el cálculo de la suma. Para más detalles ver texto.

Algunas aproximaciones útiles: El rol especial de los caminos más cortos

En la Figura 2 hemos coloreado con rojo algunos caminos. ¿Qué tienen de especial estos caminos? En el centro se encuentra el más corto que es una recta. Alrededor de él, también en rojo hay caminos que tienen aproximadamente la misma longitud que la recta (debido a su cercanía). Ya que hemos visto que la dirección del vector asociado con un camino dado es proporcional a la longitud de dicho camino, el vector de la recta y los de su entorno tendrán aproximadamente la misma dirección. ¿Qué sucede con otros caminos marcados en negro en la Fig. 2? Estos no tienen ninguna relación entre sí, son de longitud completamente arbitraria y por ende sus vectores asociados apuntaran en direcciones arbitrarias. Si pudiéramos sumar sobre "todos" los caminos posibles, veríamos que los aportes los caminos alejados del más corto tenderían a cancelarse entre

sí. El resultado final sería que sólo *el aporte del camino más corto y los de su entorno más cercano contribuyen a la suma final y por lo tanto a la probabilidad*. Esta idea está ejemplificada para unas pocas trayectorias en la Figura 2 (der.), donde hemos sumado gráficamente los vectores, colocándolos uno detrás del otro. El vector resultante va desde el principio del primero al final del último. Gráficamente, el área marcada con anaranjado en esta figura será proporcional a la probabilidad de detectar luz en f, habiendo sido emitida en i. La constante de proporcionalidad no es importante, comparando áreas relacionadas a diferentes eventos tenemos las probabilidades relativas de los diferentes eventos. Por ejemplo, si un evento 1 tiene asociada un área que es el doble de un evento 2, significará que la probabilidad del evento 1 es el doble que la del evento 2.

Descripción de la luz en un marco unificado

En esta sección analizaremos los diferentes aspectos de la luz observados experimentalmente, asumiendo el punto de vista de las reglas de suma de caminos de la mecánica cuántica de la luz que recién hemos enunciado.

La ley de reflexión reconsiderada: el camino más corto es el más probable Primero consideremos la reflexión de la luz, donde el ángulo con que incide la luz es igual al ángulo con que se refleja. Queremos analizar si existe alguna probabilidad de un evento donde el ángulo de incidencia sea distinto del de reflexión. Es decir que el impacto sobre la superficie sea en algún otro punto. Si se observan los resultados experimentales parecería que no, sin embargo queremos analizar las predicciones de la mecánica cuántica para la reflexión.

Para analizar la situación desde el punto de vista de la suma de caminos consideremos eventos de detección de luz *a* y *b* como se muestra en la Fig. 3 (superior). El punto *b* es el que satisface la ley de reflexión,, mientras que el evento de detección en *a* "no cumple" la ley de reflexión. Para calcular la probabilidad de detección en *a* de acuerdo a las leyes que hemos enunciado tendríamos que considerar todos los caminos que van de la fuente al detector y que pasan por el punto *a*. En vez de considerar todas las contribuciones, haremos uso de la aproximación que analizamos en la sección anterior: de todos los caminos que contribuyen a la suma, los más importantes son el camino más corto y los de su entorno cercano. Esto se ilustra en la Fig. 3 (superior), donde hemos remarcando el camino más corto y dos cercanos a cada lado. Para hallar la probabilidad de detección en *b* seguimos el mismo procedimiento considerando los caminos más cortos alrededor del b, como se muestra en la misma figura.

En el panel del medio de la Fig. 3 se muestran las longitudes de los caminos considerados para los casos *a* y *b*. Observamos una diferencia importante entre estos casos. Alrededor del camino más corto (b) hay pequeños cambios de longitud. Sin embargo, alrededor de *a* los cambios son mayores. Esto puede comprobarse midiendo directamente los caminos. La consecuencia de estas diferencias es clara en la Figura 3 (inferior).

En el caso *b* al ser las longitudes muy parecidas sus vectores asociados (cuyo ángulo es proporcional a dicha longitud) apuntan aproximadamente en la misma dirección. Esto da lugar a un vector resultante, área y por ende probabilidad grande para este evento.

En comparación, en el caso *a*, las mayores variaciones de las longitudes en los caminos, generan mayores cambios en los vectores, de modo que en la suma aportaran menos, dando lugar a una menor probabilidad para este evento.

Esto nos permite concluir que, desde el punto de vista cuántico, ambos eventos son posibles, aunque el evento en el que el ángulo de incidencia y reflexión son iguales, es decir el camino más corto es el más probable. Si hiciéramos un experimento sumamente cuidadoso podríamos detectar luz en otros puntos que no "cumplen" con la ley de reflexión.
Por lo tanto la ley de reflexión, que hemos asociado a un comportamiento de partícula desde un punto de vista macroscópico es una ley aproximada.
No discutiremos en este trabajo el rango de validez de esta aproximación. Simplemente diremos que las leyes de la física cuántica que hemos enunciado enmarcan este aspecto de "partícula" en una formulación más general, que permite determinar en que condiciones se manifiesta o no este carácter de partícula.

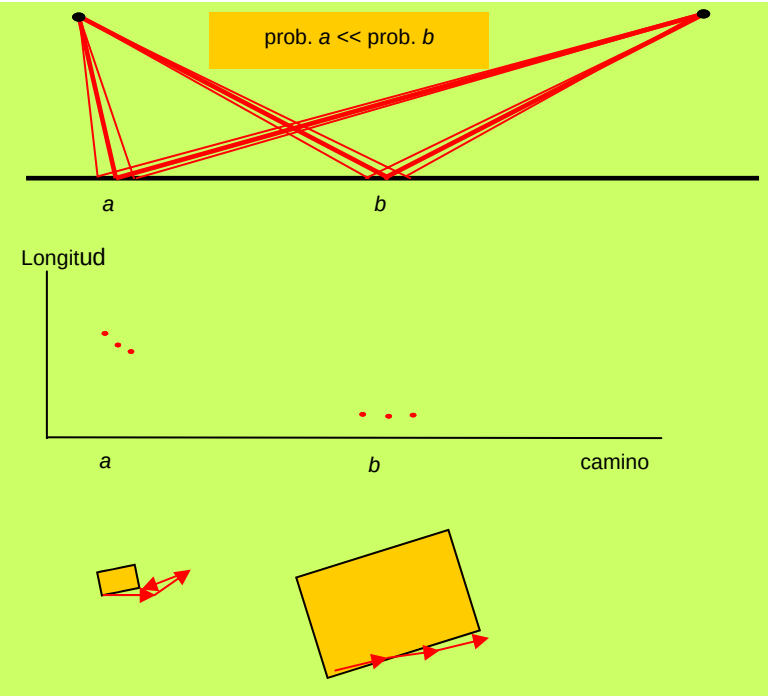


Figura. 3: La ley de reflexión desde un punto de vista cuántico. Panel superior: Dos posibles puntos de reflexión a y b. Panel medio: Las variaciones de longitud son menores alrededor del camino más corto (b). Panel inferior: Como consecuencia de lo anterior el vector resultante (y por ende la probabilidad) de reflexión en b es mayor que en a.

Comportamiento ondulatorio "sin" ondas En esta sección analizaremos el experimento de la doble rendija desde el punto de vista del comportamiento cuántico. La formación de un patrón de máximos y mínimos de intensidad de luz en la pantalla es por un lado consistente con un fenómeno ondulatorio, por ejemplo hemos mostrado efectos análogos en experimentos en cubas de agua. Por otro lado hemos visto que cuando se analiza en detalle o con luz de muy baja intensidad, dicho patrón parece formarse a partir de eventos individuales y localizados (Fig. 1). Nuestro objetivo es analizar este carácter estadístico del fenómeno y la emergencia de máximos y mínimos en la pantalla utilizando las reglas de la física cuántica que hemos enunciado.

Consideremos la Figura 4. Se supone que la luz proviene de una fuente que está a la izquierda y alejada de la pantalla con la doble rendija. Aquellas regiones en la pantalla

de detección a la derecha donde hay mayor (menor) intensidad equivalen, desde el punto de vista de nuestras reglas, a aquellos puntos donde es más (menos) probable detectar luz proveniente de la fuente.

Para calcular la probabilidad de detección en un punto dado de la pantalla primero tenemos que calcular la suma de los vectores asociados con todos los caminos que van de la fuente al punto en cuestión sobre la pantalla. Hay dos caminos directos que van de la fuente a un punto dado en la pantalla. En la Fig. 4 (izq. o der.) se muestran estas alternativas. Uno de los caminos es el que va de la fuente y pasa por la rendija de abajo y el otro el que pasa por la de arriba. Por supuesto hay otras múltiples alternativas, por ejemplo saliendo de una de las rendijas y tomando un camino totalmente arbitrario hasta llegar a la fuente. Sin embargo sabemos por las discusiones anteriores que el camino más corto y su entorno son los más importantes. Entonces tomaremos sólo las contribuciones de los dos caminos principales (incluso despreciando el entorno de cada uno) para calcular la probabilidad. Veremos que aún con estas aproximaciones podremos describir el fenómeno de máximos y mínimos observados.

Primero analicemos en que condiciones encontraríamos un máximo en un punto de la pantalla. De acuerdo a nuestras reglas los vectores asociados con los dos caminos que van de cada rendija a dicho punto deberían apuntar en la misma dirección. Un caso donde esto sucederá es en el centro de la pantalla, ¿por qué? Porque las distancias de las rendijas al centro de la pantalla son iguales y entonces sus vectores asociados giran el mismo ángulo, de modo que su suma y por ende la probabilidad es máxima. Es decir, nuestra teoría predice un máximo en el centro de la pantalla y esto es observado experimentalmente. Ahora bien, ¿cómo podemos explicar la presencia de otros máximos? ¿Existe alguna posibilidad de que aunque las distancias sean diferentes los vectores sigan apuntando en la misma dirección? La respuesta es si, de hecho como veremos hay muchas formas en que esto puede suceder. Para entender esto, consideremos la Figura 4 de la izquierda. Como puede observarse las longitudes de ambos caminos son diferentes. De hecho hemos marcado con verde la diferencia de longitudes. También en la figura hemos dibujado los vectores al principio del camino, en alguna etapa intermedia y al final. Con azul identificamos el vector asociado a la rendija inferior y con rojo al de la rendija superior. Al principio ambos vectores son horizontales e irán "girando" en forma proporcional al camino que van recorriendo. Supongamos ahora una situación especial pero posible, en la que la distancia en verde es tal que al recorrer dicha distancia el vector da una vuelta, de modo que vuelve a quedar nuevamente horizontal (Fig. 4 izq.). En el resto de sus respectivos caminos ambos vectores girarán lo mismo (porque a ambos les queda recorrer la misma distancia). El resultado es que llegaran a la pantalla con la misma dirección y de nuevo generaran un máximo de probabilidad (intensidad de luz) allí. Ahora podemos generalizar la idea. Todos aquellos puntos de la pantalla tales que en la diferencia de caminos (en verde) el vector de abajo gire un número entero de veces darán un máximo de intensidad, porque esos son los lugares donde es más probable se detecte la luz.

La condición de mínimo de intensidad sobre la pantalla, se obtiene mediante un razonamiento equivalente. La figura 4 (der) ilustra este caso. Si en la diferencia de caminos el vector asociado a la rendija de abajo da una mitad de giro (o un número entero de mitades de giro) entonces las contribuciones de ambas rendijas en la pantalla serán iguales y opuestas, dando un mínimo de probabilidad (e intensidad).

El razonamiento previo da cuenta de la distribución de máximos y mínimos encima del eje *x*. Intercambiando los roles de la rendija de arriba y de abajo damos cuenta de la distribución debajo de dicho eje. Cualquier situación intermedia entre máximo y mínimo se puede interpretar del mismo modo anterior, como adición o cancelación parcial de los vectores asociados con los caminos rectos a través de ambas rendijas, debido a la diferencia de longitudes de dichos caminos.
Es muy simple escribir matemáticamente la condición para la aparición de máximos y mínimos, que da lugar a la alternancia observada. Sin embargo es más viable en esta etapa lograr describir el fenómeno mediante la suma de vectores el fenómeno observado. Cómo en el caso de la reflexión es posible analizar las condiciones bajo las cuales se obtiene o no una distribución de máximos y mínimos en el experimento de la doble rendija, distancia entre los mismos, etc. Este aspecto se relaciona con los límites de validez de la óptica ondulatoria y no lo consideraremos en esta introducción al tema.
Un aspecto a destacar del análisis mediante suma de caminos que hemos realizado es que podemos describir la emergencia de un fenómeno ondulatorio, como es la distribución de máximos y mínimos en la pantalla, sin la necesidad de discutir ningún mecanismo de ondas subyacente.

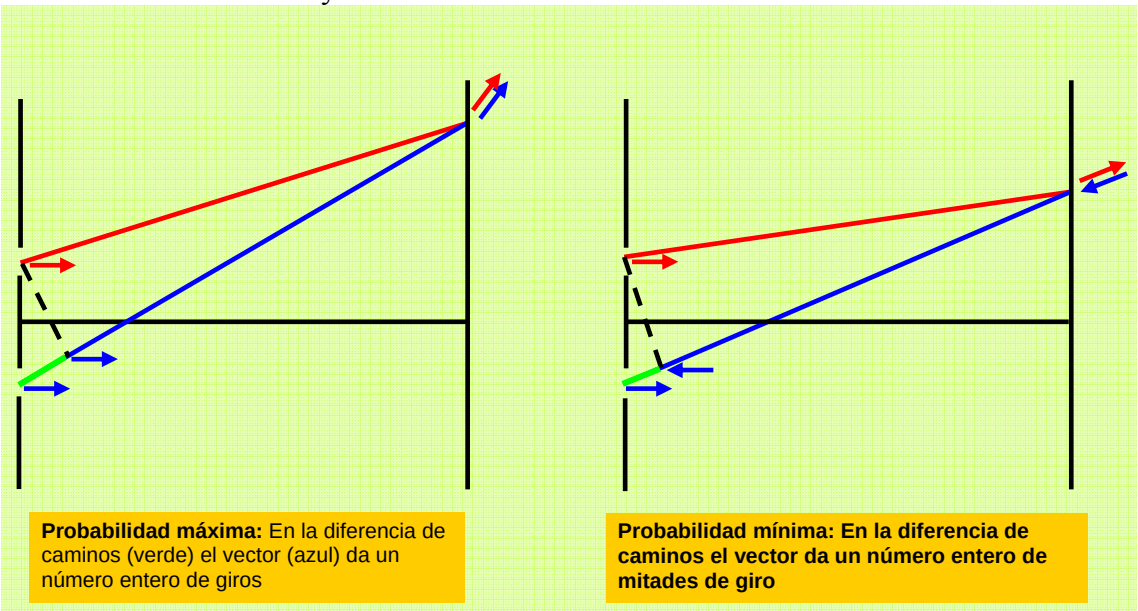


Figura 4: El experimento de la doble rendija desde el punto de vista de suma de caminos de la mecánica cuántica. Panel izquierdo (derecho): Los vectores asociados a las contribuciones de ambas rendijas llegan con dirección igual (opuesta) a la pantalla, dando un máximo (mínimo) de intensidad de luz. Para que esto ocurra, en la diferencia de caminos, en verde, el vector azul, asociado a la rendija inferior, debe dar un número entero (semi-entero) de giros.

Conclusiones

A partir de la ECR presentada aquí estamos reconstruyendo la ECPE donde pensamos presentar a los estudiantes diferentes resultados experimentales con luz donde se observen características que ordinariamente asociamos con fenómenos de partículas y otros donde se asocien los resultados a experiencias realizadas con ondas. Luego, mostraremos otra experiencia para la cual la luz mostraría un carácter nuevo, imposible de entender desde un punto de vista de partículas u ondas. Para describir esta variedad de resultados experimentales lo haremos tomando el punto de vista más fundamental y abarcador: la mecánica cuántica.

Para introducir los principios de la mecánica cuántica hemos optado por la formulación de "suma de caminos de Feynman". Para simplificar esta formulación es posible recurrir a representaciones gráficas y a operaciones básicas con vectores, que captura los aspectos esenciales de la teoría. Mediante estos métodos gráficos es posible explicar y predecir las diferentes situaciones planteadas inicialmente, y otras nuevas. En particular proponemos analizar con los estudiantes que la ley de reflexión desde el punto de vista de suma caminos, para determinar que el camino más corto no es el único, sino el más probable. Finalmente proponemos analizar el experimento de la doble rendija desde un punto de vista cuántico, dado que así es posible identificar el aspecto estadístico del fenómeno, aceptando un comportamiento ondulatorio, pasando por alto la explicación tradicional a través de la óptica ondulatoria (como comúnmente se aborda, por ejemplo Hecht, 2001).

Consideramos que este modo podría introducir la naturaleza cuántica de la luz de manera viable para los estudiantes. Se utilizarán y elaboraran herramientas informáticas de simulación, para ayudar a visualizar los conceptos involucrados evitando el formalismo matemático.

La propuesta que presentamos aquí será próximamente implementada en la escuela media con estudiantes de 16-17 años, previa construcción y puesta a prueba de una secuencia de situaciones que estamos elaborando. Es fundamental el análisis y la discusión de los aspectos didácticos y cognitivos dirigidos a promover el aprendizaje significativo de los conceptos involucrados. En esa dirección se dirigen nuestras investigaciones actuales.

Referencias

Fanaro M., Otero, M. R y M. Arlego (2009).*Teaching the Foundations of Quantum Mechanics in Secondary School: A Proposed Conceptual Structure*., Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Vol. 14(1) 37-64, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil,

Fanaro M., Otero, M. R. y Arlego M (2010) *Teaching Basic Quantum Mechanics in Secondary School Using Concepts of Feynman Path Integrals Method.*, The Physics Teacher

Feynman, R (1985). *QED The strange theory of light and matter*. Penguin Books. Princeton University Press, USA

Feynman, R y Hibss A (1965). *Quantum Mechanics and Path Integrals*. McGraw-Hill, Inc. USA

Field, J. H (2006). Quantum mechanics in space-time: the Feynman path amplitude description of physical optics, de Broglie matter waves and quark and neutrino flavor oscillations. Annals Phys. 321:627 Versión libre online: http://arXiv.org/abs/quant-ph/0503026v1

Hecht, E. (2001) .Optics. Addison Wesley

Taylor E., Stamatis Vokos, J. O'Meara, and Thornber N. (1998).*Teaching Feynman's Sum Over Paths Quantum Theory*, Computers in Physics **12**, 190-199

Taylor, E. (2000) Desmityfing QM. Quantum Mechanics Workbook. Disponible en: <http://www.eftaylor.com/> Acceso en: may. 2011.

QUÍMICA

PRÁTICA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR DE QUÍMICA E O ESTUDO DE CASO DO TIPO ETNOGRÁFICO: UMA METODOLOGIA EM QUESTÃO

Elane Chaveiro Soares; Cleoni Maria Barboza Fernandes
UFMT/PUCRS
elaneufmt@gmail.com

Resumo
Apresentamos aqui um recorte de pesquisa cujo objetivo é realizar a epistemologia da prática pedagógica do professor de Química. Analisamos as possibilidades e os limites da metodologia escolhida, cuja intenção é realizar um estudo de caso do tipo etnográfico, fazendo uma leitura de realidade subsidiada por uma visão antropológica. Buscamos o aprofundamento e o acirramento de justificativas consistentes e coerentes que fundamentem a escolha desta metodologia. Os dados iniciais proporcionaram a construção de uma cartografia dos interlocutores da pesquisa, explicitando a complexidade e as possibilidades de aprofundamento.

Palavras chaves: Metodologia de pesquisa; Estudo de caso do tipo etnográfico; Formação de professores de Química.

1 - A problematização da pesquisa

Com o objetivo de problematizar como o professor de Química constrói conhecimento no ensino dessa ciência pretende-se com esta pesquisa dar uma *mirada* intencional e em profundidade na prática pedagógica destes professores considerando que, com estas ações será possível a releitura de currículos, na perspectiva de que é a partir deste cenário – com professores atuando em sua plena realidade – que novos olhares serão construídos.

Argumentamos que tanto a leitura do campo disciplinar quanto o conhecimento da História e da Filosofia da Ciência são condições necessárias, porém não suficientes para a boa formação do professor de Química, mas que é preciso promover um real engajamento cognitivo proporcionado pela formação inicial e pela disposição em torná-la continuada.

Para Gatti (2007, p. 55), que trata da construção da pesquisa em educação no Brasil, "seguir com perfeição uma receita não garante um bom bolo", é preciso que o pesquisador consiga dar o toque que traz a sua marca na metodologia pretendida. Isso porque:

> ... pesquisar é avançar fronteiras, é transformar conhecimentos e não fabricar análises segundo determinados formatos. Balizas, sim, consistência, sim, plausibilidade, sim, aprisionamento do real em dogmas, não. (GATTI, 2007 p.57)

2 - A metodologia em questão

Para discutir a metodologia buscamos o auxílio teórico dos escritos de Marli André para fortalecer a compreensão desse processo. De agora em diante usaremos **ESCATIET** (Estudo de Caso do Tipo Etnográfico), simplesmente como forma de reduzir caracteres.
Para que uma pesquisa seja reconhecida como a junção do estudo de caso e um estudo etnográfico – que é uma adaptação da etnografia à Educação – o sistema precisa ser bem delimitado como ressalta André (1995), ou em outras palavras destacadas em André (2005) onde ela diz que:

> Para que seja reconhecido como um estudo de caso etnográfico é preciso, antes de tudo, que enfatize o conhecimento do singular e adicionalmente que preencha os requisitos da etnografia. Geralmente o caso se volta para uma instância em particular, seja uma pessoa, uma instituição, um programa inovador, um grupo social.

André (1995) destaca ainda algumas características que subjaz uma pesquisa delineada por técnicas etnográficas como: o princípio da interação constante entre o pesquisador e o objeto pesquisado; a ênfase no processo, naquilo que está ocorrendo e não no produto ou nos resultados finais; a preocupação com o significado que as pessoas envolvidas no processo dão ao fenômeno investigado; um trabalho de campo. Há uma variação no tempo que o pesquisador fica em contato direto com a situação estudada, o que depende muito das condições de disponibilidade, de aceitação, da experiência em trabalho de campo e do número de pessoas envolvidas.
E ainda que, (André, 1995, p.30):

> ... a pesquisa etnográfica busca a formulação de hipóteses, conceitos, abstrações, teorias e não sua testagem. Para isso faz uso de um plano de trabalho aberto e flexível, em que os focos da investigação vão sendo constantemente revistos, as técnicas de coleta, reavaliadas, os instrumentos, reformulados e os fundamentos teóricos, repensados. O que esse tipo de pesquisa visa é a descoberta de novos conceitos, novas relações, novas formas de entendimento da realidade.

Na ESCATIET o principal instrumento é o pesquisador que coleta e analisa os dados fazendo uso da descrição e da indução. Isso exige do pesquisador uma compreensão da importância de sua presença em todos os momentos da pesquisa. E as principais técnicas de coleta de dados utilizadas são: a observação participante, a entrevista intensiva e a análise de documentos.
Esta metodologia envolve uma inserção *intencionada* no campo, para um direto e prolongado contato com os interlocutores, com sua cultura, seu cotidiano, suas ações e pensamentos.
André (2005) ressalta que o foco de interesses dos etnógrafos é a descrição da cultura (práticas, hábitos, crenças, valores, linguagens, significados) de um grupo social enquanto que, a preocupação central dos estudiosos da educação é com o processo educativo. E isto evidencia a diferença de enfoque nessas duas áreas, fazendo com que certos requisitos da etnografia não sejam – nem necessitem ser – cumpridos pelos investigadores das questões educacionais.
André (2005, p.25) afirma que: "o que se tem feito, de fato, é uma adaptação da etnografia à educação, o que me leva a concluir que fazemos estudos **do tipo etnográfico** e não etnografia no seu sentido estrito".

Nesta perspectiva, a singularidade de cada caso e sua complexidade, poderão se configurar e se re-significar em outras leituras de contextos, tal como explicita Fernandes (1999, p.32):

> Em relação singularidade/complexidade de cada caso e sua interação com um contexto maior, sem fixar-se numa generalização que tenderia a padronizar a adequação às diferentes situações, encaminha possibilidades de inserção a contextos maiores ou outros contextos pelo processo de recriar a compreensão de seus processos e pela interação transformadora das interpretações dos significados produzidos em cada caso.

Fernandes (1999) registra ainda que não há trabalho isento de valoração, mas que é necessário *fazer* certo *estranhamento – um esforço sistemático de análise de uma situação familiar como se fosse estranha* (André, 1995:48).
Nesse sentido, a busca de distanciamento não implica uma visão de neutralidade, o que seria impossível, mas a construção de um determinado *rigor* no trato com as questões de *envolvimento e subjetividade* (André, 1995:48), na compreensão de que "rigor é algo que existe na História, feito através da História. Por causa disso, o que é rigoroso hoje, pode não sê-lo amanhã (...) rigor é um desejo de saber, uma busca de resposta, um método crítico de aprender" (Freire e Shor, 1987:14).
De posse desses princípios adentramos no processo investigativo, destacando que a principal característica dos sujeitos da pesquisa aqui colocada é a de serem egressos do curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais e Matemática (LPCNM) oferecido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E o tempo junto a estes interlocutores será determinado pela intensidade e pela qualidade de nossas interações. E pelo que se sabe uma pesquisa do tipo ESCATIET requer trocas, reconstrução de conhecimento e também, aceitação por parte daquele que é observado. Estes são limites que deverão ser enfrentados na realização da pesquisa.
Apresentamos a seguir como foram selecionados os interlocutores para a pesquisa.

3 - Configuração do Cenário

De acordo com dados levantados na UFMT e na Secretaria Estadual de Educação (SEDUC/MT), a maioria destes egressos atua na rede pública Estadual no Ensino Médio, em municípios como: Cuiabá (que é a sede da UFMT e que será considerada como parâmetro para as distâncias mencionadas), Várzea Grande (município vizinho a Cuiabá), Jaciara (I40 km), Juscimeira (157 km), Arenápolis (199 km), Rondonópolis (214 km) e Tangará da Serra (245 km), dentre outros.
Foi enviado um e-mail para os graduados em 2006 e em 2008 dos pólos Cuiabá, Rondonópolis e Barra do Graças. O e-mail foi enviado no dia 30 de abril de 2010 e alguns endereços eletrônicos estavam, no entanto, desatualizados – por isso, dezesseis e-mails retornaram – e o contato por esta via não se deu na totalidade.
Ao mapear as informações coletadas e as possibilidades do próprio percurso da pesquisa projetada, selecionamos **cinco professores**, para compor a pesquisa como interlocutores preferenciais conforme critérios: ser egresso do curso de LPCNM oferecido pela UFMT; ser professor (a) de Química da rede pública ou privada (interino ou efetivo); ter o seu campo de atuação em um dos municípios do Estado de Mato Grosso; estar disposto a ter suas aulas observadas e gravadas nas diversas situações do cotidiano escolar como na sala de aula, nas aulas experimentais e em momentos de avaliação e responder ao formulário enviado por e-mail;

4 - Interlocutores selecionados

As respostas enviadas por e-mail dos cinco egressos selecionados a partir dos critérios mencionados serviram para construir uma cartografia e mostraram a possibilidade de uma identificação primeira daqueles e daquelas que contribuirão para o desenvolvimento desta pesquisa, abarcando um devir promissor nas discussões sobre a prática pedagógica do professor de Química, veja quadro 1 e figura 1.

Os interlocutores selecionados para esta pesquisa têm entre 29 e 50 anos de idade e estão na docência num período que varia entre 7 e 11 anos, dentre os quais, apenas um é do sexo masculino. A maioria, portanto, exerce a docência muito antes de ingressar em uma formação inicial cadenciada por uma universidade. O que nos faz pensar nas ricas possibilidades de discutir a experiência acumulada nesta prática por todos estes anos de magistério.

Professor (a)[111]	Cidade em que atua	Distância de Cuiabá
Marie Curie	Cuiabá	-
Maria G. Mayer	Juscimeira	157 Km
Lise Meitner	Rondonópolis	214 Km
Elizabeth I	Diamantino,	188 Km
Descartes	São Félix do Araguaia	1.012 Km

Quadro 1: Relação dos interlocutores, das localidades em que atuam e distâncias desde Cuiabá.

Quando perguntados sobre as pretensões com relação à docência, as professoras Maria Curie e Maria G. Mayer respondem respectivamente que: "... eu tenho que continuar aperfeiçoando os meus conhecimentos para se tornar uma boa facilitadora para que os meus alunos tenham bons resultados". E "Como professora, pretendo aprimorar meus conhecimentos, principalmente para me enquadrar na realidade da escola em que atuo. Também tenho vontade de crescer profissionalmente e futuramente até ter um cargo de coordenação".

[111] O nome dado a cada interlocutor serve para resguardar sua identidade e foi escolhido respeitando o gênero de cada um. Por isso nomes femininos foram dados às professoras referenciando mulheres que trouxeram significativas contribuições à ciência deste século, definindo novos paradigmas para a teoria atômica. Maria G. Mayer recebeu o prêmio Nobel de Física em 1971 e Maria Curie foi duas vezes contemplada com o prêmio Nobel, em Física (1903) e em Química (1911). Lise Meitner é considerada a descobridora da fissão nuclear. Além do nome de Elizabeth I, da Inglaterra e de Descartes que estão na lista de Michael Hart entre as 100 pessoas que mais influenciaram a humanidade (CHASSOT, A. I. Nomes que fizeram a Química e quase nunca lembrados, Química Nova na Escola, n.5, Maio, p. 21-23,1997)

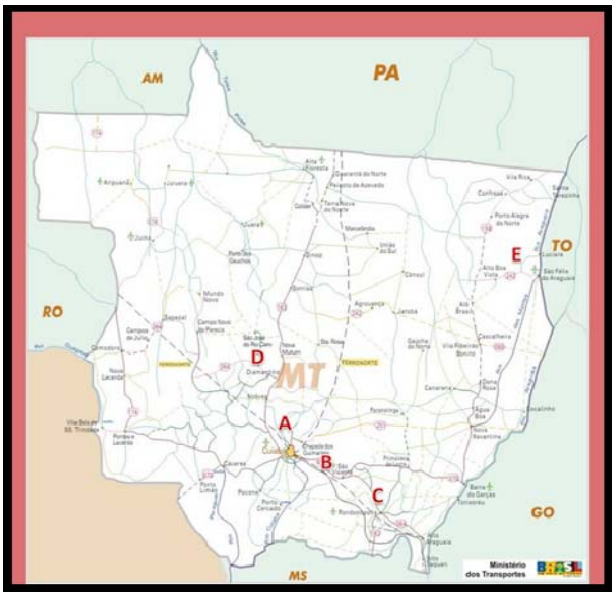


Figura 1: Mapa do Estado de Mato Grosso - Brasil - destacando os municípios selecionados.

A professora Lise Meitner, além de demonstrar sua vontade de realizar uma pós-graduação, enfatiza que sua pretensão é a de: "Encontrar uma maneira atrativa e produtiva que permita aos alunos construírem as habilidades necessárias dentro das condições que são oferecidas pela escola..." E ainda que gostaria de: "Divulgar práticas que tenham dado resultado para a modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) e criar um grupo de estudo na área do Ensino de Química com um grupo de professores interessados na EJA...". E, além disso: "Ter acesso a materiais que relatem experiências pedagógicas...". Tal postura revela a intensidade com que esta professora vive sua profissionalidade ao mesmo tempo em que diagnostica seu contexto de atuação – o Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos – ela os projeta como possibilidade de crescimento e desenvolvimento não apenas profissional, mas humano e ético.

Com relação às dificuldades encontradas como professor de Química apenas o professor Descartes citou a falta de infraestrutura da escola para a realização de aulas experimentais ou práticas. Já as professoras Maria Curie, Maria G. Mayer e Lise Meitner foram enfáticas no destaque ao relacionamento didático pedagógico entre aluno e professor.

A professora Maria Curie destacou que sua maior dificuldade está na inexistência de uma pré-disposição do aluno para aprender, aos poucos conhecimentos que ele trás para a aula e a como organizar o conteúdo para atender às necessidades destes alunos. Já a professora Maria G. Mayer destaca que é difícil despertar o interesse dos alunos pela disciplina de Química, principalmente quando surgem os cálculos e as fórmulas químicas.

Um destaque na resposta da professora Elizabeth I merece ser aqui colocada: "... a falta de incentivo do profissional...". O que se configura em uma possibilidade de acomodação, de desânimo ou de revolta frente aos desafios apresentados pela docência.

Os cinco professores trabalham no ensino noturno, dois dos quais também no matutino e o professor Descartes ministra aulas nos três períodos. A prática desses interlocutores se mostra profícua à medida que os percebemos dando intencionalidade à prática

pedagógica que desenvolvem abrindo novas possibilidades de diálogos, construções e reconstruções de outra prática pedagógica possível.
Estes interlocutores também mostraram uma boa capacidade de expressão da cultura em que estão inseridos, qualificando-os ainda mais a se tornarem coadjuvantes desta pesquisa.

5 – O refinamento na escolha da metodologia

Este texto foi escrito com a intenção de analisar as possibilidades e os limites que a escolha da metodologia ESCATIET implica para uma pesquisa que tem como objetivo compreender como está sendo trabalhada a epistemologia na prática pedagógica do professor de Química.
Ao realizar este aprofundamento teórico e a análise das condições reais de atuação na pesquisa, bem como já ter passado pela qualificação do projeto, realizado por uma banca de quatro professores doutores – incluindo a orientadora – é preciso destacar alguns pontos:

- ✓ Os dados levantados a partir da cartografia evidenciam uma diversidade de elementos formativos e de opções profissionais que foram significativos na formação destes professores e a questão é como lidar com estes dados na construção de questionamentos consistentes.
- ✓ Há uma significativa distância física entre os interlocutores e entre estes e a pesquisadora. Este fator poderá se configurar como um limitante para o trabalho de campo a ser realizado. Tal fator se impõe pelas interações necessárias, pelo convívio e pela coleta de dados realizada sem uma sequencia predeterminada.

No ensaio de uma possível resposta à questão de quanto tempo será necessário passar junto a estes professores para que se possa construir um conhecimento compreensivo desta e nesta realidade, precisamos levar em conta o complexo cenário educacional no qual os mesmos estão inseridos e ainda conjecturar que suas práticas estão em busca da confluência dos saberes com a intenção de constituir outras práticas possíveis ou em permanente aperfeiçoamento.
Não há, portanto, como predeterminar este tempo, levando-se em consideração a visão antropológica pretendida neste estudo. Um fato que ainda determinará os rumos desta pesquisa envolvendo os cinco interlocutores será a aceitação e/ou a acomodação das atividades de cada um dentro do quadro de professores nas escolas onde eles foram encontrados no início do processo de coleta de dados.

6 – Referências

André, M. E. D. A. de, (1995). *Etnografia da Prática Escolar*, Campinas, São Paulo: Papirus (Série Prática Pedagógica).
_____. (2005). *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*, Brasília: Liber Livro Editora.
Fernandes, C. M. B. (1999). *Sala de aula universitária – Ruptura, memória educativa territorialidade – o desafio da construção pedagógica do conhecimento.* Tese de Doutorado, Porto Alegre: UFRGS, 1999.
Freire, P. E Shor, I. (1987). *Medo e Ousadia: o cotidiano do professor***.** Rio de Janeiro: Paz e Terra.
Gatti, B. A. (2007). *A construção da pesquisa em educação no Brasil*. Brasília: Liber Livro Editora.

RELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTO CIENTIFICO E A ROTULAGEM DE ALIMENTOS: O CASO DOS ALIMENTOS LIGHT, DIET, ORGÂNICOS E TRANSGÊNICOS

Elma Regina Silva de Andrade Wartha; Fernanda Santos Lima;
Lidiane Correia dos Santos; Edson José Wartha
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
ewartha@ufs.br

Resumo
Neste estudo avaliamos as informações contidas em rótulos de produtos alimentícios relacionando a conceitos científicos caracterizando informações e apelos publicitários que são apresentados em rótulos e sua provável influência nas concepções que os estudantes iniciantes de cursos de Química e Nutrição apresentam durante o processo de elaboração conceitual. Foi possível identificar que a rotulagem nutricional reconhece a influência da cultura científica sobre o esquema de divulgação do produto e que há forte apelo à linguagem científica, pelo menos no emprego de termos próprios do conhecimento científico. Também foi possível identificar que nos apelos publicitários o uso de termos que são próprios da cultura científica e de termos do senso comum dos estudantes. O desafio do professor de Química é organizar situações de transição, em que o senso comum e o conhecimento científico se façam presentes.

Palavras chave: conhecimento científico, rotulagem de alimentos, ensino de química.

1. Introdução

O Ensino de Ciências, em particular o Ensino de Química, a que se é posto em sala de aula deve contribuir aos alunos e alunas na construção de senso crítico, transformando-os mais tarde em adultos que possam exercer melhor a sua cidadania. Há circunstâncias em que a imagem da Ciência é trazida para validar como científicas certas ações. No entanto, segundo Chassot e cols., (2005): "há outras situações em que a ciência é muitas vezes contraditória de maneira incoerente nas propagandas e, os consumidores recebem e/ou interpretam informações equivocadas, mesmo que tabelas percentuais e fórmulas químicas esotéricas tragam uma aparente confiabilidade à informação". Estes mesmos autores exemplificam a situação da rotulagem nutricional, em relação à unidade caloria, como um bom exemplo para mostrar a maneira equivocada de como se dá o viés científico. Um ensino baseado na realidade do aluno, por meio da análise de rotulagem nutricional, é uma das possibilidades para que aconteça um ensino que leve em consideração tanto aspectos científicos como aspectos do senso comum na elaboração conceitual em sala de aula (Chassot, 2005).

Alguns termos como *light*, *diet*, transgênicos, orgânicos e caloria norteiam a mídia, baseando-se em alguns conceitos errôneos trazidos pela televisão e outros meios de comunicação, o que faz muitas vezes com que a ciência seja interpretada de maneira equivocada. Quando se fala em produtos *diet* e/ou *light*, é importante mostrar aos consumidores conceitos adequados as respectivas funções desses produtos, para que possam ser usados corretamente. O termo *diet* pode ser utilizado para alguns alimentos para fins especiais como aqueles formulados para dietas com restrição de nutrientes, alimentos para controle de peso e alimentos formulados para dietas de ingestão controlada de açúcares. Assim, os alimentos dietéticos são modificados não

necessariamente no conteúdo de carboidratos (açúcares), podendo também ser isentos de lipídios (gorduras), proteínas ou de sódio. Para um alimento ser considerado *diet* deve ser isento de alguma substância retirada da sua composição original (Sousa, 2006). É fundamental explicitar que nem todos os alimentos *diet* apresentam diminuição significativa na quantidade de calorias, pois ao retirar uma determinada substância, esta pode ser substituída por outra para manter as características do determinado produto, o que faz com que seu valor calórico se aproxime do valor calórico do alimento convencional ou mesmo exceda, em alguns casos (Ghisolfi, 2005). A sociedade do consumo em que se vive é fortemente influenciada pela mídia baseada na imagem e na estética que publicitários convertem-na como assim dizer em agentes informais de educação de grande relevância (Trilla, 1993). Lucas (1983) sugere que a maior parte da informação relacionada com conceitos científicos dos meios é sensacionalista e reconhece que se tem investigado muito pouco sobre como os espectadores interiorizam as informações recebidas.

A percepção de conceitos de produtos como *diet*, *light*, orgânicos e transgênicos por boa parte da população nem sempre é transmitida de forma clara e de fácil assimilação a não ser por meio da exposição de quantidade de informações expostas pela mídia, que tem crescido a cada dia (Rodrigues e Rodrigues, 2002). Do ponto de vista clínico e nutricional, todos os produtos, tanto *diet* como *light*, são importantes aliados de pessoas obesas, hipertensas, e diabéticas. Mas, isto não significa que possam ser usados indiscriminadamente, em quaisquer dessas situações, pois, por exemplo, um alimento *light* não é, necessariamente, indicado para pessoas que apresentam enfermidades como diabetes e dislipidemias (Silva e Furtado, 2005). De acordo com algumas interpretações podem-se depreender quão problemáticas se tornam as idéias usuais dos consumidores, pois os termos *light* e *diet* representam contextos totalmente diferentes. A compreensão dos produtos e processos tecnológicos permite às pessoas apreciarem, consumirem corretamente e formularem juízos de valor sobre argumentos relativos a questões socialmente controversas (Silva e Furtado, 2005).

Os alimentos orgânicos são produzidos sem a utilização de aditivos químicos, sejam fertilizantes ou defensivos, os quais estão relacionados com a globalização e à crise ambiental, o que os tornam tema bastante complexo, no qual alguns fatores podem ser citados como: aqueles que vêm contribuindo para essa crise de caráter insustentável, por exemplo, a exploração indevida dos recursos naturais, o crescimento populacional em ritmo acelerado, o aumento da pobreza e a desigualdade social e os insustentáveis padrões de produção e consumo (Kohlrausch e cols., 2004). Por fim, atualmente há uma discussão massiva a respeito dos efeitos ("negativos") dos alimentos transgênicos os quais constituem alimentos modificados geneticamente em laboratórios, no qual no mundo, já se comercializam em grande escala (Nordari e Guerra, 2003).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo identificar e questionar conceitos científicos utilizados na rotulagem dos alimentos *light*, *diet*, orgânicos e transgênicos, em especial calorias, além de caracterizar informações e apelos publicitários contidos nos mesmos, atentando até que ponto influenciará nas concepções dos estudantes enquanto consumidores. Nesse âmbito, abordagens sobre produtos *light*, *diet*, orgânicos e transgênicos podem ser realizadas no Ensino de Química com o intuito de priorizar inter-relações entre conhecimento científico, tecnologia e sociedade, propiciando atitudes e ferramentas necessárias ao aluno julgar, avaliar e decidir quais alimentos pode ser realmente útil para a sua saúde. Promovendo a educação para a cidadania e a construção de opiniões relevantes sobre o assunto.

2. Abordagem metodológica

Foram analisados rótulos de alimentos de diferentes marcas de produtos: 50 rótulos de produtos *light*, 50 de produtos *diet*, 15 de produtos orgânicos e 9 rótulos de produtos transgênicos. Os alimentos *light* foram maionese, barra de cereal, azeitona, macarrão instantâneo, suco em pó, requeijão cremoso, manteiga, margarina, leite, achocolatado. Os produtos *diet* analisados foram: achocolatados, gelatinas, chocolates, refrigerantes e adoçantes. Em relação aos orgânicos foram avaliados: palmito, quinua, amaranto, mel, chá, azeitona, café, arroz e por fim, os transgênicos e/ou possíveis (sucrilho, soja, farinha de trigo, óleo de soja). A escolha desses produtos teve por base o critério de maior difusão no mercado, considerando que tal difusão expressa o consumo. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e Para Fins Especiais (ABIAD), os produtos *diet* e *light* mais consumidos são sucos, refrigerantes, pães, sobremesas lácteas, biscoitos, leites longa vida, margarinas, sorvetes, maioneses, cremes de leite e requeijões. Os produtos foram encontrados em supermercados e em algumas lojas de produtos naturais situados em uma cidade da região nordeste do Brasil, no período de abril a novembro de 2010.

A partir do rótulo, desenvolvemos uma atividade de análise e interpretação de suas informações de modo a identificar fortes apelos à linguagem científica e o uso adequado dos conceitos. As análises dos conteúdos dos rótulos foram centradas nas mensagens publicitárias (alegações) e informações de conceitos científicos contidas nos rótulos dos produtos de acordo com o recomendado pela ANVISA (Brasil, 2005). Para desenvolver essa atividade foram elaboradas duas fichas de checagem para organizar as informações retiradas dos rótulos. Uma ficha para sintetizar as principais determinações das legislações geral e específica, estabelecidas pelos Ministérios da Saúde e do Ministério da Agricultura sobre rotulagem de alimentos industrializados e outra ficha para sistematizar os conceitos científicos e a forma como os conceitos são utilizados pelos anunciantes dos produtos.

3. Análise dos resultados

Pudemos observar por meio do rótulo de embalagens e de alguns panfletos de propaganda que o conhecimento científico está decisivamente presente no cotidiano das pessoas, podendo influenciar no padrão de consumo e condicionando a formação de uma visão de mundo. É importante lembrar que rótulos são peças publicitárias que possuem o objetivo de vender os produtos aos quais representam. No entanto, entendemos que os enunciados acerca do próprio produto e de suas vantagens mostrados nestes rótulos, para possuírem um efeito de verdade em nosso contexto sócio-histórico, se apóiam e se reforçam pela relação com um conjunto mais amplo de saberes e de instituições. Saberes científicos provenientes das pesquisas nas áreas da Epidemiologia, Nutrição, Química entre outras.

Em relação aos produtos *light*, encontramos em algumas embalagens que apresentavam em seus rótulos apelos publicitários induzindo a ideias equivocadas em relação à finalidade do produto e até mesmo do seu conceito. Quanto aos produtos *diet*, foi verificado, em alguns, apelos que induzem ao consumidor à falsa percepção de perdas de calorias, por conseguinte, a desejada "redução de peso". Para os produtos orgânicos, observamos apelos com dizeres do tipo "saborosos" e/ou são apresentados para a população benefícios com o consumo destes alimentos, tais como a redução da quantidade de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e assim protegendo a qualidade da terra, da água e do ar, reduzindo também o aquecimento global. Para os produtos

transgênicos não há em suas embalagens mensagem publicitária com apelos chamativos.

Os conceitos científicos e sua relação com apelos publicitários em rótulos de alimentos sobre produtos *light*, *diet*, orgânicos e transgênicos, mostraram que abordagens de questões cotidianas atuais podem contribuir a formar estudantes mais críticos e preparados para a vida, para o trabalho e para o lazer. Além de serem temas ricos conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, físicos, biológicos, entre outros, proporciona aos consumidores compreender a importância, de forma a conscientizá-los sobre a necessidade de uma dieta que esteja de acordo com as necessidades diárias.

Contudo, os apelos publicitários contidos nos rótulos e a análise dos conceitos científicos foram analisados e identificados de forma com que favoreça aos consumidores a motivação no aprendizado ao consumir estes produtos. Diante disso, este tema pode ser de grande incentivo para os profissionais da área de ensino (desde o ensino fundamental até o ensino médio), pois pode ser abordado em sala de aula de várias formas, desde trabalhos em grupos através de pesquisas até mesmo a partir de experiências que relacionam com o cotidiano, que faz com que os estudantes, que também são consumidores destes produtos, saibam lidar com esse tipo de abordagem.

Há ainda algo bastante relevante do ponto de vista da aproximação entre a cultura científica das estratégias de publicidade para venda de alimentos. É necessário desmistificar falsas informações sobre produtos *light*, *diet*, orgânicos e transgênicos, para que conceitos importantes como pureza, mistura, composição, calorias, energia, possam ser trabalhados a partir de um contexto significativo para o estudante; sem, no entanto, abandoná-lo no senso comum, altamente influenciado pelas culturas não científicas. É na operação desses conceitos sobre atividades concretas como analisar os rótulos de embalagens que se tem oportunidade de negociar significados entre termos que são próprios da cultura científica e do senso comum dos estudantes.

4-Referencias

Brasil. (2005). *Alimentos: Agência Nacional de Vigilância Sanitária* – Universidade de Brasília – Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Câmara, M.C.C., Marinho, C.L.C., Ghilam, M.C., Braga, A.M.C.B. (2008). A Produção Acadêmica Sobre a Rotulagem de Alimentos no Brasil. Ver. Panam Salud Publica, Pan Am J Public Health 23(1).

Chassot, A., Venquiaruto, L.D., Dallago, R.M. (2005). De Olho Nos Rótulos: Compreendendo a Unidade Caloria. Química Nova na Escola. 21, 10-14.

Ghisolfi, S.M., Furtado, S.T.F. (2005). Diet ou Light: Qual a Diferença? Química Nova na Escola. 21, 24-29.

Kohlrausch, A.K., Campos, L.M.S., Selig, P.M. (2008). O comportamento do consumidor de produtos orgânicos em Florianópolis: uma abordagem estratégica. Revista Alcance, 15 (1), 81 – 101.

Lucas, A.M. (1983). "Scientific literacy and informal learning". *Studies in Science Education,* 10, 1-36.

Neves, A. P., Guimarães, P.I.C., Merçon, F. (2009). Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. Química Nova na Escola. 31 (1), 17-24.

Nordari, R.O. (2003). Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). Revista Nutrição, Campinas, 16(1), 105-116.

Rodrigues, A.C., Rodrigues, I. C. (2002). Análise do Grau de Conhecimento do Consumidor Diante da Rotulagem de Alimentos: Um Estudo Preliminar. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba – PR.

Silva, R.; Furtado, S. Diet ou Light: Qual a diferença? (2005). Química Nova na Escola. 21, 15-17.

Sousa, G. (2006). *Uso de adoçantes e alimentos dietéticos por pessoas diabéticas.* Dissertação de Mestrado. UNESP: Ribeirão Preto-SP.

Trilla, J. (1993). *La educación fuera de la escuela. Ámbitos no formales y educación social*. Ed. Ariel. Barcelona.

Valente F. L. S; Beghin N. (2006). *Realização do direito humano à alimentação adequada e a experiência brasileira: subsídios para a replicabilidade*. Brasília: FAO; 2006.

PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA ORGÂNICA: UM OLHAR A PARTIR DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICOS

Edson José Wartha; Daisy de Brito Rezende
Universidad Federal de Sergipe (UFS) - Universidad de São Paulo (USP).
ejwartha@usp.br

Resumo
Neste trabalho apresentamos os resultados de uma pesquisa sobre as formas de representações utilizadas na disciplina de Química Orgânica por professores de um curso superior de Química. Considerando a importância da linguagem especifica como elemento-chave para representação de substâncias químicas e de suas transformações, percebe-se que os professores de Química, também o são de linguagem. Assim, aprender Química envolve apropriar-se de uma nova linguagem, além de uma nova perspectiva de mundo. Como resultados de nosso estudo verificamos que os professores recorrem a uma vasta variedade de recursos semióticos em suas explicações, que por sua vez são multimodais, pois combinam linguagem oral com elementos de linguagem gráfica, da linguagem textual e da linguagem formal da matemática.

Palavras chave: linguagem, registros de representação, semiótica, química orgânica.

1. Introdução

Em primeiro lugar temos que reconhecer que os professores da disciplina de Química Orgânica não são apenas professores de química, são também professores de linguagem. Já é amplamente reconhecido que há uma linguagem especifica para a Química e que, portanto, o domínio desta disciplina depende do domínio de sua linguagem. Consideramos que não bastam apenas conhecimentos conceituais sobre os fenômenos e as transformações químicas, pois são necessários também conhecimentos lingüísticos, semânticos, esquemáticos, operacionais e representacionais para poder avançar no processo de ensino e aprendizagem da Química. Como afirma Lemke (1997), ensinar, aprender e fazer ciências, todos eles, são processos sociais ensinados, aprendidos e aceitos como membros de comunidades por meio da comunicação. A linguagem não pode ser apenas um meio de se expressar, mas também como instrumento para construir idéias e conceitos científicos.

A linguagem química é muito especifica, pois cada símbolo encerra um numero muito grande de significados, não só de nomes das transformações químicas da matéria e das substâncias, mas que também os registra, codifica e os converte em elementos de pensamento e comunicação. Também, não podemos deixar de admitir que o ensino de Química Orgânica em cursos universitários geralmente é centrado no professor: pois é o professor que organiza o conteúdo do e decide sobre quais atividades vão para a sala de aula. Nas aulas, geralmente o professor fica na frente de toda a classe, demonstra e explica o conteúdo daquela aula. O processo de solução de um problema é fortemente orientado pelo professor. Os alunos são vistos sem qualquer conhecimento prévio dos conceitos que eles são obrigados a aprender. Não é levado em consideração suas capacidades representacionais ou até mesmo suas limitações.

De modo geral, é possível observar que, desde sempre, o progresso do conhecimento químico abarca o desenvolvimento de representações dos objetos que estão envolvidos e

das relações estabelecidas entre eles. Essa situação ocorre em todos os campos, mas em Química, a construção do conhecimento é realizada a partir de representações e modelos. Temos modelo para átomo, moléculas, transformações químicas, mecanismos de reações, etc. Para tanto, foi preciso desenvolver todo um sistema de representação formal, ou seja, uma linguagem própria, muito semelhante ao processo de construção da linguagem natural. A utilização e a compreensão dessas representações são condições necessárias para a compreensão dos conceitos químicos envolvidos. Para estudar e entender a ciência "Química" é necessário, em primeiro lugar, aprender a linguagem própria da Química. Sendo a Química uma ciência que utiliza uma linguagem muito particular e que dominar esta linguagem implica que o estudante possa estabelecer relações conceituais entre representações nos diferentes níveis, assim como transformar uma representação entre um nível e outro, o que conduz a planejar como objetivo de aprendizagem o desenvolvimento de competências representacionais.

Para construir, elaborar e comunicar conceitos e teorias, a Química se utiliza de representações semióticas externas (baseadas em sistemas de signos), tais como: diagramas, gráficos, equações, ilustrações, enunciados, dentre outras. Assim, aprender Química é também aprender a linguagem dessa ciência. Para Duval (1998), um registro de representação vai depender de um sistema semiótico que não pode ser de qualquer natureza, pois deve permitir: a formação de uma representação identificável, o tratamento e a conversão. Dizemos que uma representação é identificável quando é possível reconhecer nesta representação o que ela representa. No caso da Química, o objeto (substância, mecanismo, equação) que representa. Para isso, o sistema de signos precisa ser comum a todas as pessoas, ou seja, ser estabelecido socialmente. Assim, uma representação identificável permite que a pessoa que se depara com ela, selecione as características e os dados do conteúdo que está sendo representado.

Quando os conteúdos científicos se expressam em um único tipo de linguagem, pode ocorrer que os estudantes tenham dificuldades para transferir seus conhecimentos em outras atividades que necessitam outro tipo de registro ou onde coexistam diferentes formas de representação. Neste caso, como afirma Duval (2008), é necessário começar a trabalhar por meio de uma aprendizagem baseada na conversão de representações em que o estudante seja capaz de coordenar registros e construir um saber integrado a partir do domínio de diferentes formas de representação externa que se veiculam com um determinado contexto de aprendizagem. O processo de conversão de representações implica em um conhecimento de cada tipo de representação, de seu sistema de signos e seus significados e dos elementos que estão incluídos. Galagovsky (2004) afirma que os professores têm uma "grande mobilidade representacional", ou seja, podem expressar seus conhecimentos através de diferentes sistemas de representação ou linguagens. Por outro lado, os estudantes, devem reconstruir o discurso do professor e apropriarem-se destes sistemas de representação, partindo de suas próprias representações internas (representações mentais) o que pode originar dificuldades na aprendizagem de conceitos científicos.

O propósito central de nossa investigação foi identificar e descrever, na disciplina de Química Orgânica, como são utilizados pelos professores os diferentes registros de representações semióticas. Categorizamos os sistemas de representações externas empregados pelos professores no estudo da Química Orgânica. Para tanto, acompanhamos o planejamento do curso, o planejamento das aulas, o material utilizado, as avaliações e as atividades desenvolvidas durante um curso de Química Orgânica procurando identificar e analisar as principais dificuldades que surgem durante o

processo de elaboração conceitual em Química Orgânica considerando com parte do processo de ensino e aprendizagem um processo de interiorização das representações semióticas.

2. Abordagem metodológica

A observação das aulas foi estruturada na busca de interpretar a ação dos signos em caráter simbólico na relação entre professor-aluno por meio do conteúdo, da forma e da ferramenta utilizada em sala de aula por meio do modelo proposto por Araujo Neto (2009):

1- Conteúdo: são os conceitos abordados em sala de aula e os chamados conteúdos simbólicos que ocorrem durante a realização de processos semióticos ou na mudança de um registro semiótico para outro.
2- Forma: é a realização do conteúdo por meio de uma ferramenta. Nenhuma forma é possível sem um processo mediador que tenciona múltiplas ferramentas para a conquista de significados. A forma pode ter uma função expressiva, representativa e significativa.
3- Ferramenta: são os meios de produção e de constituição da atividade simbólica a partir de seus usos. A ferramenta é um meio de produção de formas simbólicas a partir de certos conteúdos.

Neste modelo, proposto por Araujo Neto (2009), se considera o professor como o controlador das formas de uso que organizam e constroem as relações de significados. Para tanto, procura-se identificar nos episódios as formas usadas pelo professor no trato com ferramentas mediais simbólicas. Ao mudar de um episódio para outro pode ser identificado uma mudança de propósito na ação do professor, bem como as relações que podem ocorrer entre as ferramentas. Pretende-se focalizar detalhes do que se desenha, do que se escreve, do que se projeta, do que se cria com suporte material ou mesmo dos gestos que dramatizam e agem representativamente. Utilizamos em nossa analise, também como método de coleta de dados, a observação participante e sistemática (Chizotti, 1995; Richardson, 1999), no qual o observador integra-se ao grupo com a finalidade de obter informações.
Para tanto, a organização e o registro das informações estão organizados em categorias de mapa de eventos. O formato obedece à idéia de um quadro contendo número de ordem, data do evento, detalhamento, natureza do evento, tópicos e ferramentas.

Quadro 1- Mapa de eventos

N.	Data	Detalhamento e/ou temas envolvidos.	Natureza do Evento.	Tópicos	Ferramentas

As observações foram realizadas “in loco” acompanhando o trabalho de dois professores, durante o curso de Química Orgânica em duas turmas, no primeiro semestre de 2010. Um professor ministrava a disciplina para o curso de Bacharelado em Química e outro para o curso de Licenciatura em Química, ambos os professores são doutores em Química Orgânica e atuam como professores a 5 anos na mesma universidade. Os dois cursos tiveram a mesma carga horária, ou seja, 60 h/aula com duração de 4h/aula por semana. Um conjunto de anotações é determinado pelo mapa de eventos, no qual se registra: a) freqüência com que os professores usam diferentes tipos de representações; b) preferência pelo uso de representações gráficas ou não gráficas; c)

freqüência de utilização de diferentes tipos de conversão entre representações semióticas.

3. Análise dos resultados

Verificamos que as explicações que os professores dão nas aulas de Química Orgânica são multimodais. Geralmente, em suas explicações o professor combina linguagem oral com elementos da linguagem gráfica, da linguagem gestual e da linguagem formal da matemática atuando sobre o objeto de estudo. Tais explicações elaboradas durante as aulas de Química são consideradas como construções semióticas, pois são caracterizadas por diferentes modos comunicativos, ou diferentes eventos e ferramentas. Observamos que tais modos não aparecem isolados, eles se entrelaçam e se integram como um todo na explicação. Os professores das disciplinas que acompanhamos durante o estudo recorrem a uma vasta variedade de recursos semióticos para suas explicações e isto significa que a intenção é apresentar as devidas traduções e conversões entre linguagem simbólica.

Os professores fizeram uso de diferentes ferramentas na abordagem dos conceitos. Fizeram uso de ferramentas gráficas, computacionais, de modelos físicos, etc. Verificamos que os professores, por motivos de praticidade e tempo, apenas demonstram para os alunos tais ferramentas acreditando que estes irão manipular as ferramentas em seu estudo individual. Acreditamos que os professores deveriam trabalhar junto com seus alunos tais ferramentas, principalmente as computacionais que permitem representações virtuais e ajudam no desenvolvimento de habilidades espaciais um tempo maior durante as aulas. Identificamos que muitos alunos durante as aulas apresentaram dificuldades na compreensão de representações principalmente naquelas que envolvem algum tipo de habilidade viso espaciais. Verificamos que o evento que predominou quase que exclusivamente todas as aulas desta disciplina foi o evento do tipo explicativo (EE). Em relação aos tópicos: o tópico predominante foi o TR (técnica de representação) no qual o professor fez uso em todas as aulas de técnicas de representação. Também, foi possível observar o uso de EA (estrutura, ou seja, muita discussão de características estruturais em função de uma ou mais propriedades observáveis). Identificamos muito pouco ou quase inexistentes atividades que procurassem desenvolver o uso de HE (habilidades espaciais) como questões de rotação e translação.

Identificamos em nosso estudo algumas dificuldades em se criar ambientes de aprendizagem mais ativos, em que os alunos participem mais ativamente do processo de aprendizagem, que façam uso das ferramentas computacionais, dos modelos físicos e que tenham a oportunidade de manipular tais modelos, construir moléculas para depois representá-las no espaço. É fundamental que os professores conheçam e dominem as linguagens da mídia, a dinâmica dos softwares educativos com toda sua potencialidade, pois não podemos esquecer que a mídia digital entrou em cena a muito tempo e tem muito a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Química Orgânica. O conhecimento escolar é preponderantemente verbal, que acaba produzindo iletrados visuais. Não podemos mais negligenciar que a construção de significados em sala de aula combina vários modos (verbal, visual, textual, auditivo, movimento, etc.) e que todos fazem parte de um sistema semiótico que incorpora a linguagem natural, a linguagem gráfica, a linguagem matemática, a linguagem gestual, a linguagem visual no qual há uma relação de complementaridade entre eles formando o que denominamos de Registro de Representação Semiótica. Registros de representações que são convertidas

nos mediadores em processos de argumentação e construção de idéias científicas na sala de aula e que, portanto, devemos identificar quais são os limites e possibilidades das representações no ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

4-Referencias

Araujo Neto, W. N. (2009). *Formas de uso da noção de representação estrutural no ensino superior de Química. Tese* de doutorado – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Chizotti, A. (1995). *Pesquisas em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Ed. Cortez.

Duval, R. (2008). *Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática*. In: Alcântara Machado, Silvia D. (Ed.) *Aprendizagem Matemática: Representação Semiótica*. 4ª ed. São Paulo: Ed. Papirus.

Galagovsky, L R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte II. Derivaciones comunicacionales y didácticas. Enseñanza de las Ciencias, 22(3), 349-364.

Lemke, J. (1993). Talking science: language, learnind and values. Ablex Publishing Corporation, Norwood, N. J. Trad. cast. García, A. (1997). Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores. Ed. Paidós

Richardson, R. J. (1999). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Ed. Atlas.

O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: DIFICULDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Juvenal Carolino da Silva Filho; Thiago Gallo de Oliveira; Edson José Wartha.
Universidade Federal de Sergipe (UFS) - Brasil
jcfilho@usp.br

Resumen
Este trabalho é uma reflexão acerca das dificuldades encontradas por professores e estudantes durante a disciplina de Química, na modalidade de Educação de Jovens e Adultos. Identificamos que o Ensino de Química na Educação Básica, sobretudo na Educação de Jovens e Adultos, continua sendo uma ciência difícil, com sérios entraves políticos, pedagógicos e estruturais que impedem a construção de um Ensino de Química de forma contextualizada e interdisciplinar. Diante desta realidade há necessidade de intervenções pedagógicas que busquem melhorar o Ensino da Química bem como a formação inicial de professores para atuarem nesta modalidade de ensino.

Palavras chaves: ensino de química, educação de jovens e adultos, dificuldades de ensino e aprendizagem.

1. Introdução

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade específica da Educação Básica que se propõe a atender um público ao qual foi negado o direito à educação, durante a infância e/ou adolescência, seja pela oferta irregular de vagas, seja pelas inadequações do sistema de ensino ou pelas condições socioeconômicas desfavoráveis. O ensino para atender essa demanda é diferenciado, assim, a metodologia utilizada são aulas presenciais e semipresenciais. O professor de EJA, neste contexto, tem sua ação pedagógica marcada pelas especificidades da modalidade, cujo público é constituído de grupo homogêneo do ponto de vista socioeconômico, mas bastante heterogêneo quanto a aspectos socioculturais.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Jovens e Adultos - DCNEJA - (Brasil, 1996) o aluno pertencente a esta modalidade de ensino precisa adquirir competências que lhe proporcione usufruir seus direitos e atuar como cidadão crítico na sociedade em que está inserido. Este é um público que traz consigo uma bagagem cultural diversificada e acumulada, e isto poderia ser explorado no desenvolvimento de ações que definam seu processo de escolarização. Na aquisição destas competências a função do professor é muito importante. Nesse sentido, o papel docente é de fundamental importância no processo de reingresso do aluno às turmas de EJA. Por isso, o professor da EJA deve, também, ser um professor especial, capaz de identificar o potencial de cada aluno. O perfil do professor da EJA é muito importante para o sucesso da aprendizagem do aluno adulto que vê seu professor como um modelo a seguir. (Lopes e Souza, 2007).

No que tange ao Ensino de Química, os conhecimentos devem ser construídos e reconstruídos considerando seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico. Nesse sentido, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002) o aprendizado de Química deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

As dificuldades no Ensino de Química não é atual e nem privilégio da Educação de Jovens e Adultos, pois várias pesquisas na área de Ensino de Química apontam que ensinar Química na Educação Básica e, sobretudo no Ensino Médio passa há tempos por algumas dificuldades; e como afirma Chassot (2004), o que contribui para essa dificuldade é o Ensino de Química ser: asséptico, abstrato, dogmático, a-histórico e avaliado de uma maneira ferreteadora. Mas dessas cinco características o autor elege duas como sendo as mais especiais, o dogmatismo e o a-histórico, pois afirma que aspectos do dogmatismo, tão presente no ensino, e do ensino a-histórico, têm sido marcas que parecem fazer com que a Química não contribua para fazer educação (Ribeiro e Mello, 2010).

Chassot (2004) afirma também que os conteúdos de Química do Ensino Médio estão inseridos em um currículo que não conduz à libertação dos estudantes, porque foram ou são escritos por aqueles que detêm o poder e não têm intenções de perdê-lo. E mostra o que usualmente está subjacente nos currículos de Química: 1) conteúdos com termos inadequados para o letramento científico a que se propõe e voltados a público restrito; 2) conteúdos com falso rótulo de necessários para a formação do espírito científico dos estudantes; e 3) assim, como a Química é uma disciplina esotérica, pelo seu hermetismo torna-se inacessível.

Freire (2002) afirma que " (...) Aprender é uma aventura criadora, por isso mesmo muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito". Portanto, é necessário que a Química seja percebida como algo útil e significativo e isso só poderá acontecer na medida em que o professor mantiver uma relação recíproca dos conhecimentos científicos com o mundo atual e vivido pelos alunos. Nesse contexto, o professor, não pode limitar-se à condição de simples transmissor de conhecimentos presentes em programas, muitas vezes, fora da realidade de atuação. Este deve constituir-se como mediador do processo de ensino e de aprendizagem, desencadeando um programa de ensino, partindo das vivências de seus alunos, possibilitando que os mesmos criem e aperfeiçoem instrumentos práticos e teóricos específicos da Química, permitindo-lhes o inicio da compreensão do fato químico ligando a natureza e a ação humana específica e que possam participar ativamente do contexto cultural a que estão inseridos.

Levando em consideração que os jovens e adultos na EJA necessitam, além dos saberes científicos, práticas educativas que aproveitem a sua bagagem cultural e a experiência acumulada e a extrema complexidade do mundo atual, o Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos não pode ser apenas preparatório para um exame de seleção, no qual o jovem e o adulto são treinados a resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o jovem e o adulto se posicionem, julguem e tomem decisões e sejam responsabilizados por isso. Ou seja, o Ensino de Química tem que fornecer subsídios para que esses jovens e adultos sejam letrados cientificamente para poderem atuar na sociedade e na comunidade em que vivem de forma significativa.

No Ensino de química para Jovens e Adultos algumas dificuldades vem sendo observadas, tais como: falta de apoio pedagógico dentro do Projeto Político Pedagógico, falta de flexibilidade da grade curricular que se preocupe com conteúdos básicos comuns que irão dar suporte a qualquer tema voltado para a Química; não considerar o nível cognitivo e os conhecimentos prévios destes estudantes, bem como a falta de atividades que envolvam e despertem os alunos para disciplina. Todos estes são fatores

internos à escola, existem ainda os externos que dizem respeito a cada indivíduo, ou seja, a história de vida de cada um (Pepato, 1997). Também podemos colocar nesta lista, a falta de formação adequada e continuada dos professores para atuarem nesta modalidade de ensino que vem sendo trabalhada com se fosse um ensino regular. Dessa forma, o não domínio em estar lecionando nessa modalidade de ensino torna-o despreparado em elaborar material diferenciado que possa dar suporte a sua atuação e o ajudem a melhorar a qualidade do Ensino de Jovens e Adultos.

O Ensino de Química para jovens e adultos, na maioria dos casos, vem sendo trabalhado da mesma forma que no ensino regular, principalmente em relação à questão de conteúdos e avaliação. O desafio a ser superado é trabalhar a Química de forma a trazer um significado para estes alunos, mantendo o interesse pelos estudos e motivando-os para que sempre busquem por novas aprendizagens. Ademais, grande parte dos professores segue basicamente uma abordagem racional de ensino sendo uma forma verbalista, mecânica e reprodutivista. Esta postura da ação pedagógica baseada em aulas expositivas é bastante precária e desestruturada. Nesse contexto, o Ensino de Química configura-se numa tortura para os estudantes, à medida que se limita a obrigá-los a decorar textos, fórmulas e extensas listas de nomes complicados. Tais conteúdos didáticos, normalmente, não despertam o interesse prático do aluno, porque estão desvinculados da realidade.

De acordo com Freire (1987), negar os saberes da experiência, como objeto de problematização, provoca o erro epistemológico. O grande equívoco que muitos educadores cometem é querer encher a cabeça dos alunos com conhecimentos prontos, apresentados como verdades inquestionáveis, não os chamando a pensar e a lerem as suas vivências. A baixa auto-estima, a pouca participação, os atrasos e faltas são constantes em muitas turmas de alunos da EJA. Isso pode fazer com que muitos educadores comecem a perceber que o que fazem com o ensino regular não pode ser realizado nesta modalidade. A desistência de um aluno da EJA é muito fácil, neste sentido, é preciso que as aulas, acima de tudo, tenham significado e utilidade para este aluno, não apenas ofertando uma serventia futura. No ensino regular, temos muitos casos em que o aluno permanece na escola obrigado pelos pais. Na EJA, estes alunos já são adultos, na maioria das vezes independentes, e a escola precisa ser alegre e prazerosa (FREIRE, 1987). Considera-se que as altas taxas de evasão estejam relacionadas à utilização de material inadequado para a faixa etária, aos conteúdos sem significado, às metodologias utilizadas por professores despreparados, para trabalhar com esta modalidade de educação, mesmo porque não há um curso que prepare o professor para tal modalidade e aos horários de aula que não respeitam a rotina daqueles que trabalham e estudam. Em estudo anterior (Silva e Wartha, 2007) identificaram algumas dificuldades de ensino e aprendizagem na visão dos professores que trabalham nesta modalidade de ensino. O interessante foi perceber que todos os professores responsabilizam os alunos pelas dificuldades no processo de ensino em aprendizagem, ou seja, são os alunos que não estudam, são os alunos que não sabem se organizar, são os alunos que não participam das discussões, são os alunos que não sabem resolver determinados problemas, são os alunos faltam às aulas, são os alunos que não conseguem acompanhar e compreender os conceitos.

Neste trabalho, pretendemos analisar as dificuldades de ensino e aprendizagem na EJA a partir da visão dos estudantes desta modalidade de ensino. Queremos neste trabalho analisar as percepções de 60 estudantes que freqüentam aulas de Química na Educação

de Jovens e Adultos em três escolas da rede pública, em diferentes localidades, de um estado na região nordeste do Brasil.

2. Abordagem metodológica

A pesquisa, de caráter qualitativo, foi desenvolvida em dois momentos. O primeiro, com aplicação de questionário, o qual teve por objetivo situar o perfil socioeconômico e cultural dos estudantes das três escolas da rede pública estadual que ofertavam a disciplina de Química na modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA). As questões que continha versava, essencialmente, sobre: idade, tempo que ficou fora da escola, motivos que o levaram a abandonar a escola, motivos que o levaram a retornar a escola, estar ou não trabalhando, pretende ou não dar continuidade aos estudos e expectativas relacionadas à EJA.

Num segundo momento, partimos para um estudo de caso para conhecer, explorar, entender os "porquês" e o "como" de tantas dificuldades na aprendizagem de Química por meio da análise de diversos fatores inseridos num contexto real, a sala de aula. Utilizamos em nossa analise, também como método de coleta de dados, a observação participante e sistemática (CHIZOTTI, 1995; RICHARDSON, 1989), no qual o observador integra-se ao grupo com a finalidade de obter informações. Neste caso um dos pesquisadores acompanhou todo o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química na EJA nas três escolas. Deste modo foi possível aprender a desenvolver um olhar clínico para identificar durante o processo de ensino dificuldades de aprendizagem, importância que os alunos atribuíam para o Ensino de Química, a importância do material didático utilizado e a questão da abordagem metodológica e dos conteúdos desenvolvidos durante as aulas. O curso na modalidade de EJA, tem a duração de um semestre letivo, ou seja, 4 meses.

3. Análise dos resultados

O Ensino Médio na modalidade EJA nas três escolas pesquisadas é dividido em 4 etapas, distribuídos em dois anos de curso. Nas duas primeiras etapas estudam as disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia; na terceira etapa cursam Biologia, Química e Educação Física; e na última etapa as demais disciplinas, Física, Filosofia, Artes, Língua Estrangeira. A disciplina de Química possui carga horária de 160 aulas/módulo, distribuídos em um semestre e dividido em 8 aulas semanais. Essa sobrecarga de aula pode contribuir para uma baixa aprendizagem dos alunos, pois, recebem várias informações, não conseguindo realizar as devidas relações com os demais conceitos. Dessa forma, quanto mais tradicional a aula for ministada, mais prejudicada se torna a aprendizagem dos alunos.

Em relação ao perfil socioeconômico as três escolas quase não apresentam diferenças significativas, pois foi possível identificar que 80% dos estudantes trabalham em média 9 horas/dia, 25% dispõe de algum tempo para estudar fora da escola, principalmente no final de semana e em época de provas e que 30% tem vontade de dar continuidade aos estudos. A faixa de idade dos discentes é alta (26-40) e por conseqüência, há uma grande distorção entre idade-série. Tal fato pode contribuir para dificultar a aprendizagem dos alunos, que mesmo sendo adultos não tiveram estímulos necessários para o pleno desenvolvimento cognitivo. Grande parcela dos estudantes que fazem parte desta modalidade de ensino estava há muitos anos sem freqüentar a escola (em média 10 anos), fator este, que pode de certa forma contribuir para uma baixa aprendizagem dos alunos, pois se encontram em fase de re-adaptação no espaço do processo educativo.

Apresentam muitas dificuldades com cálculos, com a linguagem e a interpretação, como também, a memorização de conteúdos para realizar as provas; por serem em grande maioria trabalhadores, apontam o cansaço como fator negativo para a aprendizagem, não gostando de atividades que acentuem o desgaste do dia de trabalho, como copiar muito do quadro e aulas expositivas com muita teoria e cálculos; consideram que suas dificuldades são inerentes à própria disciplina de Química, não relacionando-as com a metodologia de seus professores; Apesar de acharem a disciplina interessante, taxam-na muito complicada e difícil, relacionando-a com conteúdos de difícil compreensão como distribuição eletrônica, tabela periódica e os átomos; Criticam as formas de avaliação, desejando ser avaliados de outras maneiras; Consideram as aulas experimentais como uma forma de melhorar a aprendizagem e tornar as aulas mais dinâmicas.

Neste trabalho, pretendeu-se identificar o pensamento discente em relação ao processo de ensino e aprendizagem, mais particularmente sobre as dificuldades de aprendizagem dos estudantes desta modalidade de ensino na disciplina de Química. Mas o que fazer com a visão de estudantes que fazem a EJA sobre alguns aspectos do ensino e aprendizagem de Química? Certamente com esse breve estudo não se resolverá a complexa problemática que permeia a educação de jovens e adultos, mas pelo menos o que se pretende é mostrar que essa modalidade de ensino deve ser reparada com um olhar especial, pois existem pessoas – jovens e adultos – que em sua maioria possuem histórias de vida de luta, força de vontade e superação para continuarem os estudos na esperança de uma vida mais digna ou com mais oportunidades no futuro. O que se deseja é a superação da visão simplista de muitos que estão envolvidos nesta modalidade de ensino de que para ensinar jovens e adultos, basta seguir um currículo igual ao regular, passando o máximo de conteúdos possíveis com o alívio de consciência de que "é uma idéia geral sobre a matéria, assim não vão poder dizer que não foi passado os conteúdos da disciplina" e conseqüentemente continua-se a ensinar sem a preocupação com uma aprendizagem que traga significados para a vida, e que possam utilizá-la para saber criticar e tomar decisões fazendo uma leitura do mundo moderno.

Dessa forma serão elencadas possíveis saídas para os problemas levantados, para que haja uma melhoria no ensino e na aprendizagem de Química para essa categoria de ensino:

a) Romper com a idéia do currículo fechado, pronto e acabado. Cada escola possui suas peculiaridades, e dessa forma deve permitir que o professor elabore o que pretende ensinar de acordo com a realidade de seus alunos;
b) Criar condições que possibilitem uma aprendizagem significativa dos estudantes desta modalidade de ensino, com atividades integrativas e que coloque o aluno e sua realidade no centro das discussões;
c) Trabalhar com práticas inovadoras que despertem no aluno o interesse pela sua aprendizagem, superando o tradicionalismo do quadro-giz, que contribui para desestimular o aluno, pois na maioria das vezes torna a aula "chata" e cansativa;
d) Elaborar materiais específicos que facilitem a abordagem de conteúdos básicos comuns, trabalhando com a realidade dos alunos dentro de temas sociais químicos.
e) Deve existir um vinculo entre os conteúdos e a realidade dos conteúdos escolares, sem a dicotomia entre a teoria e a prática;
f) Trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar, rompendo com os limites que restringem a atividade escolar à mera repetição de conteúdos, fugindo da

aula expositiva tradicionalista e procurando formular propostas que integrem os conteúdos das diferentes disciplinas;

g) Adotar metodologias para o ensino que considerem as necessidades locais de grupos ou de indivíduos, como difundido pela proposta de Paulo Freire, e dessa forma contribuir para a alfabetização cientifica de cada jovem e/ou adulto.

4-Referencias

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº. 9.394, Brasília. 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências humanas e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

Chassot, A. (2004). Para que(m) é útil o ensino? 2.ed. Canoas: Ed. ULBRA.

Chizotti, A. (1995). Pesquisas em ciências humanas e sociais. São Paulo : Cortez.

Freire, P. (2002). Pedagogia da autonomia: ensinar exige apreensão da realidade. 23ª ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra.

Freire, P. (1987). Pedagogia do Oprimido. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra.

Lopes, S. P.; Souza, L. S. Eja: Uma Educação possível ou mera Utopia? In: Centro de Referencia em Educação de Jovens e Adultos. Revista Eletrônica. Disponível em: http://cereja.org.br. Acesso em 27/10/2010.

Pepato, S. A. A. O. (1997). Revisitando o fracasso escolar através das histórias de vida. Uberlândia. 195 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia.

Ribeiro, M. T. D.; Mello, I. C. O Ensino de Química na educação de jovens e adultos em Cuiabá. Disponível em: http://www.ie.ufmt.br/semiedu2009/gts/gt4/ComunicacaoOral. Acesso em 25/02/2011.

Richardson, R. J. et al.(1989). Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2 ed..

Silva, L. L.; Wartha, E. J. (2007). Dificuldades de ensino e aprendizagem na educação de jovens e adultos na visão dos professores. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em química) - Universidade Estadual de Santa Cruz.

LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA COMO HERRAMIENTA PARA FAVORECER UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL

Rousserie, Hilda Fabiana; Martinez, Horacio José; Subovich, Gladis Esther; Cives, Hugo Rodolfo.
Facultad de Ciencias de la Alimentación .Universidad Nacional de Entre Ríos.
hildarousserie@hotmail.com

Resumen
En las prácticas de Laboratorio de Química General trabajamos con elementos auxiliares que comprenden contenidos del área de las matemáticas. Los docentes, en su mayoría, manifiestan un descontento al señalar que los alumnos no son capaces de relacionar los conceptos de ambas aéreas con los fenómenos involucrados en la práctica experimental. *El desarrollo profesional docente es un eje fundamental en el proceso de reforma educativa, puesto que marca la posibilidad de generar transformaciones sustantivas en las prácticas pedagógicas. Para ello se hace necesario la creación de espacios para el intercambio de experiencias, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica sobre el propio quehacer. Este espacio se constituye en el origen de construcción del saber pedagógico* (Leonora Díaz Moreno, 1998)
En relación a esta problemática se proyecta una propuesta de articulación entre ambas asignaturas centrada en superar esta dificultad, a partir del trabajo conjunto entre los docentes involucrados.

Palabras claves: modelización, aprendizaje significativo, función, articulación, competencias específicas.

1. Introducción

Abordar una transformación sustantiva en las prácticas pedagógicas implica un análisis previo y una reflexión crítica de la práctica docente cotidiana. En general, la recreación de nuestro propio quehacer surge cuando algo *anda mal*, entonces cabe preguntarnos: ¿El alumno alcanza las expectativas de logro que nosotros los docentes nos proponemos cuando planificamos nuestra clase?
Respondiendo al interrogante podemos descubrir, por lo general, que nuestras prácticas de enseñanza propuestas están muy lejos de poder provocar un cambio en el alumno para el desarrollo de un nuevo conocimiento significativo.
Un aprendizaje significativo basado en la recepción supone principalmente la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado. Requiere tanto una actitud de aprendizaje significativa como la presentación al estudiante de un material *potencialmente* significativo. A su vez, esta última condición supone: 1) que el propio material de aprendizaje se pueda relacionar de una manera *no arbitraria* (plausible, razonable y no aleatoria) y *no literal* con *cualquier* estructura cognitiva apropiada y pertinente (esto es, que posea un significado "*lógico*" y 2) que la estructura cognitiva de la persona *concreta* que aprende *contenga* ideas de anclaje pertinentes con las que el nuevo material se pueda relacionar. La interacción entre significados potencialmente nuevos e ideas pertinentes en la estructura cognitiva del estudiante da lugar a significados reales o psicológicos. Puesto que la estructura

cognitiva de cada persona que aprende es única, todos los nuevos significados adquiridos también son, forzosamente, únicos. (Ausubel; 2000:25).
Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente".
Desde esta concepción resultaría entonces sencillo pensar la reconstrucción de un nuevo saber pedagógico, partiendo desde la consideración de que el alumno cuando aprende lo hace desde conocimientos ya establecidos, preexistentes, en su estructura cognitiva, con los cuales la nueva información puede interactuar. Lo nuevo, dado por la realidad que lo rodea, es la fuerza impulsora que provoca que el sujeto que aprende pueda desarrollar nuevos conocimientos y consecuentemente nuevas competencias o capacidades. Desde esta mirada podemos lograr proponer experiencias directas donde el alumno pueda realizar un análisis integral de la situación experimental desde diversos puntos de vista, es decir, desde diversas aéreas disciplinares del conocimiento de manera de alcanzar un conocimiento integral de la nueva situación.
La matemática, que muchos describen como “el lenguaje del universo”, nos otorga la posibilidad de describir, calcular y predecir el comportamiento del mundo que nos rodea, y desde luego dar respuesta a éstas y otras miles de preguntas.
La representación de nuestra realidad, de forma simplificada y de diferentes maneras que nos ayuden a comprender su comportamiento, se realiza a través de un modelo.
Un modelo es una representación gráfica, esquemática o analítica de una realidad, que sirve para organizar y comunicar de forma clara los elementos que la conforman y sus relaciones.

2. Objetivo

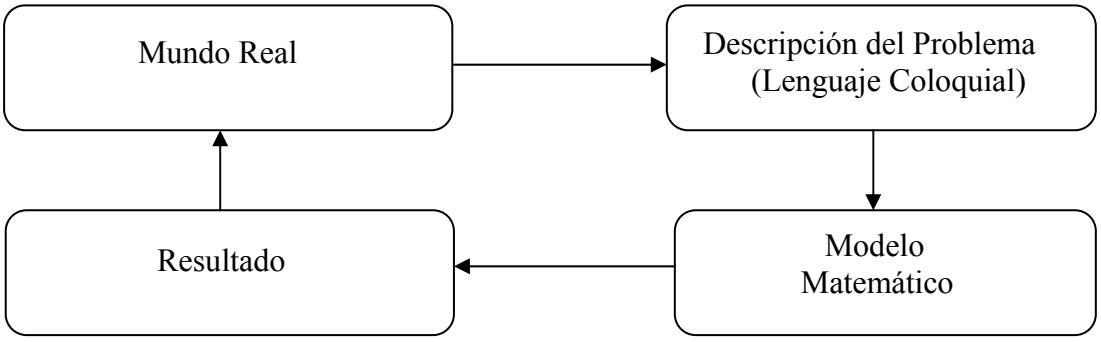
El objetivo del presente trabajo sobre prácticas de Química General en primer año de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, fue proyectar una propuesta de articulación para modelizar en el lenguaje simbólico específico de la matemática lo aprendido desde la experimentación.

3. Metodología

La propuesta metodológica se funda en la concepción de la práctica experimental, abordada desde Química General y Análisis Matemático I, abordada desde la Carrera de Ingeniería en Alimentos perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos, donde el eje central del proceso de enseñanza aprendizaje es el alumno como un sujeto potencial de desarrollo de nuevas competencias específicas y capaces de alcanzar una formación integral. En otras palabras, podemos decir, un sujeto capaz de resolver una situación real y alcanzar la representación simbólica a través del lenguaje matemático especifico como medio de descripción de la situación real que lo rodea de forma simple a través de un modelo.
Para lograr construir dicho modelo se tienen en cuenta el desarrollo de las siguientes etapas:

- Etapa de Observación de lo Real: en un primer momento el alumno debe observar y analizar los componentes de la situación-problema real, lo que le permitirá seleccionar aquellas características relevantes de los aspectos a analizar, seleccionar el conjunto de variables que sintetizan el comportamiento del problema, identificando las variables externas al mismo.

- Etapa de Descripción Coloquial del Modelo Preliminar: una vez cumplida la observación se elabora el modelo preliminar en el que el alumno debe explicitar de manera clara y simplificada la relación matemática que vincula a las variables presentes en la situación-problema. A partir de esta formulación preliminar procederá a relevar la información que permita analizar la viabilidad de las decisiones a implementar: uso de formulas conocidas, realización de nuevas ecuaciones o funciones que describan el problema.
- Etapa de Modelización Matemática: utilizando las herramientas matemáticas: definiciones, algoritmos, propiedades y teoremas el alumno deberá construir las expresiones matemáticas: funciones, ecuaciones, inecuaciones, etc. que relacionan las variables que describen la situación-problema, esto es: *realizar el modelo*.
- Etapa de Resultados: a partir de los valores medidos para las variables que están presentes en el modelo deberá realizar el cálculo con el modelo construido. Estos resultados deberán contrastarse, evaluarse e interpretarse considerando los valores estimados u observados en la realidad. Esta etapa brinda la posibilidad de decidir la bondad del modelo desarrollado y permite un nuevo ajuste para mejor representación de la realidad.



Como prueba del modelo, y aún antes de contrastar el mismo con la realidad, debemos considerar cuestiones como las siguientes: *¿son razonables las hipótesis?, ¿son correctas las medidas de las variables?, ¿se contradicen entre si las ecuaciones?, ¿existe una única ecuación que describe la situación?, ¿proporcionan las soluciones una respuesta al problema?*

Para la Modelización Matemática en la Practica Experimental de Laboratorio se propone calibrar un material de vidrio de laboratorio, construir la curva de calibrado y relacionar con el tipo de función a la cual corresponde el comportamiento de las variables.
El tipo de función a la cual responde una curva de calibrado del trabajo propuesto, es la función lineal.
Los objetivos específicos del Trabajo de Laboratorio es que los alumnos, logren:

- Construir una curva de calibrado del material de laboratorio de uso cotidiano para medir volumen
- Encontrar la diferencia que existe entre un mismo volumen leído con dos instrumentos.

- Interrelacionar contenidos del área de matemática y química general para el análisis e interpretación de la curva de calibración

Para alcanzar estos objetivos se les propone a los alumnos la **Construcción de la curva ml.de calibrado de la probeta con la pipeta.** Para ello deberán utilizar una probeta de 200 ml y una pipeta de 10 ml y agua destilada como sustancia a medir el volumen.
Medirán un volumen de 50, 100, 150 y 200 ml con la probeta. Luego los mismos volúmenes con una pipeta de capacidad de 10ml.Se Tomaran nota de los valores leídos según la pipeta.
Con los datos registrados se construirá una curva de calibrado teniendo en cuenta los ml leídos con la probeta versus los ml leídos con la pipeta. Luego se procederá a una lectura de la curva de calibrado, para ello entrarán en la curva construida por el eje correspondiente a la probeta y seguimos longitudinalmente hasta hacer intersección con la curva y giramos 90º hasta salir por el eje correspondiente a ml de pipeta, este último valor de la escala será el más correcto.

4. Análisis y Conclusiones

Al concluir el práctico de laboratorio se evaluó el informe elevado por los alumnos, en el cual se consideraron:
Relación mediante tablas y gráficos de la correspondencia entre los datos y tipos de escala utilizados, a partir de un par de ejes de coordenadas cartesianas.
Relaciones de correspondencia: asociar elementos del conjunto de partida de la relación, con elementos del conjunto de llegada.
Análisis de las relaciones anteriores, para una posterior descripción y análisis de los fenómenos para los cuales existe un único dato-resultado para cada valor de la variable considerada de manera de determinar si es una función.
Identificación de la variable independiente y la dependiente.
De acuerdo a los informes presentados por un total de 45 alumnos de la matrícula actual del primer año que cursa en el Laboratorio de Química General de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, podemos concluir, en general, que existe una evidenciada resistencia por parte de los alumnos a generar una representación gráfica de los datos obtenidos mediante un *gráfico cartesiano*. Para ello recurrieron a un programa de multimedia como supuesto facilitador de la situación, programa Excel, del cual un 60% de los informes evidenció que no utilizó en forma adecuada las herramientas del programa: los ejes de coordenadas estaban sin nombres, los ejes sin escalas, los gráficos sin nombres, ausencia de tablas de datos. Cuando se les interrogo personalmente por la ausencia de esos datos los alumnos manifestaron desconocer el manejo de dicho programa. Ver gráfico Nº1.
Alrededor del 35% pudo identificar de forma correcta la variable dependiente de la independiente, de manera que este bajo porcentaje pudo realizar correctamente las conclusiones de lo realizado experimentalmente.
La relación de proporcionalidad lineal entre variables no pudo ser identificada en un 25% de los alumnos.

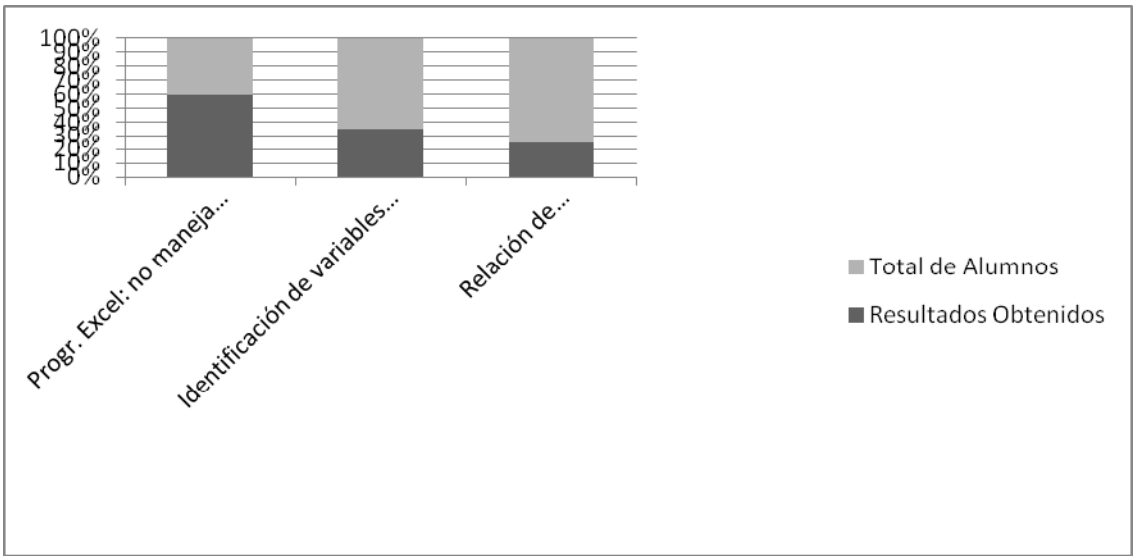


Grafico Nº1. Resultados obtenidos a partir de los informes escritos de Laboratorio

Como saldo positivo de esta experiencia se realizo una coevaluación de los resultados y del grupo de docentes y de alumnos se propuso realizar una Modelización Matemática en la sala de informática guiada por las docentes de Análisis Matemático I, de Química General y de Informática de manera de alcanzar dicho modelo de manera integral y realizar los ajustes pertinentes (identificación de la variable dependiente e independiente, relación proporcional que existe entre ambas, tipos de función en que se relacionan dichas variables, etc.) para que pueda ser utilizado como *anclaje* en experiencias de laboratorios futuras, ya que las curvas de calibrados son una tarea de rutina en los laboratorios de Química.

4. Referencias bibliográficas

Apostol, T.M. (2006). *Análisis Matemático*. Segunda Edición. Editorial Reverté.
Ausubel, D. P. (2000). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* .Editorial Paidós.
Bocco, M. (2010). *Funciones Elementales Para Construir Modelos Matemáticos*. Colección: Las Ciencias Naturales y La Matemática.
Chang, R. (2010) *Química*. Décima Edición. Mc Graw Hill Educación.
Goñi Zabala, J. M. (2008). *El Desarrollo de la Competencia Matemática*. Colección Ideas Claves.
Villa Gerley, M. R. (2007). *Manual de Prácticas Química General*. Sello Editorial Universidad de Medellín.

O UNIVERSO ESCOLAR E AS REPRESENTAÇÕES ESCOLARES: POTÊNCIAS DE UMA FORMA DE CONHECIMENTO

Bruno dos Santos Pastoriza; Rochele de Quadros Loguercio
Área de Educação Química – Instituto de Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - UFRGS
bspastoriza@gmail.com

Resumo
Este trabalho traz uma discussão sobre o conceito de Representações Escolares presente no universo escolar. Para realizar tal tarefa, destacam-se três pontos básicos e característicos da escola e do conhecimento nela produzido, quais sejam: 1) a produção de conhecimentos na escola é pautado no conhecimento científico de referência; 2) no processo de ensino e aprendizagem escolar é necessária a criação de Representações Escolares; 3) tais representações podem se mostrar tanto amplas e produtivas, quanto restritas e inócuas. Na discussão desses pontos é traçado um revezamento entre considerações teóricas e práticas, sendo a prática trabalhada a partir de uma pesquisa realizada em teses e dissertações relativas à área de Ensino e Educação em Química no Brasil. Por fim, discute-se a importância da pesquisa em Representações Sociais e sua constituição como conhecimento legítimo e potente do universo escolar.

Palavras-clave: Representação Escolar, Ensino de Química, Escola, Teses e Dissertações.

1. Introdução

Podemos entender a ideia de Representações Escolares como se constituindo em um conceito pensado para dar conta de representações especiais, criadas e/ou resultantes exclusivamente de processos didáticos; formas de conhecimento próprias produzidas e atravessadas a partir de diversos universos como o político, cultural, econômico e outros, os quais contribuem, principalmente aqueles entendidos por científicos e sociais (ora mais um, ora mais outro), com os processos de ensino e aprendizagem no lócus escolar. Tal ideia conceitual tem sua origem e inspiração nos intercruzamentos realizados entre Gaston Bachelard e Serge Moscovici, onde o primeiro nos possibilita através de sua filosofia da ciência pensar as diversas formas do conhecimento científico e seu estatuto epistemológico vigente, rompido (Bachelard, 1996) e deslocado do senso comum, onde a representação é uma constante, e o segundo nos traz considerações de como os conhecimentos do universo reificado da ciência se fazem presentes, circulam, são comunicados e modificados na sociedade (Moscovici, 2004).

Da conversa que realizamos entre esses pensadores e sua ligação com a especificidade do campo de pesquisa em Educação em Ciências, surge como objeto de pesquisa a discussão e legitimação de um espaço próprio – irredutível a qualquer outro – de criação, circulação e comunicação de conhecimentos: a escola. Nesse ambiente, dada a interação entre os diversos universos considerados, percebemos a construção, produção, criação, confecção, transmissão, recontextualização, de um conhecimento que, devido à conjuntura na qual se encontra, será tão diferente dos universos que participaram de sua produção quanto um universo é diferente do outro, ou seja, há a constituição de um

universo de saberes e conhecimentos particulares à escola, onde se constituem representações escolares.

Nesse pensar, algumas ideias cunhadas na teorização das Representações Escolares nos possibilitam elencar aspectos e características desse espaço de produção de conhecimentos: 1) o ensino e a aprendizagem escolar (mesmo que articulados por diferentes propostas curriculares, ações afirmativas, atividades de extensão) estão pautados numa racionalidade onde há a pretensa prevalência de um tipo específico de conhecimento – o científico – em detrimento de outros; 2) para dar conta desse ensino e dessa aprendizagem "padrão" é necessário se utilizar de recontextualizações didáticas que buscam aproximar os conhecimentos/saberes dos sujeitos envolvidos nesse processo àquele de referência, algo que se constitui marcadamente na criação de Representações Escolares; 3) tais representações são tão próprias ao seu local de produção (escola) que criam um conhecimento necessariamente escolar, legítimo e inserido em um dilema de potencialidade: tão produtivo que é capaz de auxiliar no entendimento do mundo, da sociedade e dos sistemas que o envolvem, principalmente os sistemas localizados no entorno físico-social-político das escolas, ao mesmo tempo em que é tão específico que em alguns casos não consegue extrapolar os muros dessa instituição.

Partindo desses pontos, realizaremos nossa discussão acerca da presença do conceito de Representações Escolares no universo escolar, onde, para isso, o abordaremos através de um revezamento entre aspectos teóricos e práticos, sendo esta prática entendida a partir de uma pesquisa realizada em teses e dissertações relativas à área de Ensino e Educação em Química no Brasil, onde evidenciamos algumas Representações Escolares que emergem do ensino e da aprendizagem do conceito de Transformações Químicas e que permitem neste texto as caracterizar e as exemplificar. Por último, traçando algumas considerações, realizaremos um apanhado das discussões tidas e apontaremos a importância da pesquisa em Representações Escolares na Educação em Ciências.

2. Ponto 1 – Partindo de um conhecimento de referência: a educação escolar pautada no "científico".

Ao analisar o espaço escolar percebemos a presença muito marcada de um conhecimento específico: o científico. Os estudos teóricos que traçamos e temos realizado em nossa pesquisa nos possibilitaram observar que para dar conta dos temas e conceitos presentes na escola é necessário a utilização de recontextualizações didáticas que têm função de aproximar[112] os conhecimentos/saberes dos envolvidos nesse processo (sejam docentes ou estudantes) àquele de referência, os quais são objetivados a partir de uma concepção de conhecimento científico "padrão".

Com base nisso é possível se traçar uma diferença entre esse espaço da escola e outros, como a vida social, a mídia, oficinas culturais, o trabalho, etc., pois, enquanto na escola se tem como limite (matemático) a pretensão de alcançar um conhecimento científico, microscópico, numenal, nesses outros espaços o limite se faz no ensino, aprendizagem e vivência de um processo prático, de uma forma de convívio social, de uma habilidade específica, de um costume, de uma norma, etc; enquanto na escola, por exemplo, a básica, temos um ensino baseado em um livro didático que na maioria das vezes faz uma dogmática apresentação dos conteúdos (Echeverría, Mello & Gauche, 2010), nesses outros espaços não há essa definição e "adaptação" de algo "científico", mas a

[112] Esse processo é nomeado por teorias cognitivistas em geral, ou da psicologia social, como ancoragem, ou ainda, integrante da ancoragem e objetivação.

adoção de outros estatutos de verdade que não se limitam, em grande parte dos casos, a um conhecimento ditado por uma hegemonia científica, como ocorre tradicionalmente na escola.

Pela perspectiva das Representações Escolares, diferentemente de outras linhas teóricas, o conhecimento científico é assumido como referente no ensino escolar. Embora saibamos que o senso comum, os saberes da vida diária, se fazem muito presentes e integrantes desse conhecimento escolar, também sabemos que estes não são os reais/efetivos/atuais parâmetros de avaliação, como o é o conhecimento científico. Evidenciamos isso tanto através de nossa experiência como educadores químicos, quanto nas pesquisas que temos realizado em teses e dissertações da área de Educação Química, onde percebemos que o conhecimento de referência é constantemente buscado, como na fala de Rosa (1996, pág. 89), onde a autora pergunta: "*Como os alunos poderiam se aproximar da ideia científica de interação química, se não conseguiam assumir a descontinuidade da matéria?*". Ora, vemos "o científico" buscado explicitamente na educação escolar.

Dessa forma, considerando o conhecimento científico como o "preferível", no momento em que se o está comunicando, tem-se uma articulação entre o que está sendo comunicado e o que já é de conhecimento dos indivíduos e é nessa articulação que compreendemos haver a criação de um conhecimento próprio à escola, que traz marcas muito fortes e arraigadas no social, mas que tem por base um processo que visa um conhecimento específico. Tal processo de didatização e as articulações que o constituem criam assim representações verdadeiramente escolares, as quais não se apresentam nem no universo da ciência, nem no social.

Uma forma possível de entendê-las é através da figura 1, onde podemos observar que não se trata de uma representação que traz todas essas formas de conhecimentos/saberes niveladas. O esquema apresentado nessa figura privilegia o conhecimento científico (topo) buscado constantemente (como limite) em uma educação escolar (intersecção) e que, por sua vez, extrapola o senso comum (base de saberes/conhecimentos). Na interpretação dessa imagem, percebemos que tanto ciência, quanto social, possuem um amplo corpo de conhecimentos e saberes (retângulos cinzas) que, no processo de didatização da Escola, vão sofrendo seleções, exclusões e inclusões de outros universos (setas ao longo das linhas) que acabam criando uma forma de conhecimento específica a um local, a um público, a uma época, com características que diferem dos universos que a compõem e dos outros múltiplos universos existentes.

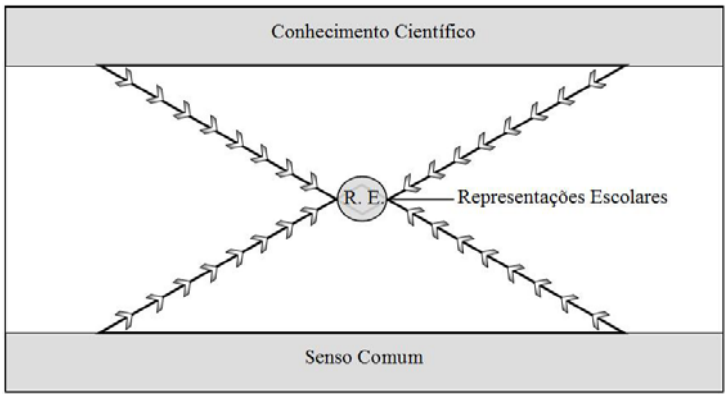


Figura 11: Relação entre Conhecimento Científico, Senso Comum e Representações Escolares. As setas representam as seleções que incluem/excluem demais saberes/conhecimentos nas Representações Escolares.

Nessa perspectiva, percebemos a criação de Representações Escolares como inerentes ao processo de ensino e aprendizagem escolar, algo que destacaremos no próximo ponto.

3. Ponto 2 – As Representações Escolares criadas para o ensino e/ou para a aprendizagem do conhecimento de referência: uma necessidade.

Analisando as teses e dissertações de pesquisadores brasileiros em Educação Química acerca do conceito de Transformações Químicas por eles trabalhado na escola[113], notamos a necessidade e emergência daquilo que se constitui marcadamente como a criação de Representações Escolares. Um exemplo disso pode ser observado em uma das falas, onde a pesquisadora considera que, no material que ela pesquisa e aplica em sua sala de aula,

> "(...) o conhecimento se constrói a partir de um conceito mais abrangente, sendo nesse caso, o conceito de transformação, para o desenvolvimento de conceitos mais específicos, como os conceitos de transformações dos materiais, substância e mistura, numa sequência adequada de organização e apresentação dos conteúdos" (Bortolai, 2009, pág. 60).

Podemos observar aí que há o objetivo de se ensinar outros conceitos "mais específicos", ou seja, mais deslocados no sentido de um refino em relação ao conhecimento de referência da ciência química. Igualmente, percebe-se que, para se proceder a esse ensino e, portanto, sua aprendizagem, a pesquisadora destaca um procedimento metodológico que passa de um conceito mais abrangente para um mais específico, algo que por si só indica a produção de um processo representacional que visa o aprendizado das transformações químicas.

Poderíamos traçar o contraponto disso ao verificar que tal processo de sistematização das transformações de algo abrangente para algo específico não se realiza na vida cotidiana, nem na ciência, marcando a especificidade do conhecimento criado na escola: na primeira, as transformações são simplesmente transformações, não conceituadas e não esquematizadas; na segunda, elas já são específicas, operadas muitas vezes em sua escala numenal, microscópica.

Desse exemplo pautado no ensino do conceito de transformações químicas, podemos nos deslocar ao outro extremo, a aprendizagem do mesmo conceito, uma vez que as Representações Escolares se fazem tanto em um quanto em outro. Sobre a aprendizagem, evidenciamos na fala de Rosa (1996, pág. 97) que, mesmo havendo "*uma tentativa dos alunos de adentrar no nível microscópico*", há a forte tendência de permanecerem no nível macroscópico. Notadamente, isso os leva a criar Representações Escolares sobre o tema, uma vez que passam a ter um novo entendimento das interações entre os materiais, que será diferente daquela que possuíam antes do processo de escolarização ao mesmo tempo em que não atingirá o nível abstracional em que a ciência opera com tal conceito.

Como evidenciado nos vários trabalhos analisados (Machado, 1999; Maldaner, 1997; e outros), as Representações Escolares se fazem muito presentes na Educação em Ciências, pois estando elas inseridas em uma racionalidade referenciada em um universo científico que apresenta uma linguagem específica (Machado, 1999) e que

[113] Embora entendamos por "escola" tanto aquela de nível básico (ensino infantil, fundamental e médio) quanto aquela de nível superior (graduação e pós-graduação), os trabalhos encontrados sobre esse tema foram todos referentes à Escola Básica.

deve ser recontextualizado a outro (o escolar), surge a necessidade de se criarem estratégias, formas e procedimentos capazes de permitir a comunicação dessas informações. Nesses processos percebemos, na maioria das vezes, serem criados, de fato, novos conhecimentos (nem científicos, nem comuns, mas escolares), com tantas potencialidades de rupturas e avanços quantas possibilidades de reconstituírem continuidades. A respeito dessa especificidade, discutiremos o ponto três.

4. Ponto 3 – A dualidade do conhecimento escolar e suas Representações Escolares: De formas de conhecimento produtivo à esterilidade da sala de aula.

Conforme discutido até o momento, entendemos como algo inerente à educação escolar – em particular à Educação em Ciências – a presença de representações próprias a esse espaço. Todavia, é possível perceber que tais representações apresentam em si mesmas aquilo que consideramos como seu dilema de potencialidade, onde apresentam a potência de serem espraiadas, abrangentes e integradoras dos aspectos cotidianos com um novo conhecimento que possibilite uma "outra" leitura do mundo, ao mesmo tempo em que podem se constituir de estéreis, resumidas e localizadas intramuros escolares.

Embora tenhamos discutido que o conhecimento científico é aquele que pauta os processos avaliativos, bem como é o "preferível" que o ensino escolar busca que seja aprendido, isso não alude, de maneira alguma, que os conhecimentos produzidos no lócus escolar devam ser também científicos, ou que se deseje ali formar cientistas. Não se busca na escola, em uma primeira abordagem, mudar o instituído ou deixar de tê-lo como referência, mas compreendê-lo, apreendê-lo, utilizá-lo na construção de várias possibilidades de leitura do mundo material, social, cultural. Temos assim, a constituição de uma forma de conhecimento que é representado de maneira própria a ela, com seus objetivos, profundidade, referência e aplicações. Esses conhecimentos, na simultaneidade em que saem em busca de uma cientificidade, se instalam em um universo específico e não redutível a nenhum outro – mas que ainda sim tem a potencialidade de ser produtivo e contribuir à formação de seus sujeitos, como destacamos no trabalho de Maldaner (1997, pág. 289), onde o autor traz que é "*o homem que busca modificar a natureza e produzir materiais com certas características desejáveis. (...) Realizar essa reflexão junto a uma classe de alunos permite a participação deles na constituição de uma das noções mais fundamentais no ensino de química (...)*". Nessa fala, percebemos que é possível/potente que o ensino de química escolar esteja presente no desenvolvimento crítico/hipercrítico (Veiga-Neto, 2006) de alunos e professores, sendo mais uma ferramenta de interpretação e entendimento do espaço físico, social, político, econômico, ideativo etc.

Por outro lado, de um conhecimento escolar com potencialidade de ser abrangente e contextualizado, temos também a possibilidade de criarmos representações assépticas, desvinculadas da organicidade da sociedade em que estão inseridas, restritas, caracterizando-se a outra ênfase de nosso dilema. Nessa perspectiva temos as representações criadas no lócus escolar como formas de conhecimento que não conseguem extrapolar as barreiras físicas da escola, seja ao considerarem os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem como isentos, neutros, passivos e não reflexivos (Zanon & Maldaner, 2010), seja em sua seleção curricular desvinculada da crítica sobre a discussão, inserção ou contextualização de dado conhecimento, seja sobre a descrença de se discutir a validade dos conteúdos de ensino escolhidos ou excluídos ou, ainda, sejam por outros aspectos inseridos na complexidade do universo escolar. Nesses casos, vemos que as Representações Escolares neles criadas se

constituem e se aproximam de um "decorar", de um "*savoir par cœr*", se distanciando de uma reflexividade, contextualização e posicionamento de seus sujeitos – aspectos tão discutidos como imprescindíveis à formação dos sujeitos sociais.
Essas considerações acerca da presença das Representações Escolares no contexto da escola, sua referência no conhecimento científico e seu dilema de potencialidade nos permitem pensar sobre as pesquisas que envolvem tais representações e suas implicações e contribuições para o Ensino de Química e a educação escolar.

5. Considerações Finais: A importância da pesquisa em Representações Escolares.

Nesse trabalho discutimos o espaço escolar e suas Representações Escolares. Entendendo essas representações como formas de conhecimento produzidas no ensino e/ou aprendizagem escolar como efeito dos atravessamentos entre conhecimento científico, senso comum, contexto escolar e outros universos, buscamos as abordar como inerentes a esse espaço e irredutíveis a qualquer outro. Para tal, destacamos três pontos, onde partimos da consideração de um conhecimento de referência à educação escolar (o científico), a necessidade de recontextualizá-lo nesse espaço, que, portanto, cria as Representações Escolares, e, por último, trouxemos o dilema de potencialidade que tais representações apresentam. Para subsidiar essas considerações, realizamos nossa discussão a partir de aportes teóricos e práticos, sendo estes últimos entendidos como as teses e dissertações acerca de um conceito químico e sua utilização no contexto escolar desenvolvidas por pesquisadores em Educação Química realizadas no Brasil.
Neste trabalho, as reflexões realizadas sobre as representações que circulam na escola implicaram em um "pensar sobre" a ação de sujeitos que fazem a ciência, o senso comum e a própria escola, da mesma forma em que pudemos considerar as vias de aplicação do conceito de Representações Escolares com o qual trabalhamos e seus potentes desdobramentos, que vão desde sua aplicação na prática docente, na discussão epistemológica dos conceitos trabalhados no ensino, na contribuição com o caráter histórico da produção de saberes e conhecimentos, suas múltiplas leituras, sua contribuição na materialização de uma ciência (escolar) como ação humana e no exercício da ação escolar, até sua potencialidade de se restringir a um *continuum* descontextualizado e esterilizado relativo a formas de conhecimento somente aplicadas e utilizadas entre as paredes da escola.
Por nossa perspectiva de pesquisadores e educadores em química, atuantes tanto na formação inicial e continuada de docentes quanto na escola básica, entendemos ser importante, possível e necessária a pesquisa e discussão acerca das representações criadas no contexto escolar e seu destaque como pertencentes à primeira abordagem do dilema sinalizado, onde se relacionam não a algo do "sempre foi" ou "sempre será", mas a uma construção de cientistas, de educadores; a uma produção correlacionada a demandas sociais, políticas, econômicas e que por tais características, se mostra dinâmica e imanente a elas e que merece ser foco de estudos, sendo fator de definição de um conhecimento escolar possivelmente profícuo, interessante e criativo.

6. Agradecimentos

Ao PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da UFRGS e à CAPES pelo financiamento da bolsa de pesquisa.

7. Referências

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Bortolai, M. (2009). *Proquim em ação: ressignificando o conceito de transformação no Ensino Médio*. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo.

Echeverria, A. ; Mello, I.; Gauche, R. (2010). Livro Didático: Análise e utilização no Ensino de Química. In: Santos, W.; Maldaner, O. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 263-286.

Machado, A. (1999). *Aula de química: discurso e conhecimento*. Tese de doutorado (doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas.

Maldaner, O. (1997). *A formação continuada de professores: ensino-pesquisa na escola – professores de química produzem seu programa de ensino e se constituem pesquisadores de sua prática*. Tese de doutorado (doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas.

Moscovici, S. (2004). *La psychanalyse, son image et son public*. 3ª ed. Paris : PUF.

Rosa, M. (1996). *A evolução de ideias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre transformação química em um processo de ensino construtivista*. Dissertação de mestrado (mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas.

Veiga-Neto, A. (2006). Educação e pós-modernidade: impasses e perspectivas. *Educação On-Line (PUC-RIO)*, 2 (2),1-11.

Zanon, L. B.; Maldaner, O. A. (2010). A química escolar na inter-relação com outros campos de saber. In. Santos, W.; Maldaner, O. A. (org.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 101-130.

ENSINO DE QUÍMICA E EDUCAÇÃO INCLUSIVA: CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES ADAPTADOS

Márcia R. Cordeiro[1]; Keila B. Kiill[1]; Fernanda V. M. Bazon[2]; Karina C. Scalco[1]
[1]Universidade Federal de Alfenas; [2] Universidade Federal de São Carlos
marcia.unifal@gmail.com

Resumo
A discussão sobre educação inclusiva tem grande relevância na busca de oportunidades para todos os indivíduos, independente de suas necessidades específicas de aprendizagem. O material didático pode contribuir para a aprendizagem, entretanto, é fundamental que este tenha potencial inclusivo. Esta pesquisa buscou produzir um modelo com características que favoreçam a inclusão de alunos com baixa visão, no que concerne o ensino de Química. Foi produzido um modelo adaptado e submetido à avaliação de professores especializados em deficiência visual e Química. O modelo apresenta potencial inclusivo, já que as representações foram elaboradas com cores contrastantes, tamanho e forma adequados, possibilitando melhor visualização com ou sem instrumentos de auxílio óptico. Além disso, considerou na elaboração e avaliação as propriedades químicas O material foi também avaliado por alunos com baixa visão e normovisuais que apontaram que este auxilia na aprendizagem dos conteúdos químicos. Pode-se verificar então que o material tem potencial inclusivo, respeitando os referenciais perceptuais dos alunos com baixa visão.

Palavras-chave: Ensino de Química; Educação inclusiva, Modelos moleculares

1. Introdução

O Ensino Médio no Brasil é considerado a última etapa da Educação Básica. Dentre os propósitos desta etapa de ensino destaca-se o desenvolvimento de conhecimentos contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e abrangentes, que correspondam a uma visão holística de mundo (Brasil, 2000).

Com isso, ao aluno, ao se inserir no ambiente escolar, deve-se proporcionar o entendimento de conteúdos químicos, sendo os mesmos problematizados e contextualizados. Nesta vertente de um ensino significativo, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas pelos pesquisadores na de Ensino de Química.

Os estudos mostram que, muitas vezes, o ensino de Química toma caminhos onde se exige alto grau de abstração por partes dos alunos, fazendo com que estes pouco compreendam os constructos dessa ciência. Uma das principais considerações para esta dificuldade está no fato destes alunos, muitas vezes, não conceberem os conteúdos no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da Química é meramente decorativo. Assim, cabe aos profissionais do ensino da Química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado.

1.1 – Metodologias utilizadas no Ensino de Química

O Educador em Ciências está em constante busca de novas metodologias que incluam acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas, tornando-as palatáveis para os alunos. Neste ponto, duas constantes perguntas que permeia suas reflexões são: “como” fazer e “com que” fazer Educação.

Dentre as metodologias disponíveis aos educadores atualmente, pode-se destacar: a internet como fonte infinita de materiais como experimentos, textos, artigos, mídias, animações, etc; além disso, em alguns casos pode-se contar com experimentotecas, kits didáticos, revistas científicas oferecendo atualização sobre os mais diversos temas científicos e oferecendo alternativas para a dinamização das aulas.

Considerando que a busca por estratégias de ensino objetivam garantir a aprendizagem, e entendendo a aprendizagem na perspectiva de Ausubel (1980), em que esta é significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, são necessárias algumas condições para que isso aconteça. Dentre elas, a predisposição do aluno para aprender, potencial significativo do conteúdo e utilização de material potencialmente significativo. Pode-se perceber, portanto que o material didático, empregado nas aulas, exerce um papel importante no processo de aprendizagem, pois este pode ou não, favorecer este processo na construção do conhecimento.

Uma metodologia bastante empregada em Química refere-se ao uso de modelos. Trabalhar com modelos é uma parte intrínseca do conhecimento químico e, sem o uso deles, a Química fica reduzida a uma mera descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças (Fernandes e Marcondes, 2006). Um modelo, portanto, não é uma cópia da realidade, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações desta (Ferreira e Justi, 2008). Estes podem ser desde modelos matemáticos, como cálculos, a modelos teóricos, representados por figuras, desenhos, ou ainda modelos concretos, como é o caso das representações estruturais, usando modelos moleculares. Os modelos moleculares são utilizados para facilitar a aprendizagem de vários conceitos, e assim podem auxiliar na compreensão de conteúdos químicos. Neste ponto, o uso destes é simples e de grande valia para este propósito, pois apoia a "percepção" das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas (Lima e Lima-Neto, 1999).

Existem diversos modelos moleculares comercializados, que constituem um recurso a mais no ensino de conteúdos de Química, onde se requer uma visão espacial mais desenvolvida, e muitas vezes insuficiente para os alunos na fase escolar identificada inicialmente. Entretanto, estes materiais, assim como a grande maioria de recursos didáticos voltados para o Ensino de Química, contemplam quase sempre, alunos que não possuem necessidades especiais de aprendizagem.

1.2 – Alunos com Necessidades Educacionais Especiais

A Educação Especial e Inclusiva é temática de grande relevância no cenário educacional brasileiro, podendo ser verificada a preocupação com a criação de oportunidades de inclusão no ensino regular para alunos com NEE. Como apontado anteriormente os alunos com deficiência são parcela significativa do que se considera atualmente como Necessidades Educacionais Especiais, necessitando assim que os professores estejam preparados para atuar com este público.

A inclusão escolar tem por base valores simbólicos importantes, que se pautam na igualdade de direitos e oportunidades educacionais para todos os indivíduos. Entretanto, o processo de inclusão ainda encontra sérias resistências que se referem principalmente ao acesso de todos os alunos à escola comum. (Brasil, 2001).

A discussão acerca da Educação Inclusiva atualmente possui a tendência de contrapor inclusão e exclusão. Patto (2008) faz uma análise a partir das idéias de Martins acerca desta contraposição e afirma que atualmente o principal problema enfrentado tanto na escola quanto no mercado de trabalho é a inclusão marginal. Na escola isso pode ser notado pelo fato de existir um grande número de vagas para novas matrículas, gerando a inserção de alunos com NEE no ambiente escolar, entretanto, a matrícula destes alunos não garante que eles sejam incluídos no processo de aprendizagem, havendo assim uma inclusão instável, precária ou marginal.

Apesar desta pesquisa se referir especificamente a materiais didáticos que possam atender as necessidades perceptuais de alunos com deficiência visual, a inclusão escolar não se refere apenas às pessoas com deficiência, e sim, conforme estipulado na Declaração de Salamanca, àquelas que possuem alguma necessidade educacional especial, seja esta provinda de povos nômades, marginalizados, crianças que trabalham, com deficiência, com problemas de aprendizagem, etc.

O recorte proposto nesta pesquisa justifica-se pelo fato de que as pessoas com deficiência visual devem ser atendidas pela inclusão e necessitam de diversas adaptações para terem acesso à linguagem vigente na escola, tanto escrita quanto aos materiais didáticos utilizados pelos professores. Masini (1997) ressalta em seu trabalho que, para a compreensão do indivíduo com cegueira, é preciso levar em consideração que ele possui um referencial perceptual desconhecido para os videntes, e que a sua comparação com videntes, não fornece esclarecimentos sobre seu desenvolvimento e seu posicionamento no mundo. Faz-se necessário então enfocar a pessoa com cegueira considerando o seu referencial perceptual, isto é, a sua forma singular de perceber e interagir no mundo.

Neste estudo, porém, evitou-se comparações entre alunos videntes e alunos com deficiência visual. Busca-se atender as necessidades de todos os alunos inseridos na escola, respeitando assim o ideal da escola inclusiva. A não comparação é um ponto relevante desta investigação, pois na escola, muitas vezes, a avaliação dos alunos pauta-se na comparação entre as crianças. Ao se comparar as habilidades adquiridas por uma criança com deficiência visual e uma vidente, tem-se por base o referencial perceptual do vidente, o que implica na constatação do déficit da que possui uma deficiência. Sendo assim, as possibilidades e maneira singular de apreender o mundo das crianças com deficiência visual são ignoradas. Este estudo, portanto, pautou-se no respeito à diferença, na busca de contribuições para a educação e desenvolvimento de crianças com deficiência visual.

2. Objetivo

O objetivo deste estudo consistiu na avaliação de modelos moleculares existentes no mercado e a elaboração de um modelo que atenda as necessidades perceptuais tanto de alunos com baixa visão quanto videntes. São objetivos específicos, portanto: Avaliar o potencial inclusivo de dois modelos moleculares comercializados; Verificar: (a) adequação do material didático desenvolvido ao referencial perceptual da pessoa com baixa visão; (b) adequação do material didático desenvolvido ao ensino de Química no ensino médio.

3. Metodologia

Neste trabalho, optou-se pela abordagem de pesquisa qualitativa, onde esta é entendida, como a busca pela compreensão de um fenômeno em profundidade, mais

especificamente, a utilização de modelos moleculares por alunos com deficiência visual e videntes, buscando assim, a elaboração de material inclusivo. Frente a isso, a escolha por esta abordagem metodológica justifica-se, pois conforme propõe Liebscher (1998) a metodologia qualitativa é apropriada para o estudo de fenômenos complexos, sendo necessária a observação, o registro e a análise do fenômeno estudado visando o entendimento de sua complexidade.
Os sujeitos da pesquisa foram três profissionais especialistas em educação especial; três professores universitários de Química Orgânica; um aluno com baixa visão e dez alunos do ensino médio videntes. A participação destes foi relacionada à avaliação conceitual e perceptual do material produzido. Os instrumentos de pesquisa foram questionários: um deles para avaliação da potencialidade dos modelos moleculares comerciais como material inclusivo; e outro com questões para avaliação dos modelos moleculares produzidos. Para a confecção dos modelos, utilizou-se os seguintes materiais: bolas de isopor, bolas de madeira, barbante de diversas cores, cola, verniz incolor, fio de cobre, lixa e tinta.

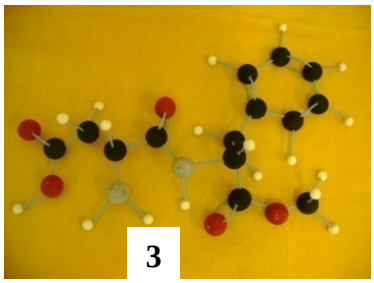
4. Análise dos resultados

Os dois modelos moleculares comercializados selecionados foram avaliados por três professores da área de educação especial quanto ao seu potencial para uso por alunos com baixa visão. Ambos os materiais foram considerados inadequados para este fim, sendo destacadas as seguintes características que desfavorecem o uso destes: cores com baixo contraste; tamanho pequeno, dificultando a manipulação e percepção visual; dificuldade no encaixe das moléculas. Frente a estas considerações no presente estudo foi realizada uma proposta de elaboração de modelo molecular adaptado. Este modelo foi elaborado com materiais que podem ser facilmente encontrados e, portanto, podendo assim ser reproduzidos nas escolas regulares.
Para a obtenção do modelo inclusivo, inicialmente separou-se os seguintes materiais: bolas de isopor, bolas de madeira, barbante colorido para revestimento das bolas de isopor (Preto, Amarelo, Cinza, Verde, Vermelho), tinta branca para as bolas de madeira e fios de cobre para representar as ligações. As bolas de isopor foram encapadas com os barbantes coloridos, utilizando-se cola branca dissolvida em água. Cores distintas foram utilizadas para representar átomos distintos (carbono, enxofre, fósforo, oxigênio, halogênios). As bolas de madeira foram lixadas e pintadas de branco, representando o átomo de Hidrogênio (figuras 1 e 2).

Figura 1 e 2: Elaboração do modelo molecular adaptado

Um aspecto importante nas estruturas é a representação correta do ângulo de ligação. Estes foram medidos usando um transferidor, furando as bolas em pontos pré-determinados, de acordo com as ligações de cada espécie. As ligações entre os átomos foram representadas usando fios de cobre encapado, cortados do mesmo tamanho.

Como estes possuem certa mobilidade, podem ser utilizados também para representar ligações duplas e triplas. O modelo proposto está representado nas figuras 3 e 4.



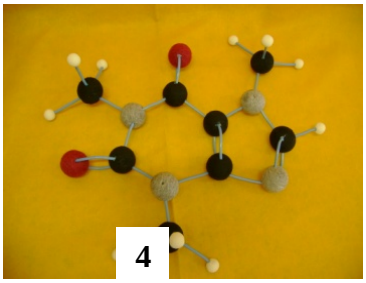


Figura 3 e 4: Representação da molécula do Aspartame ($C_{14}H_{18}N_2O_5$) e da Cafeína ($C_8H_{10}N_4O_2$), respectivamente.

Quanto à avaliação do material adaptado pode-se destacar as seguintes considerações: Os dez alunos videntes consideraram que o material era de fácil manuseio e visualização da forma. Quanto às cores, a maioria considerou que as mesmas possibilitavam uma fácil visualização e contraste. Dentre algumas características do modelo que podem auxiliar a aprendizagem, apontadas pelos alunos, podemos destacar: forma simples, fácil manuseio, flexibilidade, boa percepção tátil, fácil acesso aos materiais, entre outras. Como sugestões, para melhora do material, foi indicada a utilização de cores mais fortes, melhora no encaixe e mudança nas texturas do material.
O modelo molecular adaptado foi avaliado por um aluno com baixa visão, do ensino médio, que considerou que o material era de fácil manuseio, boa visualização da forma e fácil visualização das cores devido ao contraste existente. A mesma sugestão para melhora do material dada pelos alunos videntes foi feita pelo aluno com baixa visão.
O modelo molecular adaptado foi avaliado por três profissionais especializados em Educação Especial, sendo uma professora universitária na área de educação especial, uma professora de escola especial e uma ex-diretora de escola especial. Em relação percepção tátil, os profissionais consideraram que o material era de fácil manuseio, possibilitava boa percepção tátil e o consideraram como adequado para a baixa visão, já que possuem tamanho que possibilita a diferenciação entre as representações de átomos e ligações. Quanto à percepção visual, os três profissionais consideraram adequados para alunos com baixa visão, pois apresentavam cores contrastantes entre si.
No que se refere à diferenciação entre os átomos, dois profissionais consideraram que as representações dos átomos eram consideradas adequadas para alunos com baixa visão e um o considerou como pouco adequado, argumentando necessitar de texturas diferentes. Em relação à cor, também houve outra sugestão por um dos avaliadores, onde esta as considerou pouco adequadas, sugerindo cores em maior contraste. Para os outros dois profissionais as cores foram consideradas adequadas para o uso do material para alunos com baixa visão.
Analisando a avaliação destes professores, pode-se notar que, quando tratou-se de percepção visual, os três consideraram que o modelo estava adaptado; porém quando tratou-se apenas da cor e da diferenciação dos átomos, um destes professores considerou que o modelo encontrava-se pouco adequado, sendo necessárias cores com maior contraste. Há nesta avaliação uma contradição do profissional que, ao avaliar o modelo como um todo, o considera como facilitador da aprendizagem para alunos com baixa visão, mas ao tratar especificamente cada parte, modifica sua avaliação, considerando-o pouco adequado. Esta contradição, em especial frente à avaliação dos outros dois

profissionais, pode sugerir uma inconsistência do avaliador quanto ao entendimento do objetivo do modelo adaptado.
No tocante a avaliação pelos professores universitários de Química Orgânica o material possui representações químicas de forma adequada e pode facilitar a aprendizagem no ensino de Química. Como sugestões, os professores indicaram algumas mudanças, como tamanho da representação do átomo, que poderia ser um pouco maior, e as cores utilizadas que poderiam ter um maior contraste.

5. Considerações finais

A partir da avaliação dos modelos moleculares comercializados, pode-se considerar que estes não possuíam propriedades inclusivas, que garantisse as mesmas oportunidades de aprendizagem a alunos com deficiência visual e videntes, segundo os profissionais da área em questão. Frente a isto, foi elaborado uma proposta de modelo molecular adaptado que também passou por avaliação por especialistas em deficiência visual, para avaliarem seu potencial inclusivo; por professores de química, para avaliarem suas propriedades químicas definidas e também por alunos videntes e com baixa visão, que avaliaram se o modelo auxilia na compreensão de conceitos químicos. No geral, o modelo construído obteve em sua avaliação, resultados satisfatórios no que se diz respeito as propriedades inclusivas. Sua forma, cor e tamanho podem auxiliar aos alunos com baixa visão na aprendizagem de conceitos químicos.
A maior dificuldade na realização deste trabalho se deu na pesquisa bibliográfica quanto aos materiais didáticos adaptados para o ensino de química, devido à grande falta de materiais que possuam características inclusivas. Desta forma revela-se a importância de estudos acerca desta temática já que, ao se buscar a construção de uma escola inclusiva, os alunos com NEE precisam encontrar condições de se inserir no processo de aprendizagem.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do MEC (PROEXT/2010 MEC/SESu), do CNPQ e da FAPEMIG (Brasil).

7. Referências

Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H (1980). *Psicologia Educacional.* (trad. De Eva Nick et al.) Rio de Janeiro, Interamericana.
BRASIL. Ministério da Educação. Parecer 17/2001 (2001). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/parecer17.pdf Acesso em: 04 mar. 2009
BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf Acesso em: 06 jun. 2011
Fernandes, C; Marcondes, M.E.R (2006). Concepções dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*. (24), 20-24
Ferreira, P.F.M. Justi, R.S. (2008). Modelagem e o "Fazer Ciência". *Química Nova na* Escola. (28)
Liebscher, P. (1998). Quantity with quality? Teaching quantitative and qualitative methods in a LIS Master's program. *Library Trends.* (46), Spring.
Lima, M. B. Lima-Neto P. (1999). Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química *Química Nova* (22).

Masini, E.F.S. (2007) *A pessoa com deficiência visual: um livro para educadores* . 1ª Ed. São Paulo: Vetor,

PATTO, M.H.S. (2008). Políticas atuais de inclusão escolar: reflexão a partir de um recorte conceitual. **In**: BUENO, J.G.S.; MENDES, G.M.L.; SANTOS, R.A. ***Deficiência e escolarização****: novas perspectivas de análise*. Araraquara, SP: Junqueira&Marin.

FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE QUÍMICA A PARTIR DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES PARA CURSOS DE LICENCIATURA (2002)

João Paulo Mendonça Lima; Eliana Midori Sussuchi; Acácio Alexandre Pagan; Juvenal Carolino da Silva Filho
Universidade Federal de Sergipe (UFS) – Brasil
esmidori@gmail.com

Resumo:
A formação de professores tem sofrido várias críticas quanto à dissociação existente entre teoria e prática, presença da racionalidade técnica e modelos de formação que se aproximam de um curso com características do bacharelado. Assim, a partir das modificações ocorridas após a implantação de novas Diretrizes Curriculares para cursos de Licenciatura (2002), buscamos compreender as contribuições sobre o aumento e incorporação de disciplinas de prática pedagógica ao longo de um curso de licenciatura em Química localizado em uma universidade pública do Nordeste Brasileiro. Essa primeira análise nos forneceu alguns indicativos, sobre como vem ocorrendo a formação do professor no referido curso.

Palavras chaves: Formação de professores, Licenciatura em Química, Diretrizes Curriculares.

1. Introdução

No campo das pesquisas educacionais há uma ampla preocupação com a formação inicial e continuada de professores e consequentemente com a qualidade do ensino-aprendizagem na Educação Básica (MALDANER, 2006; ROSA, 2004). Dentre as principais preocupações, estão questões relacionadas aos baixos níveis de aprendizado mostrados pelos alunos quando são submetidos a avaliações externas, como as do governo federal e vestibulares, e internas, no contexto da própria escola (MALDANER; PIEDADE, 1995). As pesquisas têm retratado que há limitações na ordem de gestão pública de recursos educacionais, da participação da sociedade no desenvolvimento das atividades escolares, distúrbios de aprendizagem e na formação de professores, sendo esse o principal foco deste trabalho.

Em relação à formação de professores, alguns limites importantes para que professores da Educação Básica e formadores de professores, construam processos de reflexão e pesquisa sobre sua prática são: a falta de preparo para lidar com os problemas da sala de aula; os modelos de formação inicial que se aproximam das características do curso de bacharelado; a concepção do professor como técnico, distanciamento entre escola e universidade, pesquisa e ensino, teoria e prática.

Outra questão bastante problemática é a necessidade atual de formação de professores para seguir a carreira docente na Educação Básica, especialmente na área de Química, tão carente, como mostrado em informações disponibilizadas pelo Ministério da Educação, nas campanhas atuais de incentivo a carreira docente e nos próprios dados publicados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) e Censo da Educação Superior. Esses dados mostram, em números referentes ao processo de formação de professores, que estes, apesar das necessidades presentes no País, não querem lecionar mesmo após ter cursado a licenciatura.

Com relação à necessidade de formação de professores de Química, a situação é bem mais problemática, até porque o processo de expansão e acesso à Educação Básica, que vem ocorrendo atualmente, prevê a criação de milhares de vagas para atuação nessa área nos próximos anos. Mesmo com o aumento dos cursos de licenciatura, especialmente com o processo de expansão das universidades brasileiras, parece que o número de professores que serão formados é insuficiente para atender às necessidades de vagas docentes que estão surgindo.

[...] por fim, para o Ensino Médio, que passa por um processo de grande expansão, a necessidade estimada é de um incremento de 125 mil novos docentes [...] estimam-se graves problemas, em especial nas áreas de Física e Química, para atender ao incremento da matrícula no Ensino Médio (BRASIL, 2003, p. 13).

Os cursos de Licenciatura surgiram no Brasil, no século XX (AYRES, 2005), tendo estes características do Bacharelado, visto que os currículos possuíam o modelo 3+1. Assim, o licenciando tinha, durante sua graduação, no período de três anos, disciplinas técnicas e características de um curso de Bacharelado, e um ano com as disciplinas voltadas para a prática pedagógica.

Schnetzler (2000) afirma que, pelo fato de a maior parte dos currículos da licenciatura ser compostos de disciplinas de cunho específico, nas quais o trabalho desenvolvido é característico do modelo transmissão-recepção, a ideia de que ensinar é uma tarefa fácil vai sendo reproduzida pelos formadores aos licenciandos, provocando assim a formação de concepções simplistas sobre o processo de ensino-aprendizagem. Assim, os professores acreditam que para ensinar basta ter o domínio do conhecimento específico da área e algumas técnicas que são vistas como receitas. Esse modelo concebe o professor como técnico e está fundamentado no paradigma da racionalidade técnica, fruto do "positivismo, que prevaleceu ao longo de todo o século XX, servindo de referência para a educação e socialização dos profissionais em geral e dos docentes em particular" (GÓMEZ, 1997, p. 96).

Nesse modelo as atividades desenvolvidas pelos profissionais são instrumentais e buscam resolver problemas presentes na prática mediante a utilização de teorias científicas produzidas por teóricos que não levam em consideração os saberes e conhecimentos produzidos por quem está desenvolvendo a atividade profissional. Desse modo, cabe ao profissional de qualquer área, inclusive ao professor, resolver situações problemáticas, através da aplicação do conhecimento produzido por quem nunca vivenciou as situações de incerteza que os docentes e outros profissionais enfrentam todos os días.

É justamente por essa separação entre as teorias produzidas e a sua aplicação prática que a racionalidade técnica vem sendo alvo de críticas, pois as situações que os professores enfrentam todos os dias são recheadas de incerteza, marcadas por conflitos de valores, histórias de vida diferentes, carregadas de diferenças culturais, de perspectivas diversas, de variadas necessidades, de contextos específicos e únicos, que a aplicação técnica de conhecimentos teóricos mostra-se limitada em resolver: "não existe uma teoria científica única e objectiva, que permita uma identificação unívoca de meios, regras e técnicas a utilizar na prática, uma vez identificado o problema e clarificado as metas" (GÓMEZ, 1997, p. 99).

Essa separação entre teoria e prática contribui para as distâncias entre: pesquisa e ensino, escola e universidade, formadores e professores da Educação Básica, tornando-se questões importantes deste estudo, pois, o referencial teórico adotado em nosso trabalho: Schön (1997); Maldaner (2006); e Rosa (2004) vêm mostrando que esse

distanciamento é um dos principais problemas no processo de formação do professor, da superação da racionalidade técnica e também da formação de professores que busquem refletir e investigar sobre sua prática pedagógica.
As problemáticas presentes no ensino-aprendizagem de Química na Educação Básica e na formação dos professores responsáveis pelo trabalho com esta disciplina fizeram-nos buscar respostas que contemplem possibilidades de superar algumas situações que causam entrave à formação destes profissionais, a exemplo de visões simplistas sobre a atividade docente e racionalidade técnica presente nos currículos de licenciatura. Neste trabalho, buscamos identificar como as mudanças ocorridas no currículo da licenciatura em Química de uma universidade do Nordeste Brasileiro, vêm contribuindo para minimizar alguns destes problemas, sendo que este currículo sofreu algumas alterações seguindo as novas Diretrizes Curriculares para cursos de Licenciatura (2002).

2. Abordagem metodológica

Buscamos estabelecer uma abordagem de cunho qualitativo, tendo em vista as afirmações de Alves-Mazzotti e Gewandsnajder (1998), onde o principal instrumento de investigação é o pesquisador, além de levar em conta as contribuições de Lüdke e André (1986), que trazem a discussão sobre o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, no caso da pesquisa qualitativa.
A coleta de dados inicial foi realizada através da análise de documentos. Verificamos as propostas elaboradas pelo Ministério da Educação que permitiram as modificações na estrutura curricular dos cursos de licenciatura de todo o Brasil, inclusive o curso descrito neste trabalho. Optamos por preservar o nome da Instituição de Ensino Superior, a fim de garantir o anonimato de alguns formadores que fizeram parte do segundo momento desta pesquisa, realizada através de entrevistas.

3. Análise dos resultados

O trabalho nos permitiu identificar algumas das principais mudanças como:
a. Aumento da carga horária do curso e das disciplinas de prática pedagógica; **b.** Incorporação dessas disciplinas ao longo de todo o currículo; **c.** Antecipação de algumas disciplinas e dos estágios supervisionados, que ocorriam apenas no final do curso através da disciplina "Prática do Ensino de Química"; **d.** Maior contato com as escolas, influenciado principalmente pela antecipação e aumento do número de estágios; **e.** Tentativa de superação do modelo (3+1).
A partir das mudanças ocorridas, podemos observar a tentativa de superar um currículo com características de bacharelado desde o início do curso, quando são apresentadas disciplinas voltadas à formação do professor. Observamos, no currículo que vigorou até o ano de (2006) semelhanças com o modelo de ensino (3+1), principalmente por conta das poucas disciplinas voltadas à discussão sobre formação do professor e também pelo pouco contato com o campo de trabalho, o qual estava reduzido à disciplina Prática do Ensino de Química, presente no último período do curso e com uma carga horária de apenas 90 horas.
As disciplinas de prática pedagógica incluídas na proposta foram: "Temas estruturadores para o ensino de Química" I, II, III e IV; "Metodologia para o ensino de Química"; "Ferramentas computacionais para o ensino de Química"; "Estágio supervisionado em ensino de Química I, II, III e IV".
As disciplinas como a "Instrumentação para o ensino de Química I, II e III" eram ministradas apenas no 7º, 8º e 9º períodos; a partir das mudanças, duas dessas

disciplinas são ministradas no 1º e 2º períodos, cada uma com carga horária de 30 horas. Nestas disciplinas são trabalhados temas como: teorias da aprendizagem e sua importância para o ensino de Química, Diretrizes Curriculares Nacionais, temas químicos sociais e modelos de mudança conceitual na instrução. Esses temas são muito importantes no início do curso, para que os discentes, futuros professores, comecem a entender alguns aspectos relacionados à construção do conhecimento científico, identificando também os principais problemas decorrentes do modelo de ensino transmissão-recepção.

A partir do 3º período, os alunos iniciam o contato com a disciplina "Temas estruturadores para o ensino de Química I, II, III e IV". Essas disciplinas, de caráter obrigatório e com carga horária de 60 horas, com exceção de "Temas estruturadoresI" (30 horas), têm como objetivo principal a produção de Unidades Didáticas (UD). Essas unidades são aplicadas nas escolas, revisadas e reformuladas de acordo com as necessidades que surgem nos Estágios Supervisionados.

Duas outras disciplinas foram incorporadas à nova proposta e desempenham papel fundamental na formação dos futuros professores de Química. A disciplina "Metodologia para o ensino de Química", ofertada no 3º período com carga horária de 60 horas, que possibilita ao futuro professor investigar e refletir sobre a prática pedagógica docente, através da apropriação da pesquisa em ensino, buscando identificar dificuldades, entraves e possibilidades presentes na epistemologia da prática docente.

No 5º período, ocorre o contato dos alunos com a disciplina "Ferramentas computacionais para o ensino de Química". A disciplina busca capacitar o futuro professor de Química para uso e construção de materiais e metodologias no âmbito das tecnologias da informação e da comunicação (TICs). A disciplina tem um papel de promover discussões acerca da importância da utilização das TICs nas aulas de Química, visto que essas tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano dos discentes e no contexto escolar.

Por fim, descrevemos algumas características presentes no formato das disciplinas de estágio, após este ter um aumento considerável da carga horária, que era apenas de 90 horas, vivenciado na disciplina "Prática do ensino de Química", presente no último período do curso. A partir das novas Diretrizes Curriculares, a carga horária direcionada aos estágios passa a ser de 400 horas e distribuída nas disciplinas "Estágio supervisionado em ensino de Química (ESEQ) I, II, III e IV".

As disciplinas de "Estágio supervisionado em ensino de Química" (ESEQ) devem possibilitar a articulação entre a atividade teórica e a realidade, sendo um campo de promoção de saberes e de reconhecimento da identidade docente, e não uma simples atividade prática instrumental. No ESEQ I existe a proposta de serem discutidos inicialmente aspectos que complementam o conteúdo programático das práticas curriculares, como o projeto de pesquisa e a formação do professor pesquisador, o projeto político pedagógico, o campo de estágio e a formação da identidade do professor. Paralelo a essa fundamentação teórica, o aluno deve ser apresentado à escola, sendo convidado a investigar um conjunto de situações que predominam no seu contexto, como a estrutura física e material, os seus espaços, as inter-relações entre a equipe diretiva, professores e alunos e a aula dos docentes.

Outra importância é a possibilidade de identificação de uma problemática social a ser desenvolvida como proposta de tema químico social nos estágios subsequentes (ESEQ II, III e IV), como uma forma de vincular a informação química com o contexto social dos alunos, possibilitando assim ao discente a capacidade de participação e de tomada

de decisão aos problemas sociais presentes no seu cotidiano (SANTOS; SCHNETZELER, 2003, p. 94-95).

O currículo implantado após adequação as novas Diretrizes Curriculares (2002), mostra possibilidades da superação de um modelo de curso com características de bacharelado, possibilitando dessa forma a superação de uma visão simplista sobre a atividade docente. A proposta apresenta-se em consonância com os vários currículos presentes nas Instituições de Ensino Superior de todo o país e visa, entre outros objetivos, a superação do modelo da racionalidade técnica e a formação de professores que busquem refletir e investigar sua prática pedagógica.

4. Referências Bibliográficas

Alves-Mazzotti, A.J; Gewandsznadjer, F. (1998). *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Pioneira.

Ayres, A.C.M. (2005). As tensões entre a licenciatura e o bacharelado: a formação dos professores de biologia como território contestado. In: SELLES, S.E; M.; AMORIM, A.C. *Ensino de biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff.

Brasil. (2003). Ministério da Educação. *Estatísticas de Professores no Brasil.* Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, out.

Brasil. (2002). Resolução CNE/CP Nº 1. *Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da Educação Básica em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena.* Brasília, DF, 18 de fevereiro de 2002.

Gómez, A.P. (1997). O Pensamento Prático do Professor: A Formação do Professor como Profissional Reflexivo. In: NÓVOA, A. (org.). *Os Professores e a Sua Formação*. 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

Lüdke, M; André, M.E.D.A. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.* São Paulo: EPU.

Maldaner, O. A. (2006). *A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química***.** 3. ed. Ijuí: Unijuí.

Maldaner, O.A; Piedade, M.C.T. (1995). Repensando a Química. *Química Nova na Escola,* São Paulo, n. 1, maio 1995.

Rosa, M.I.F.P. (2004). *Investigação e Ensino Articulações e Possibilidades na Formação de Professores de Ciências.* Rio Grande do Sul: Unijuí.

Santos, W. L. P; Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em química*: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Unijuí.

Schentzler, R.P. (2000). O Professor de Ciências: Problemas e Tendências de Sua Formação. In: Schentzler, R.P; Aragão, R.M.R (orgs.). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens.* Piracicaba: Unimep.

Schön, D.A. (1997). Formar Professores Como Profissionais Reflexivos. In: NÓVOA, A. (org.). *Os Professores e a Sua Formação.* 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

LOS ACTOS DE HABLA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE QUÍMICA ORGÁNICA: EL CASO DEL BENCENO

Andrea S. Farré[1]*; M. Gabriela Lorenzo*[1, 2]
[1.] Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. [2.] CONICET
asfarre@ffyb.uba.ar

Resumen
Cuando un docente habla en clase no solamente se refiriere a algo sino que produce *actos de habla.* Se ha podido evidenciar que la presencia de distintos actos de habla se relaciona con concepciones de enseñanza diferentes. En el presente trabajo se encontró que los actos de habla utilizados por docentes universitarios de Química Orgánica fueron diferentes a los enunciados por otros docentes argentinos y además que los diferentes docentes pueden utilizar diferentes actos de habla para comunicar un mismo contenido conceptual: *Características estructurales de los compuestos aromáticos*. La reflexión sobre estos resultados nos ayudará a encontrar mejores formas de comunicación con los alumnos y de esta manera poder ayudarlos a construir mayores y más duraderos aprendizajes. También, sería beneficiosa la existencia este tipo de estudios para otros contenidos conceptuales para conocer los actos de habla asociados a los diferentes temas de una asignatura

Palabras clave: Análisis del discurso, Actos de habla, Química Orgánica, Universidad, Compuestos Aromáticos.

1. Introducción

Cuando un docente habla en clase no solamente se refiriere a algo, sino que también en el mismo momento que habla realiza acciones, es decir que produce *actos de habla* (Austin, 1982). Por ejemplo, simultáneamente un docente comunica algo sobre su asignatura: *los compuestos aromáticos tienen características particulares* y también afirma el contenido de ese mensaje. Por lo tanto, en lo que dice se puede evidenciar las intenciones del hablante as identificar los actos de habla asociados al mensaje emitido.
Si pensamos en la enseñanza no podemos dejar de lado que esta actividad implica entre otras cosas comunicarse y cuando estudiamos los actos de habla, el análisis lo estamos enfocando en este nivel comunicacional, porque estos actos son las unidades básicas de la comunicación (Searle, 1980). Estas unidades comunicacionales han sido reconocidas como medios a través de los cuales los profesores guían y controlan el aprendizaje de los alumnos y también, gestionan el control de la clase.
Algunos de los actos de habla que han sido identificados en el discurso de docentes universitarios argentinos son: **exponer**, **relacionar**, **sintetizar**, **argumentar**, **sugerir**, **aclarar**, **elaborar**, **fundamentar**, **indagar**, **corroborar**, **corregir**, **ordenar**, **reformular**, **aprobar**, **calificar** (Montserrat de la Cruz y otros, 2000).
Dado que el propósito global del discurso de un docente es enseñar se ha podido evidenciar que la presencia de distintos actos de habla se relaciona con concepciones sobre la enseñanza diferentes. Esto es consistente con el hecho los objetivos comunicacionales difieren cuando se adhiere a un modelo u otro de enseñanza. Si se la entiende como una negociación de significados (Edwars y Mercer, 1994), el propósito conversacional es deliberativo, se delibera lo que hay que hacer en el mundo. Si, por el

contrario, se entiende a la enseñanza como una actividad centrada en el docente con una comunicación unidireccional, el discurso servirá para describir como son las cosas en el mundo y tendrá un objetivo comunicacional descriptivo (Vanderveken, 2011).
Atendiendo a estas diferencias, nos propusimos caracterizar el discurso del docente universitario de Química Orgánica, y por lo tanto, las concepciones de enseñanza subyacentes, y además investigar la dependencia o no de los actos de habla del docente en función del contenido enseñado. En esta línea el presente trabajo tiene como objetivo identificar los actos de habla en el discurso al enseñar el tema *Características estructurales de los compuestos aromáticos*.

2. Metodología

Se audiograbaron y transcribieron a formato electrónicos (completándolas con la información obtenida de observaciones no participantes) cinco clases correspondientes al tema *Compuestos Aromáticos*. Dichas clases fueron dictadas en el primer curso de Química Orgánica en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA. Las mismas consistieron en sesiones obligatorias de cuatro horas de duración.
Las docentes encargadas (jefe de trabajos prácticos o ayudante de primera categoría) eran graduadas universitarias farmacéuticas y/o bioquímicas que se habían desempeñado en proyectos de investigación científica. Sus características se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de las docenetes

Docente	D1	D2	D3	D4	D5
Antigüedad (años)	33	28	4	4	0
Formación pedagógica	Si	Si	En curso	No	No

De esas clases se seleccionaron los episodios correspondientes al tema *Características Estructurales de los Compuestos aromáticos* y se identificaron los actos de habla contextualizados y macroactos de habla (Van Dijk, 1996) en los discursos de las docentes.

3. Resultados y discusión

En las Tabla 2 se detallan y ejemplifican todos los actos de habla identificados en los discursos analizados. Además, en todos los casos se incluye una breve descripción de cada acto de habla.

Tabla 2. Actos de habla identificados en todos los discursos

	Acto de habla	Descripción	Ejemplo
ACTOS DE HABLA INFORMATIVOS	Evocar	Enunciar conocimientos que se consideran conocidos por los alumnos.	*D1: Eso lo hicimos tanto para compuestos alifáticos como para como para compuestos cíclicos.*
	Exponer	Desarrollar un contenido temático afirmando, describiendo y/o narrando.	*D2: Cada uno de los carbonos tiene una orbital p, dónde ubica el cuarto electrón de cada uno de estos átomos.*
	Elaborar	Presentar información adicional con respecto a otra	*D3: Tiene que cumplir con la ley de Hückel.* ***Esto es cuatro n más dos***

		dicha anteriormente ya sea por el docente o por algún alumno.	***electrones π***.
	Sintetizar	Resumir lo expuesto o comunicado por él mismo en esa clase o en clases anteriores.	*D4: Cada familia de compuestos van a tener propiedades semejantes, que van a ser diferentes a las que vimos la clase pasada.* Resume lo dicho por los alumnos.
	Repetir	Reiterar lo dicho o hecho por parte de un alumno expresando acuerdo.	*D5: Entonces, ¿cuántos electrones π tiene el benceno?* *Alumno: Seis* *D5:* ***Seis***
	Reformular	Apoyar su formulación en lo dicho por el alumno pero introduce cambios generando siempre una modificación en el significado.	*D3: Bien, entonces, una de las primeras características es que debe ser cíclico. ¿Qué más?* *Alumna: Tiene que tener la mayor cantidad de insaturaciones.* *D3: Bien, tiene que tener, no sé si la mayor, pero sí una cierta conjugación*
	Ejemplificar	Ilustrar con casos.	*D1: Bien, cuando uno empieza a estudiar toda esta familia de compuestos, ve que el compuesto aromático de referencia es el benceno, cuya fórmula molecular es C_6H_6, fórmula molecular.*
	Argumentar	Concluir a partir de datos obtenidos o de fenómenos observados, justificados en el conocimiento científico, con el apoyo o no de calificadores modales y/o refutadores o excepciones.	*D4: Si, que en realidad hay una deslocalización de esos electrones. No es que hay instauraciones, sino, fíjense que todos los orbitales p, ¿si?, están adyacentes, entonces lo que hay es una deslocalización de esos electrones, ¿si?, por arriba y por debajo del plano, ¿lo ven?* *¿Entienden?, que tenemos orbitales p que están todos, o sea, tenemos dobles enlaces conjugados, ¿está bien?* *Tenemos orbitales p que me permiten que esos electrones, ¿sí?, estén, eh, estén girando, que me formen una nube de electrones por arriba y por debajo de este anillo.*
	Comparar	Examinar o analizar dos o más objetos para descubrir sus diferencias o semejanzas.	*D4: Cuando teníamos dos orbitales p, como en un alqueno, teníamos este par de electrones que estaban, ¿si?, ahí compartiéndose, en los orbitales π, orbitales de enlace π, ¿si?, acá tenemos orbitales atómicos p que forman orbitales de enlace π.*

			Bien, si ustedes ven así, ¿qué dirían? Que no es un benceno, sino que ¿qué sería?
	Responder	Contestar a las preguntas planteadas por los alumnos	*Alumno: Una pregunta, ¿cómo sé que es un plano?* *D4: Porque es un ciclo, y la única forma, que tenés, que siempre tenés que ver, digamos, la disposición que pueden tomar, esto no lo podés doblar, digamos. Cuando tenés un carbono que tiene hibridación sp3, ahí es dónde se va a doblar.*
ACTOS DE HABLA COMISIVOS	Anticipar	Anunciar lo que se va a hacer en la clase, ya sea en lo inmediato o después de un tiempo de clase.	*D3: El sustrato orgánico con el que vamos a trabajar hoy es el anillo aromático, ¿si? , y el tipo de reacción… que va a dar, en esta primera parte del análisis, ¿si? , porque vamos a tener dos clases de compuestos aromáticos, en esta primera parte vamos a trabajar con la SEA*
ACTOS DE HABLA DIRECTIVOS	Indagar	Elicitar conocimientos previos.	*D2: ¿Cómo tiene que ser la cadena carbonada? Eh, ¿lic, eh, lineal o cíclica?*
	Evaluar	Comprobar el aprendizaje de los alumnos.	*D5: Entonces, ¿cuántos electrones π tiene el benceno?*
	Corroborar	Chequear si los alumnos entienden o comprenden lo que se dijo.	*D4: ¿Sí? ¿Estamos todos de acuerdo?*
	Llamar la atención	Remarcar que determinado contenido para despertar el interés en el alumno.	*D1: Fíjense que esta fórmula me está diciendo que la relación entre carbono e hidrógeno es uno a uno.*
	Aconsejar	Recomendar algo que será beneficioso para el aprendizaje de determinado tema.	*D5: Recuerden, que hay determinada terminología que se tiene que usar en química y esto es flecha de resonancia.*
	Ordenar	Mandar que se haga algo.	*D1: Vayan ubicándose en la guía en la página 64.*
	Preguntar	Pedir información que no conoce o no pudo escuchar bien.	*D4: ¿Cómo?*

ACTOS DE HABLA EXPRESIVOS	Calificar	Asignar un valor a lo dicho por los alumnos.	*D2: (...) ¿de dónde sale esa regla de Hückel?* *Alumno: Se relacionaba con los orbitales* *D2:* ***Claro, perfecto***

Las docentes de Química Orgánica al enseñar el tema *Características Estructurales de los Compuestos Aromáticos* no utilizaron los mismos actos de habla que habían sido descriptos en la bibliografía. Si bien se describieron algunos nuevos como llamar la atención y elaborar, y otros se redefinieron teniendo en cuenta las características propias de la asignatura, pudo comprobarse que el discurso de estas docentes resultaba más parecido a los docentes de Biología que a los de Matemática, de Pedagogía y por último a los de Educación Física.
Igualmente, no todas las docentes utilizaron los mismos actos de habla en la enseñanza del tema (Tabla 3).

Tabla 3. Actos de habla identificados en el discurso de las docentes

	D1	D2	D3	D4	D5
ACTOS DE HABLA INFORMATIVOS	Evocar Exponer Elaborar Sintetizar Repetir Ejemplificar Argumentar	Exponer Elaborar Repetir Ejemplificar	Evocar Exponer Elaborar Repetir Reformular Ejemplificar	Evocar Exponer Elaborar Sintetizar Repetir Ejemplificar Argumentar Comparar Responder	Evocar Exponer Elaborar Repetir
ACTOS DE HABLA COMISIVOS	Anticipar	Anticipar	Anticipar	Anticipar	Anticipar
ACTOS DE HABLA DIRECTIVOS	Corroborar Llamar la atención Ordenar	Indagar Ordenar	Indagar Corroborar Aconsejar	Indagar Evaluar Corroborar Llamar la atención Ordenar Preguntar	Indagar Evaluar Corroborar Aconsejar
ACTOS DE HABLA EXPRESIVOS		Calificar	Calificar	Calificar	

Como puede observarse, la D4 fue quien desplegó una mayor cantidad de actos de habla para enseñar el tema. Además, el hecho de que las distintas docentes hayan utilizado actos de habla distintivos nos permite reconocer en sus discursos la concepción de enseñanza subyacente para la enseñanza de las *Características estructurales de los compuestos aromáticos*:

- D1: lo hace principalmente a través de actos informativos consistente con una enseñanza tradicional.
- D2: también utiliza actos informativos pero el conocimiento compartido con el alumno es recuperado a partir de la indagación y no a través de la evocación.
- D3: se acerca a un objetivo comunicacional deliberativo en su enseñanza, esto es a la negociación de significados, pero no evalúa el conocimiento de sus alumnos.
- D4: es la que más se acerca a una enseñanza entendida como construcción de significados compartidos con sus alumnos ya que además de emitir actos informativos, indaga, da pistas y evalúa la comprensión de sus alumnos.
- D5: al igual que D2 y D3 deja traslucir en su discurso una concepción de enseñanza intermedia entre un modelo tradicional y un modelo de negociación de significados.

4. Conclusiones

La importancia de este tipo de estudios para la investigación en educación en ciencias radica en que al conocer y comprender el discurso docente será posible pensar la forma en que los docentes comunican determinado contenido disciplinar. La reflexión sobre esta caracterización del discurso, por lo tanto, nos ayudará a encontrar mejores formas de comunicación con los alumnos y de esta manera poder ayudarlos a construir mayores y más duraderos aprendizajes.

Sería beneficiosa la existencia este tipo de estudios para otros contenidos conceptuales para conocer los actos de habla asociados a los diferentes temas de una asignatura. Más aun sería importante caracterizar los actos de habla en los discursos de los docentes de diferentes asignaturas para reconocer la forma en que afecta el contenido proposicional del mensaje a la fuerza ilocutoria asociada.

Agradecimientos: Este trabajo se realizó dentro de los proyectos PIP 11220090100028 y UBACYT B055

5. Referencias bibliográficas

Austin, J. L. (1982). *Cómo hacer las cosas con palabras.* 1982, Buenos Aires: Paidos

de la Cruz, M., Baudino, V., Caino, G., Ayastuy, R., Ferrero, T., Huarte, M. F. Palacio, M. Reising, A., Scheuer, N. y Siracusa, P. (2000). El analisis del discurso de profesores universitarios en la clase. *Estududios pedagógicos*, 26, 9-23. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052000000100001&lng=es&nrm=iso

Edwards, D. y Mercer, N. (1994). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula.* (R. Alonso Trad., Primera reimpresión) Barcelona: Paidós.

Searle, J. R. (1980) *Actos de Habla*. Madrid: Cátedra.

Van Dijk, T. A. (1996). La pragmática del discurso. En T. A. Van Dijk, *Estructuras y Funciones del Discurso. Una introducción interdisciplinaria a la lingüística del texto y a los estudios del discurso* (M. Gann y M. Mur Trad., Décima edición en español, pp. 58-76), México: Siglo XXI.

Vanderveken, D. (2011). Towards a Formal Discourse Pragmatics. *Florida Artificial Intelligence Research Society Conference,* Disponible en: http://www.aaai.org/ocs/index.php/FLAIRS/FLAIRS11/paper/view/2630/3024

APRENDIZADO DE ESTEREOQUÍMICA MEDIADO POR REPRESENTAÇÕES TRIDIMENSIONAIS: UMA PERSPECTIVA VYGOSTSKYANA

Daniele Raupp; José Cláudio Del Pino
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
dtraupp@gmail.com

Resumo
O aprendizado de Estereoquímica - ramo da química que estuda os aspectos tridimensionais da molécula - representa desafio considerável para estudantes devido à complexidade do tema. Representa igualmente um desafio para os professores que devem auxiliar os estudantes no desenvolvimento de habilidades para resolução desses problemas. Uma forma de superar essas dificuldades é o desenvolvimento da capacidade de compreensão e aquisição de sistemas simbólicos. Segundo a Teoria da Mediação de Vygotsky, a aquisição de signos simbólicos está diretamente relacionada com o desenvolvimento cognitivo e permite o estudante operar internamente mesmo na ausência de representações externas, processo esse que pode ser potencializado pelos desafios que o professor propõe, bem como o uso de diferentes representações. A internalização desses signos e o desenvolvimento de habilidades para construir relações entre os níveis 2D e 3D, podem fazer com que os tópicos de Estereoquímica sejam melhor compreendidos pelos estudantes beneficiando o processo de aprendizagem.

Palavras chave: Estereoquímica, representações simbólicas, signos, mediação, ZDP.

1. Introdução

A estereoquímica é o ramo da Química que estuda as características tridimensionais da molécula. Conteúdos como geometria molecular, análise conformacional, estereoisomeria e quiralidade são abordadas nas disciplinas de Química Orgânica básica no Ensino Superior.

Em conseqüência da complexidade para resolução de problemas no nível tridimensional, historicamente, em cursos de Química Orgânica, os tópicos de estereoquímica têm sido considerados como fonte de dificuldades (BAKER**,** GEORGE**,** HARDING**,** 1998).

Tal complexidade justifica o fato de que para alguns estudantes o aprendizado de estereoquímica pode ser difícil e algumas vezes traumático, pois a tarefa de visualizar os aspectos tridimensionais de moléculas e suas relações com outras moléculas é um desafio considerável (KURBANOGLU; TASKESENLIGIL; SOZBILIR, 2006).

Na resolução de problemas de estereoquímica, onde os estudantes são freqüentemente requeridos a identificar e diferenciar determinadas estruturas, em geral é preciso rotacionar mentalmente a molécula, fazer as devidas relações entre as estruturas e manipulá-las. Por conta dessa seqüência de operações, ser capaz de compreender e manipular mentalmente representações é um ponto crítico para os estudantes (WU ; SHAH, 2004).

Para minimizar essas dificuldades de aprendizagem, torna-se necessário desenvolver habilidades e competências relativas à compreensão de conceitos químicos representados por sistemas simbólicos. O desenvolvimento dessas habilidades de manipulação mental de estruturas moleculares está relacionado à aquisição e

internalização desses sistemas simbólicos, que segundo a teoria da mediação de Vygotsky, possibilitará o desenvolvimento cognitivo (VYGOTSKY, 1998b). Sendo assim, o papel das representações em estereoquímica é o de possibilitar a internalização de um sistema simbólico próprio; e o papel do professor é mediar esse processo utilizando representações adequadas e propondo questões que possibilitem o desenvolvimento desse sistema, auxiliando a resolução desses problemas considerados de difícil resolução.

2. A perspectiva Vygotskyana: representações na mediação cognitiva

A teoria Sócio-histórica do desenvolvimento cognitivo do psicólogo russo Lev Semenovich Vygotsky (1896–1934) considera que é por meio da interiorização de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo. (LEFRANCOIS, 1988).

Os signos, segundo a Teoria da Mediação de Vygosky, são interpretados como uma representação da realidade e podem referir-se a elementos ausentes. Por isso utilizamos várias formas signos em nosso cotidiano: fazer listas de compras e consultar mapas são exemplos de como recorremos à medição de signos para facilitar e melhorar o armazenamento de informações (OLIVEIRA, 1993). Segundo Moreira, os signos podem ser classificados em três categorias, de acordo com a mensagem que transmitem:

> 1) Indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e.g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com aquilo que significam (1999, p.111).

Dentre os tipos de signos, para Vygotsky, os mais importantes são os simbólicos por estarem diretamente ligados ao desenvolvimento de funções mentais do pensamento e da linguagem, como por exemplo: a palavra "caneta" é um signo que representa o objeto caneta, o número 7 é um signo para quantidade sete, o desenho de uma caveira em uma placa indica que existe perigo de morte. Para o autor "A verdadeira essência da memória humana está no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda de signos" (1998 a, p. 68).

A internalização e o desenvolvimento de sistemas simbólicos acontecem ao longo do processo de desenvolvimento do indivíduo, que "deixa de necessitar de marcas externas e passa a utilizar signos internos, isto é, representações mentais que substituem os objetos do mundo real" (OLIVEIRA, 1993, p.34-5). Segundo Freitas (2005, p.111) "A capacidade de lidar com representações que substituem o real possibilita ao homem libertar-se do espaço e do tempo presentes, efetuar relações mentais na ausência das coisas, imaginar e planejar intencionalmente".

Além da mediação dos instrumentos e signos, a teoria Vygotskyana possui mais um conceito importante no que tange a aprendizagem: o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP. Esse conceito define "a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes" (VYGOTSKY, 1984, p.97). Em outras palavras, o desenvolvimento potencial, é a série de informações que a pessoa tem a potencialidade de aprender, mas ainda não completou o processo; são conhecimentos fora de seu alcance atual, mas potencialmente atingíveis. É na zona de desenvolvimento proximal, que acontecem as

interações, para a construção do conhecimento ou da aprendizagem. Sendo, portanto, dinâmica e em constante mudança. Dessa forma "ao programar suas aulas, seria indicado que o professor considerasse a existência de uma ZDP e instaurasse um processo constante de negociação de significados" (OLIVEIRA, GOUVEIA, QUADROS, 2009, p.24) além de desenvolver meios para "propor desafios adequados e pertinentes atuando na zona de desenvolvimento proximal" (LOCH, 2000, p.32).

3. A mediação dos signos na estereoquímica

Os signos simbólicos, no ensino de Química, fazem a ponte entre o abstrato e o real através das representações. O sistema simbólico da Química é muito rico, uma vez que dentre as demais ciências, a Química é considerada a mais visual (HABRAKEN, 1996). Esse sistema simbólico, ao longo do desenvolvimento histórico da Química, foi sofrendo grandes transformações de modo a comunicar os conceitos de uma forma cada vez mais concisa (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009). Essas mudanças podem ser observadas a partir da evolução dos primeiros desenhos primitivos utilizados pelos alquimistas até os de hoje, em três dimensões, gerados por computador (HABRAKEN, 2004).

Sendo assim, pode-se hipotetizar que o processo de geração de representações químicas e conceitos associados a estas representações, podem ser explanados dentro de uma perspectiva sócio-histórica.

O uso de signos produz alterações profundas no funcionamento mental do homem, criando novas conexões: muda as formas de relação entre as funções elementares, produzindo outras mais complexas [...] "(OLIVEIRA, 2005, p.3)

Uma vez que o desenvolvimento das funções mentais do pensamento está ligado à internalização de signos simbólicos, e que essa internalização permite operar mentalmente mesmo na ausência da representação externa, torna-se claro a necessidade do desenvolvimento da capacidade de internalização desses signos simbólicos dentro do processo de ensino, para que a resolução de problemas estereoquímicos deixe de ser um entrave no processo de aprendizagem.

O processo de internalização segundo Vygotsky é "reconstrução interna de uma operação externa" (1998a, p. 74), e o domínio de um sistema complexo de signos não é alcançado de maneira puramente mecânica e externa; mas sim, por meio de um longo processo de desenvolvimento de funções complexas (1998 a, p.140).

Para que esse domínio ocorra, é necessária a formação de uma ZDP entre aluno e professor. As atividades propostas e a forma como o professor apresenta o conceito e orienta a resolução de problemas que possibilitará o aluno completar o processo de aprendizagem de estereoquímica. Em resumo, essa ZDP irá promover a internalização desse sistema de signos.

Por tratar especificamente de aspectos moleculares tridimensionais torna-se natural que essa internalização subjaz a utilização em sala de aula de representações nos níveis 2D e 3D, bem como suas relações. Uma abordagem benéfica para a compreensão de conceitos que pode ser aplicada em sala de aula é a utilização de modelos concretos, ilustrações, animações, modelagem e simulações (TASKER; DALTON, 2006; CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007). De forma similar aos modelos concretos, as ferramentas de construção de modelos moleculares podem auxiliar nas dificuldades que os estudantes possuem em visualizar estruturas moleculares 3D. Wu e Shah (2004) afirmam que a experiência com a manipulação de modelos auxilia os alunos na

resolução de problemas químicos. A figura 1 mostra exemplos de representações construídas com o Software ChemSketch.

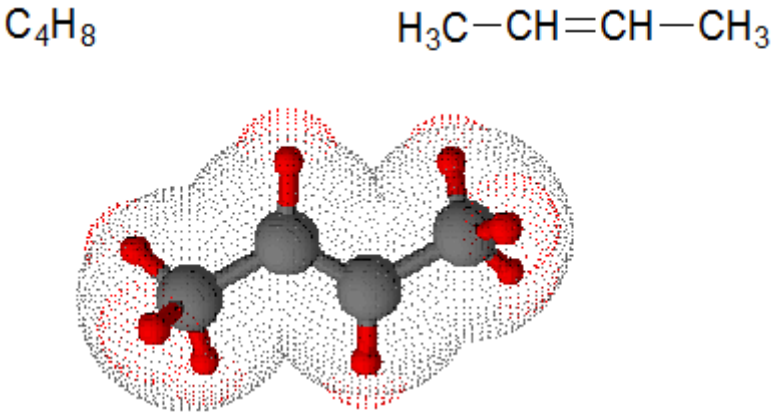


Figura 1. Diferentes representações 2D e 3D para a molécula trans,but-2-eno

Em geral, as representações 3D mais utilizadas são: Wireframe (modelo em forma arames), Sticks (modelos semelhante a varetas) e Spacefill (modelo de espaços preenchidos pelos orbitais) Balls and Sticks (modelo de bolas e varetas). A representação tridimensional, desses quatro tipos, como pode ser observado na Figura 2, permite a percepção de detalhes como geometria molecular, comprimentos e ângulos de ligação. A percepção desses detalhes é de grande utilidade para a Química, uma vez que representação molecular gráfica permite identificar as diferenças entre moléculas (HABRAKEN, 2004).

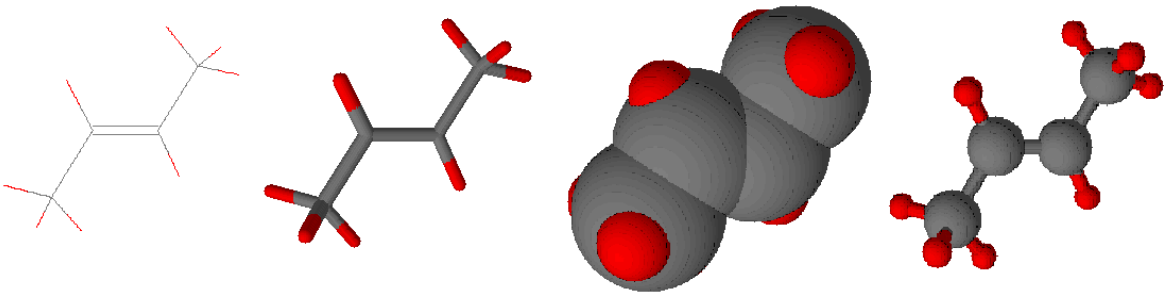


Figura 1. Representações Sticks, Wireframe, Spacefill e Balls and stikcs para a molécula trans, but-2-eno

As múltiplas representações possíveis para uma mesma molécula podem ter diferentes impactos no processo de internalização e ter vantagens particulares. Os modelos de bolas e varetas são os mais concretos e visualizáveis, enquanto os modelos de arames podem ser muito abstratos, mostrando apenas cadeias de carbono (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2000). Mas se tratando especificamente das ligações da molécula, o modelo de arames[114] é o que permite a visualização de ligações simples, duplas e triplas.

[114] Em alguns Softaware apenas o modelo Wireframe possibilita a visualização diferente para as ligações simples, duplas e triplas, como é o caso do ChemSketch da ACDLabs utilizado na representação das moléculas das Figuras 1e 2.

A primeira função do signo é, naturalmente, mediar à comunicação entre indivíduos. Porém, o signo desempenha funções fundamentais além do processo de mediação. Campello comenta sobre o papel do signo dentro do aporte vygotskyano:

> Dentro da concepção de Vygotsky, um sistema de signos é um conjunto de representações de objetos, operações e significados que constitui uma verdadeira "caixa de ferramentas" do pensamento. Dependendo dos elementos particulares de cada sistema, são definidos não apenas conteúdos específicos do pensamento, mas também a forma como o raciocínio se dá (2004, p.120).

Na verdade, o processo de explicar o fenômeno de uma solução ou problema através de um modelo diferente, muitas vezes sugere novas relações e insights. Alguns modelos têm um nível de detalhadamente maior que outros e cabe ao professor, conhecendo o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, propor modelos mais adequados para o processo de aprendizagem. Dependendo desse nível de desenvolvimento, o estudante é capaz de imaginar um modelo a partir da fórmula estrutural desenhada. Nesses casos, os modelos 3D podem ser facilmente substituídos por projeções (como as de Newman e de Fischer). O uso da representação adequada é um grande desafio para professores. "Uma recomendação para o ensino secundário e ensino superior é que no início de educação química é essencial para o professor enfatizar aos alunos que a compreensão desses símbolos, fórmulas ou modelos são representações de diferentes propriedades de uma molécula ou substância e não uma cópia de qualquer coisa" (TREAGUST, DUIT, NIESWANDT, 2000 p.231).

Conclusões

Concluímos, portando, que durante o ensino de estereoquímica o professor deve trabalhar a tridimensionalidade das representações simbólicas criadas sócio-histórico-culturalmente pela comunidade científica (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009) durante o desenvolvimento desse campo da química.

A maneira pela qual essas representações podem ser trabalhadas pelo docente no processo de ensino, que seriam as ferramentas citadas pela Teoria da Mediação, não é discutida nesse artigo, mas que pode tomar a forma de métodos computacionais, modelos moleculares tipos bolas e palito, modelos moleculares de plástico ou construídos com palites e bolas de isopor, etc.

O uso do sistema de signos relativos às representações tridimensionais irá permitir que o estudante se aproprie da representação simbólica com seus reais atributos tridimensionais e não com uma visão distorcida pelo uso de representações bidimensionais no quadro negro ou livros. Acreditamos que a formação de uma ZDP, cuja diferença cognitiva entre o tutor mais capaz e o aprendiz, irá possibilitar o desenvolvimento não só de um repertório de signos, mas também o desenvolvimento da capacidade de realizar operações internas com esses signos tais como rotação mental, percepção espacial e manipulação de problemas visuais complexos (HABRAKEN, 2004). Dessa forma essa ZDP estará contribuindo não só para o desenvolvimento das funções elementares de percepção e memorização, mas também para o desenvolvimento de funções superiores do pensamento, que tornarão melhor o aprendizado de estereoquímica para os estudantes de Química Orgânica básica.

Referências

Baker, R. W.; George, A. V.; Harding, M. M. (1998). Models and Molecules - A Workshop on Stereoisomers. J. Chem. Educ., n.75, p.853.

Campello de Souza, B. (2004). A Teoria da Mediação Cognitiva: Os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital. Tese (Doutorado Em Psicologia Cognitiva). Departamento de Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. Chemistry Education: Research and Practice, 8(3), p.274-292.

Freitas, N. K. (2005). Representações mentais, imagens visuais e conhecimento no pensamento de Vygotsky. Rio de Janeiro, Ciências & Cognição. Ano 2, v. 6. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org>.

Habraken, C. (2004). Integrating into Chemistry Teaching Today's Student's Visuospatial Talents and Skills, and the Teaching of Today's Chemistry's Graphical Language. Amsterdam, Journal of Science Education and Technology, v. 13, n. 1.

Habraken, C. (1996). Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences so distorted? Amsterdam, Journal of Science Education and Technology, v.5, n.3, p. 193–201.

Kurbanoglu, N.I.; Taskesenligil, Y. e M. Sozbilir (2006). Programmed instruction revisited: a study on teaching stereochemistry, Chemistry Education Research and Practice, 7, 13-21.

Lefrancois, G.R. (1998) Psychology for Teaching.6.ed.California.Wadswhort, 411p.

Loch, J. M. de P. (2000). Avaliação: uma perspectiva emancipatória. In: Química na Escola, n.12, novembro.

Moreira, M.A. (1999). Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU Editora.195p.

Oliveira, M. (1993). Vygotsky : aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo : Scipione. 111 p.

Oliveira, I. M. (2005). A constituição social e histórica das emoções: contribuições de Elias e Vigotski. In: IX Simpósio Internacional Processo Civilizador - Tecnologia e Civilização, 2005, Ponta Grossa. Anais do IX Simpósio Internacional Processo Civilizador - Tecnologia e Civilização. v. 1. p. 1-13.

Oliveira,S.R.; Gouveia,V.P.; Quadros;A.L. (2009). Uma reflexão sobre aprendizagem escolar. Química Nova na Escola. p. 23-30. v. 31, n 1, fevereiro.

Raupp,D.T, Um estudo de caso sobre a compreensão de conceitos químicos mediante visualização de representações computacionais 3D utilizando o referencial de Campos Conceituais. Dissertação. Canoas.

Raupp, D.; Serrano, A.; Moreira. M. A. (2009). A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na Teoria dos Campos Conceituais. ENPEC. (Trabalho completo, publicado).

Tasker, R.,Dalton, R. (2006). Resarch into practice: Visualisation of the molecular world using animations. Chemistry Education Research and Practice, 7, 141-159.

Treagust, D. F., Duit, r., Nieswandt, M. (2000). Sources of Students' Difficulties in Learning Chemistry. Educación Química, 11, 228-235.

Vygotsky, L. S. (1984). A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes.

_____. (1998a). A formação social da mente. São Paulo : Martins Fontes. 191 p.

_____. (1998b). Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes. 194 p.
Wu, H.K.; Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. Hoboken(NJ), Science Education, v. 88, n. 3, p. 465-492.
Wu H.K., Krajcik J.S. ,Soloway E. (2000). Using technology to support the development of conceptual understanding of chemical representations, National Association for Research in Science Teaching, annual meeting, spring 2000.

ANALOGIAS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO: ESTRATÉGIA PROPOSTA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA BRASILEIROS

Edimarcio Francisco da Rocha; Irene Cristina de Mello
Universidade Federal de Mato Grosso
edimarcior@yahoo.com.br

Resumo
O presente trabalho possui como objetivo investigar o uso de analogias nos livros didáticos de química adotados pelo governo brasileiro e que são distribuídos para as escolas públicas do ensino médio. As analogias são frequentemente utilizadas no ensino de ciências, sobre tudo no ensino de química, como forma de facilitar a compreensão de um conceito. Entretanto, pesquisas demonstram que a utilização desse recurso pode desencadear problemas de compreensão pelos alunos dos conceitos científicos, pelo entendimento da analogia como se ela fosse o conceito alvo. Neste trabalho, discutimos sobre as analogias encontradas nos livros didáticos de química e apresentamos uma reflexão sobre os problemas que o uso desta estratégia de ensino pode ocasionar no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos relacionados ao tema equilíbrio químico envolvendo professores e alunos.

Palavras chave: equilíbrio químico, livros didáticos, analogia

1. Introdução

No processo de ensino são diversos os modelos adotados em livros didáticos como forma de auxiliar os alunos na compreensão de conceitos por meio da representação concreta (MILAGRES e JUSTI, 2001) de um fenômeno. Dentre esses modelos encontram-se as analogias. A Química é uma ciência que faz uso deste modelo para tentar explicar um fenômeno que não é observável, haja vista sua intrínseca natureza abstrata. Contudo, a utilização deste recurso pode estar associada às dificuldades que temos em abordar novos conhecimentos por intermédio de uma linguagem que dê sentido ao que se propõe a explicar, e que não é acessível aos alunos, sobretudo, no ensino de equilíbrio químico (RAVIOLO e GARRITZ, 2008).

Diversos autores definem ou conceituam a analogia como forma de comparar o que se deseja ensinar com algo que já é do conhecimento ou que seja de fácil assimilação pelo aluno.

Para Mól (1999), a analogia é uma comparação construída entre dois conceitos, experimentos ou situações, sendo que um servirá de referência para a comparação – algo já conhecido pelos estudantes – com o que se deseja ensinar.

Duarte (2004) considera a analogia como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimento diferentes, um conhecido e outro desconhecido.

Para Oliva (2004) as analogias são comparações entre fenômenos que mantêm certa semelhança em nível funcional ou estrutural.

Diante do uso recorrente de analogias no ensino de química, este trabalho dedicou-se a analisá-las nos livros didáticos de química que são recomendados pelo governo brasileiro. A tabela 1 relaciona os livros de química que foram analisados pelo presente estudo e o critério de seleção utilizado foi à aprovação dos mesmos no Programa

Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) e que são distribuídos nas escolas públicas brasileiras desde 2008. Especificamente O capítulo referente à temática equilíbrio químico foi alvo do estudo, porém quando necessário consultava-se os demais capítulos do livro. Foi avaliada a adequação da analogia aos conceitos de equilíbrio químico aos quais elas são propostas como análogo.

Livro 1	Química na abordagem do cotidiano. Volume 2. Autores: Eduardo L. Canto e Francisco M. Peruzzo. 3ª edição, 2005 – editora Moderna.
Livro 2	Química. Volume 2. Autor: Ricardo Feltre. 6ª edição, 2005 – editora Moderna.
Livro 3	Universo da Química. Volume único Autores: José Carlos de Azambuja Bianchi, Carlos Henrique Abrecht e Daltamir Justino Maia. 1ª edição, 2005 – editora FTD S/A.
Livro 4	Química. Volume único. Autores: Olímpio S. Nóbrega Eduardo R. Silva e Ruth H. Silva. 1ª edição, 2005 – editora Ática.
Livro 5	Química. Volume único. Autores: Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado. 1ª edição, 2005 – editora Scipione.
Livro 6	Química e Sociedade. Volume único. Autores: Widson L. P. Santos, Gerson S. Mól, Roseli T. Matsunaga, Siland M. F. Dib, Eliane N. Castro, Gentil S. Silva, Sandra M. O. Santos e Salvia B. Farias. 1ª edição, 2005 – editora Nova Geração.

Tabela 1: Livros didáticos de química indicados pelo catálogo do PNLEM

2. As analogias no ensino de Equilíbrio Químico

Para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo familiar ao aluno (este conteúdo servirá de base), e outro que é desconhecido por eles (REIGELUTH apud MONTEIRO e JUSTI, 2000) e que estes dois conteúdos - conhecidos e desconhecidos - possuam um conjunto de relações que permitam atingir o objetivo desejado (RAVIOLO e GARRITZ, 2008).

Desta forma, torna-se adequado que o professor tenha o domínio daquilo que se deseja ensinar por meio de uma analogia. Ele deve conhecer o conteúdo profundamente para poder traduzi-lo em uma situação onde o aluno possa entender o conceito (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001) para que ela não se torne um instrumento negativo de ensino.

Os autores Mól (1999), Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), Duarte (2004) e Raviolo e Garritz (2008) concordam que o uso de analogias ajuda a desenvolver a percepção cognitiva do aluno, facilitando a compreensão abstrata do conceito e servindo como elemento motivacional para a aula. Por outro lado, é preciso considerar que a analogia pode ser interpretada pelo aluno como sendo o próprio conceito estudado, promovendo a retenção de aspectos superficiais, contribuindo para a geração de compreensões erradas e gerando obstáculos epistemológicos.

Em revisão bibliográfica de 73 obras[115] feita por Raviolo e Garritz (2008), os autores identificaram o uso de analogias no ensino dos conceitos relacionados ao equilíbrio químico e expõem as vantagens e os possíveis problemas que esta estratégia pode gerar para o processo de ensino-aprendizagem. A discussão apresentada por estes autores corroborou para a avaliação das analogias encontradas nos livros didáticos de química apresentados neste trabalho. A tabela 2 apresenta as analogias encontradas nos livros didáticos e os conceitos de equilíbrio químico relacionados a elas.
No livro 1, foi encontrada uma analogia classificada como *matemática por Wood* (apud RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p. 14). Nela, os autores fazem a dedução da fórmula matemática para a constante de hidrólise de uma espécie derivada de um ácido a partir das equações das reações químicas e em seguida utilizam a expressão "analogamente" para deduzir a constante para uma espécie derivada de uma base. Este tipo de analogia pode induzir o aluno apenas a um entendimento matemático do assunto, não considerando aspectos conceituais e microscópicos do fenômeno envolvido.

Livro	Analogia	Página	Conceitos
1	Análogo matemático	252	Dedução de constante
2	Artistas circenses	180	Importância do EQ
	Pessoas andando/correndo em uma esteira ergométrica	183	Estado estacionário do EQ
	Boneco joão-teimoso	187	Lei da ação de massas Constante de equilíbrio Reversibilidade das reações
	Vasos comunicantes	201	Deslocamento do equilíbrio
3	Pessoas andando/correndo em uma esteira ergométrica	438	Equilíbrio dinâmico Velocidade das reações
4	A história do velho sábio	468	Equilíbrio dinâmico Velocidade das reações Concentração dos reagentes
5	Não encontrada	-	-
6	Não encontrada	-	-

Tabela 2: Analogias relacionadas ao equilíbrio químico e conceitos correlatos.

O capítulo referente ao equilíbrio químico do livro 2 é introduzido mediante a apresentação de uma imagem (figura 1) de artistas circenses formando uma pirâmide humana. E, na sequência, lê-se "o equilíbrio é fundamental" (p. 180), contudo não há evidência de explicação diferenciando ou relacionando este estado de equilíbrio dos artistas com o conceito de equilíbrio químico.
Outra analogia apresentada neste mesmo livro é a de um boneco do tipo 'joão-teimoso' (figura 2), que se movimenta aleatoriamente, na tentativa de explicar o que ocorre quando o meio reacional deixa de estar em equilíbrio devido à quantidade de produtos ser maior do que a de reagentes em relação ao estado de equilíbrio químico. Comparando essa situação envolvendo a concentração das substâncias com o boneco, os autores utilizam a seguinte frase:

[115] Revistas científicas, projetos e livros texto, sendo a mais antiga de 1926 e a mais recente de 2006, p. 14-5.

"[...] a reação teria **ultrapassado** o ponto de equilíbrio; uma vez que isso não pode acontecer, a reação seria 'obrigada' a voltar ao equilíbrio (assim como um boneco do tipo joão-teimoso)" (p. 187) [grifo do autor]. Ainda fazendo o uso da imagem do boneco, os autores explicam:
"Quando um boneco do tipo joão-teimoso é empurrado, ele acaba voltando à posição de equilíbrio" (p.187).
Essas duas analogias poderão induzir o aluno a um entendimento equivocado de que o equilíbrio químico é resultado de um equilíbrio de forças (MILAGRES e JUSTI, 2001) e não da reação entre as substâncias envolvidas.
Para Raviolo e Garritz (2008), apesar de essas analogias abordarem aspectos como equilíbrio dinâmico, reversibilidade de reações, dedução de fórmulas, e perturbação do equilíbrio, elas podem induzir o entendimento de que a concentração dos reagentes é igual a dos produtos e não expressam o que acontece em nível atômico-molecular.
Também no livro 2, os autores fazem mediante analogia, uma observação de que o equilíbrio químico é chamado de estado estacionário, ao considerarem aspectos macroscópicos. Após a explicação de que o equilíbrio químico é dinâmico em nível microscópico, descrevem o que acontece macroscopicamente utilizando uma imagem (figura 3) que demonstra pessoas correndo em esteiras ergométricas e fazem a seguinte comparação:
"O estado de equilíbrio ou estacionário se parece com a situação de uma pessoa correndo em uma esteira ergométrica: a esteira se desloca para trás, enquanto a pessoa corre para frente e permanece no lugar" (p. 183).
Com esta analogia, os autores explicam que as velocidades das reações, direta e inversa são iguais, porém, poderiam utilizar esta analogia para explicar o caráter dinâmico do equilíbrio químico e sua relação com algo estático, uma vez que, à medida que a velocidade da esteira aumenta, a pessoa tem que aumentar a velocidade das passadas, que segundo Milagres e Justi (2001, p. 46), "nesta situação, o aluno pode perceber o significado de uma situação dinâmica (uma pessoa correndo) resultando em algo estático (a não modificação da posição dessa pessoa)". Segundo Raviolo e Garritz (2008, p. 15), esse tipo de analogia pode causar dificuldades na compreensão de aspectos microscópicos e confusões relacionadas à cinética da reação.
Outra analogia relacionada ao equilíbrio químico encontrada no livro 2 refere-se à utilização de uma imagem que demonstra um sistema de vasos comunicantes para explicar o deslocamento do equilíbrio. Esse tipo de analogia foi categorizado por Raviolo e Garritz (2008), como fenômenos de fluxo ou transferência de fluidos.
Analogias deste tipo foram usadas pela primeira vez em 1948 por Sorum, sendo apresentada por diversos outros autores (KAUFFMAN, 1959; DONATI; JUBERT e ANDRADE GAMBOA, 1992) de formas diferentes, porém, com a mesma finalidade (RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p. 21).
Essa analogia utiliza um tubo de vidro em forma de "U" contendo certa quantidade de água que apresentam o mesmo nível dos dois lados do tubo. Ao ser adicionado mais água em um dos lados do tubo, ocorrerá à perturbação do equilíbrio, que ficará momentaneamente desequilibrado, desta forma, a água se desloca e atinge um novo estado de equilíbrio.
Na comparação, os autores descrevem que algo semelhante acontece nas reações químicas. Para Raviolo e Garritz (2008, p.21), esse tipo de analogia "conduz à concepção errônea de considerar o equilíbrio químico como uma situação na qual as quantidades de reagentes e produtos são iguais".

No livro 3, na abertura do capítulo sobre equilíbrio químico é utilizada uma imagem de uma pessoa correndo na esteira (figura 3) para explicar a "idéia de como o equilíbrio químico se apresenta [...] uma pessoa caminha, mas mesmo assim não sai do lugar, isso porque a esteira que ela utiliza 'caminha' no sentido contrário ao seu com velocidade idêntica à sua" (p. 438). Essa mesma analogia aparece no livro 2, porém, naquele momento, os autores a utilizaram para exemplificar a característica estacionária do fenômeno em nível macroscópico. No livro 3, essa analogia é utilizada para explicar o dinamismo de um equilíbrio químico.
Na sequência fazem uma discussão sobre o equilíbrio químico existente na hidrólise da sacarose para explicar a condição dinâmica do equilíbrio e que esse aspecto ocorre devido à igualdade das velocidades nos dois sentidos da reação. Em momento algum o texto estabelece qualquer relação entre a condição dinâmica da reação com a caminhada na esteira, deixando vaga a correlação dos dois domínios.

Figura 1: pirâmide humana (livro 1)

Figura 2: boneco João teimoso (livro 2)

Figura 3: Esteira ergométrica (livros 2 e 3)

Diante do exposto, fica evidenciado que os docentes devem analisar atenciosamente ao utilizar imagens como analogias, pois segundo Lopes apud Mól (1999, p.39) "o apelo às imagens fáceis, capazes de permitir ao aluno associação imediata com as idéias que lhe são familiares, mostra–se então como o caminho preferido dos livros didáticos... Transmite–se apenas a sombra da ciência, imprecisa e vaga".
Para Dagher apud Mól (1999, p. 38), "os autores de textos e professores necessitam dar atenção especial ao nível de detalhe e discussão quando guiam os estudantes à compreensão de analogias", caso contrário, fica a analogia por ela mesma, como se ela fosse o conceito a ser estudado (RAVIOLO e GARRITZ, 2008). Em relação ao livro 4, que também utiliza analogia para propor o ensino de equilíbrio químico, os autores apresentam a *história do velho sábio.* Trata-se de uma analogia adaptada da analogia proposta por Dickerson e Geis para explicar o dinamismo em uma situação de equilíbrio químico. Originalmente, essa analogia apresenta uma guerra de maças ou bolas entre dois grupos de pessoas (RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p. 15). Na adaptação, no lugar das maças ou bolas, os autores do livro 4 utilizam mamonas e refazem a história que se baseia em dois grupos em quintais diferentes jogando mamonas uns nos outros. Como um grupo é formado por um "velho", a velocidade que ele devolve as mamonas é mais lenta no começo da guerra e vai aumentando no decorrer da disputa. O outro grupo formado por três amigos lançam as mamonas com mais rapidez no início e essa velocidade vai diminuindo uma vez que, a quantidade de mamonas do lado deles vai

diminuindo e apesar da quantidade de mamonas nos dois quintais não serem as mesmas, segundo os autores, essas quantidades não se altera devido à velocidade de lançamento dos dois grupos serem iguais. Isso serve como comparação pelos autores para explicar que no equilíbrio químico, as transformações são constantes e que as velocidades das reações são as mesmas, relacionando a história com o dinamismo do equilíbrio químico.
Segundo Raviolo e Garritz (2008, p. 17), "essa analogia contribui para a imagem de que reagentes e produtos se encontram em diferentes recipientes", promovendo um erro conceitual, uma vez que reagentes e produtos coexistem em um mesmo sistema.
Nos livros 5 e 6 não foram encontradas analogias referentes ao assunto tema de estudo do presente trabalho. Possivelmente essa característica evidenciada nesses dois livros demonstre uma preocupação dos autores em utilizá-la para um tema cujo conceitos possuem "caráter complexo e abstrato" (FABIÃO e DUARTE, 2006, p.29), e ela ser utilizada de maneira equivocada devido suas limitações ou mesmo despreparo do professor[116].
Segundo Echeverría, Mello e Gauche (2010) é necessário que o professor tenha um espírito crítico-analítico para a escolha de um livro didático e no caso das analogias, saber identificar se ela está adequada conceitualmente, e que isto sirva de critério, entre outros, para a escolha do livro didático. Na mesma perspectiva Mól (1999) complementa que uma analogia mal empregada pelo professor pode comprometer a aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos, e a não utilização da analogia, pode evitar que o aluno desenvolva obstáculos epistemológicos pelo assunto, porém, o mesmo autor considera que "as analogias [...] apresentadas nos livros didáticos, são importantes ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem se forem utilizadas de forma consciente e adequadas" (1999, p. 187).

3. Considerações

É sabidamente elucidado que os modelos analógicos podem até contribuir para o processo de ensino-aprendizagem e concordamos com os autores aqui expostos quando estes apresentam as vantagens e desvantagens desse recurso, até mesmo porque o uso de analogias é algo comum na prática docente e pode de certo modo estar associada à tendência atual de relacionar os conceitos com o cotidiano (MÓL, 1999).
Podem ainda ter um lado negativo ou positivo, dependerá de como será trabalhado e do ponto de vista de quem a está avaliando.
Tomemos como exemplo a analogia da esteira ergométrica apresentada nos livros 2 e 3, que segundo Milagres e Justi (2001, p. 46), essa analogia é uma alternativa ao uso de modelos de ensino que trazem representações estáticas e pode ajudar o aluno a entender o sistema dinâmico em um equilíbrio químico. Por outro lado, Raviolo e Garritz (2008, p. 15), apontam que este tipo de analogia pode causar confusões relacionadas à cinética química.
A utilização de imagens como meio de demonstrar uma analogia, como acontece nos livros 2 e 3, pode induzir, ou transmitir imprecisões conceituais, contribuindo para a construção de modelos mentais pelos alunos que não sejam satisfatórios para a compreensão dos fenômenos, ou ainda, podem servir como organizador para facilitar a aprendizagem.
É necessário que o professor tenha criticidade ao escolher uma analogia para "facilitar" o entendimento do aluno sobre um determinado conceito.

[116] Segundo Lewis apud Raviolo e Garritz (2008, p. 22), a analogia se torna desvantajosa devido a "certas hipóteses absurdas que os professores fazem ao superestimá-las".

Portanto, cabe a ele decidir se deve ou não utilizá-la levando em consideração suas próprias limitações conceituais sobre o tema, ou ainda, suas dificuldades em fazer as relações entre o objeto de estudo e a analogia.

4. Referências

Duarte, M. C. (2004). Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios. 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm#>. Acesso em 05 maio 2011.

Echeverría, A. R.; Mello, I. C.; Gauche, R. (2010) *Livro Didático: Análise e utilização no Ensino de Química.* In: Maldaner, O. A.; Santos, W. L. P. (org.). *O Ensino de Química em Foco.* 4.ed. Ijuí: Unijuí.

Fabião, L. S.; Duarte, M. Da C. (2006). *As analogias no ensino da Química: um estudo no tema Equilíbrio Químico com alunos/futuros professores de Ciências.* In: Nardi, R.; Almeida, M. J. P. M. de (org). *Analogias, leituras e modelos no ensino de ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras Editora.

Galagovsky, L.; Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: El Concepto de Modelo Didático Analógico. *Enseñanza de las Ciencias***.** n. 19, 231-242.

Milagres, V. S. O.; Justi, R. S. (2001). Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico: Algumas Considerações Sobre o que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos no Ensino Médio. *Química Nova na Escola,* n. 13, 41-6.

Mól, G. de S. (1999). *O Uso de Analogias no Ensino de Química.* Tese (Doutorado em Química), Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília.

Oliva, J. M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciências. *Revista electrónica de Ensenñanza de las Ciencias.* v. 3, n. 3, 363-384.

Raviolo, A.; Garritz, A. (2008). Analogias no Ensino de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola,* n. 27, 13-25.

O ENSINO DE CIÊNCIAS E O ALUNO CEGO: UMA REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Maria Cristina Aguirre Schwahn; Agostinho Serrano de Andrade Neto
Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECIM-ULBRA- Canoas/Brasil
cristinaschwahn@gmail.com; asandraden@gmail.com

Resumo
Neste artigo é apresentada uma revisão da literatura sobre a linha de pesquisa "Ensino de Ciências para Deficientes Visuais". Esta revisão foi realizada através da consulta a artigos publicados em periódicos e em anais de congresso que abordam o ensino de Ciências e a Inclusão. A pesquisa concentrou-se em publicações direcionadas ao ensino da Física e da Química e engloba os trabalhos publicados na linha de tempo pesquisada. O nº de trabalhos encontrados mostrou a escassez de publicações sobre concepções alternativas de ensino e aprendizagem para alunos deficientes visuais. Os resultados apontam para uma evolução no numero de trabalhos devendo-se considerar, no entanto, a formação inicial e continuada do professor por ser ele um dos protagonistas pela inclusão do deficiente visual em classe regula.

Palavras-chave: Física, Química, deficiente visual, cegos, inclusão, ensino e aprendizagem.

1. Introdução

Em junho de 1994, dirigentes de mais de 80 países reuniram-se na Espanha e assinaram aquele que é considerado um dos mais importantes documentos de compromisso de garantia de direitos educacionais, a "Declaração de Salamanca", que envolve princípios, políticas e práticas em Educação Especial. Esta declaração determina que as escolas devem acolher todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais ou linguísticas.

Neste evento foi anunciada, pela primeira vez, "A *Educação para Todos*", mudando assim a concepção da educação dos indivíduos com necessidades educativas especiais.

Com este documento foi recomendado a "*Escola Inclusiva"*, se fazendo necessário assim o desenvolvimento de metodologias para tanto, entre elas aquelas que disponibilizem aos portadores de deficiência visual as mesmas oportunidades educativas da população vidente (Salamanca, 1994).

No Brasil, a inclusão escolar de pessoas com necessidades educativas especiais, motivadas a partir da LDEBEN 9394/96 (BRASIL, 1996) tem sido uma prática crescente, tornando-se positiva para os alunos, na medida em que produz elementos de buscas alternativas para a adequação social da nova realidade escolar (Camargo, 2004).

No entanto ainda estamos muito aquém das expectativas para que uma escola seja realmente inclusiva. Isto pode estar associado à insegurança do professor em lidar com as diferenças.

2. O ensino de ciências e o aluno portador de deficiência visual

Em 2001, o Decreto nº 3.956 promulga no Brasil a "Convenção da Guatemala" (1999), convenção esta que afirma que todo portador de deficiência possui os mesmos direitos humanos e liberdades fundamentais que as demais pessoas. Esta convenção define como

discriminação toda e qualquer diferenciação ou exclusão que possa impedir ou anular o exercício dos direitos humanos e liberdades fundamentais das pessoas portadoras de deficiências.
Com a promulgação deste Decreto se fez necessário uma importante reinterpretação da educação especial, com a finalidade de eliminar os obstáculos que impedem o acesso à escolarização de pessoas com necessidades especiais.
As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, estabelecida pela Resolução CNE/CP nº 1/2002, define que as instituições de ensino superior devem prever, em sua organização curricular, formação docente voltada paraa diversidade e contemplar os futuros professores com conhecimentos sobre as especificidades dos alunos com necessidades educacionais especiais.
Nesse sentido, é urgente a necessidade de, através da formação inicial e continuada, preparar os professores para a inclusão de pessoas com necessidades educativas especiais, buscando assim que este docente possa se adequar a novas formas e diferentes situações de ensino, tornando mais reais os conceitos que serão ensinados em sala de aula.
Para Claxton (1994), "é fundamental para o desenvolvimento das capacidades de um indivíduo, sua introdução no mundo da Ciência, já que tal introdução pode produzir um sentimento de satisfação pelo controle sobre a seleção e manutenção da tecnologia que utilizam, e porque a Ciência constitui uma parte fundamental da cultura".
Segundo Gil (2000), a comunicação do ser humano com o meio em que vive está centrada no sentido visão ao permitir que este perceba fatos próximos e distantes e a partir desse sentido, organizar as informações advindas dos outros sentidos.
É comum um professor ao ministrar conteúdos em uma sala de aula dizer "... olhem para o quadro agora...", "... vejam esta figura...", "... observem a reação química que esta ocorrendo...", o que mostra a importância da visão no ensino e também na aprendizagem.
O sentido visão parece dominar toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar, apesar dos outros sentidos serem de grande importância para a observação e compreensão do mundo físico (Camargo, et. al. 2001).
Mas em quais referenciais de ordem sensorial e educacional as citadas atividades devem ser estruturadas e conduzidas para que alunos com deficiência visual estejam motivados a aprender Ciências?
De acordo com Camargo (2005), o desafio de ensinar está fundamentado em três referenciais:

- Formação inicial e continuada dos professores permitindo a vivência destes com a deficiência visual;
- Metodologias e materiais que considerem e atendam as necessidades do aluno com deficiência visual;
- Pesquisas realizadas na área.

Não podemos esquecer que um ensino de qualidade, em particular para pessoas com deficiência visual vai além do caráter puramente escolar, mas sim é a afirmação deste indivíduo na vida social como um todo, fazendo com que se sinta incluso na sociedade da qual faz parte.

De acordo com Manacorda (1986), o ser humano possui a necessita de adquirir conhecimento de conteúdos científicos para aproximar-se e compreender a complexidade e globalidade da realidade contemporânea.

3. Metodologia

A revisão bibliográfica apresentada neste artigo concentrou-se em publicações direcionadas ao ensino e a aprendizagem de Física e Química. Para tanto foi usado o mesmo procedimento utilizado em pesquisas do tipo "estado da arte", isto é, em diferentes épocas e lugares, qual o destaque dado e como são produzidas as publicações em anais de eventos e periódicos nacionais e internacionais da temática aqui pesquisada (FERREIRA, 2002).

Para a revisão realizada foram consultados os seguintes periódicos: "Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências" (2001– 2010), "Ensenanza de Las Ciências" (1983 – 2010), "Ensenanza de Las Ciências on-line" (1998-2011), "Revista Brasileira de Ensino de Física" (1979 – 2011), "Journal of Chemical Education" (2000-2011), "Revista Brasileira de Ensino de Química" (2006-2009), "Caderno Brasileiro de Ensino de Física" (1995-2009).

Buscaram-se também publicações nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC (1997-2009), por ser um evento de destaque nas pesquisas de ensino de Ciências no Brasil.

Os artigos encontrados foram selecionados pela presença de palavras-chave no título, seguido pela verificação no resumo, na busca por indícios de metodologias e aprendizado de pessoas portadoras de cegueira ou de baixa visão. Nesta busca foram feitas combinações da palavra 'cego' com as palavras ensino, aprendizado, metodologia, inclusão. No entanto, é possível que alguns artigos desta revisão tenham ficado de fora com o uso destes critérios, por não terem sido feitas todas as combinações possíveis com as palavras relacionadas com a temática estudada.

Para a categorização dos artigos encontrados foi utilizada a análise de conteúdos dos resumos dos mesmos.

Para Bardin (2000) "a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamentos segundo o gênero com os critérios previamente definidos".

Para que esta categorização seja possível, Bardin (2000) sugere que a análise seja organizada em três partes: pré-análise, exploração do material e interpretação.

Aqui será apresentada a fase de pré-análise, onde a seleção foi feita por palavras chave presentes nos títulos e pela leitura dos resumos, o que permitiu verificar a incidência de artigos selecionados em cada periódico e em cada ata do ENPEC que estivessem relacionados com estratégias, metodologias, ensino e aprendizagem de Física e Química e alunos deficientes visuais.

4. Classificação e interpretação dos dados pesquisados

Foi encontrado um total de 26 artigos publicados nos ENPECs e periódicos pesquisados.

Destes, 14 artigos corresponde aos achados nas sete Atas do Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC), referentes a comunicações orais e na forma de pôster.

A sistematização dos artigos encontrados permitiu visualizar que estas começam a partir de 2001 (III ENPEC), com um artigo publicado para o ensino e aprendizagem de Física

para alunos deficientes visuais, mostrando a importância da interação social na construção do conhecimento.
A maior incidência de publicações encontradas é para o ano de 2005 com três artigos na área da Física e dois na área da Química
Através do número de artigos publicados foi possível verificar que o assunto sobre deficiência visual não vem recebendo muita importância por parte do professor atuante em sala de aula regular.
Estudos realizados por Camargo (2006) mostram a quase total ausência de pesquisas relacionadas a alunos com deficiência visual em sala de aula regular.
Na seleção realizada com os artigos encontrados nos ENPECs, possuem destaque os seguintes aspectos:

- Questões metodológicas referentes ao ensino de cegos;
- Estratégias de ensino para portadores de deficiência visual;
- Justificativas para a inclusão de cegos e portadores de baixa visão em classe regular;
- Concepções alternativas dos estudantes para aprendizagem de Física e Química.

A inclusão do aluno deficiente visual inserido na sala de aula regular deveria ter um olhar mais atento por parte dos professores, uma vez que sua aprendizagem perpassa, necessariamente, pela formação de profissionais habilitados e capacitados para o ensino de alunos com necessidades educacionais especiais.
O indivíduo com deficiência visual, desprovido de educação científica, encontra-se prejudicado no exercício de sua cidadania, impossibilitado e carente dos direitos que lhe permitem exercer o seu papel no mundo em que se encontra inserido (SORDI, 1995).
No entanto podemos destacar que nos últimos anos a pesquisa sobre o assunto vem num crescente, mostrando o interesse do professor pela pesquisa de estratégias de ensino para melhorar a aprendizagem de alunos deficientes visuais.
Para Camargo (2009), a valorização do aluno deficiente visual e da sua estrutura cognitiva no processo de aquisição de conhecimento e também do professor com uma prática educacional compromissada com um ensino que contemple estratégias metodológicas necessárias para que ocorra a inclusão de modo responsável, permitirá a promoção do processo de ensino e de aprendizagem, permitindo assim o surgimento de pesquisas que priorizem tais problemas relacionados à aprendizagem ou à construção/apropriação do conhecimento de alunos portadores de deficiência visual.
Já nos periódicos pesquisados foram encontrados 12 artigos publicados observando-se que há uma escassez de materiais relacionados à educação para portadores de deficiência visual.
O número de publicações classificadas como trabalhos de pesquisa é muito pequeno (12), se levarmos em conta a linha de tempo das publicações nas revistas pesquisadas.
De acordo com Santos (2000), o número de trabalhos sobre este tema ainda é pouca, sendo que a maioria encontrada refere-se à instrumentação adaptada a cegos ou simplesmente divulgação de projetos em desenvolvimento na área.
O mapeamento realizado até o momento mostra que a inclusão de alunos deficientes visuais é um tema que apresenta um número não muito expressivo de trabalhos publicados.
Ao realizar a leitura dos resumos dos artigos encontrados no Journal of Chemical Education, sendo esta a publicação que apresentou o maior numero de artigos sobre o

tema deficiência visual e o ensino de Química, podemos enfatizar como assuntos relevantes a preocupação dos professores quanto a:

- Metodologia referente ao ensino de Química para deficientes visuais;
- material alternativo para o uso do laboratório;
- o uso de novas tecnologias para o ensino e aprendizagem de deficientes visuais;
- Acessibilidade;
- Ensino e aprendizagem de deficientes visuais em classes regulares.

Segundo Camargo (2006), a inclusão do aluno deficiente visual em classes regulares deveria ser mais pesquisada e assim ter uma maior importância na política de inclusão, tendo em vista que a formação de alunos deficientes passa, necessariamente, pela formação de profissionais habilitados e capacitados para o ensino de alunos com necessidades educacionais especiais.
Ao consideramos a produção na área muito baixa, percebemos a necessidade de empenho no sentido de que mais pesquisas sejam desenvolvidas neste campo.
A formação do professor, tanto inicial quanto continuada, possui um papel de grande importância no processo de ensino e aprendizagem. Para Omote (2000) o professor como peça importante do processo educacional, necessita que tenha incluída na sua formação questões que o auxiliem a modificar suas concepções acerca da inclusão de alunos deficientes visuais, visando uma maior qualidade de ensino.
Segundo Santos e Paulino (2006), o sucesso do processo inclusivo do deficiente visual no ambiente escolar regular deve levar em consideração o papel do professor que, para promover a aprendizagem e potencialidades dos portadores de necessidade especiais, tem que estar preparado e assessorado na construção do saber.

5. Algumas considerações

Através da revisão bibliográfica apresentada, seria interessante ressaltar que a maior concentração de publicações ocorre nos últimos cinco anos.
Ao analisarmos os resumos das publicações encontradas foi possível observar o enfoque dado a estratégias metodológicas no ensino de Física e Química para alunos cegos.
Como justificativa a favor pode-se levar em consideração o fato de que o paradigma da educação inclusiva tem alcançado expressão internacional na ultima década, agregando as agendas de legisladores, governantes e administradores de sistemas de ensino em diferentes âmbitos (MEC, SEESP, 2005).
Camargo (2005), ao falar em inclusão, coloca o professor atuando como mediador junto a seus alunos, capaz de possibilitar a realização de atividades que o aluno ainda não possui condições para realizar de forma autônoma, contribuindo deste modo para o desenvolvimento potencial desses alunos.
O tipo de atitude adotada por parte dos professores a fim de adaptar ou mesmo construir uma prática educativa que contemple as necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual é muito importante. Essa prática educativa deve possuir características motivacionais variadas para que alunos com deficiência visual motivem-se em estudar conteúdos relacionados aqui em especial a Física e a Química.
No entanto, obstáculos existem e muitos e o maior deles, sem dúvidas é a desinformação por parte dos professores quanto à inclusão do aluno com deficiência visual, o que muitas vezes afasta este aluno da sala de aula não permitindo seu exercício pleno da cidadania.

É importante que nós como educadores vejamos este aluno como ser participativo dos espaços da vida escolar. Porém muitos empecilhos ainda são encontrados para se concluir perfeitamente esta inclusão.

6. Referencias bibliográficas

Brasil. (1994). Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Brasília: UNESCO.
Brasil. (2001). Decreto Nº 3.956, de 8 de outubrode 2001. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Guatemala.
Bardin, L. (2000). Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70.
Brasil. (1956). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação.
Claxton, G. (1994). Educar mentes curiosas. Ed. Visor. Madrid.
Camargo E. P., Scalvi L. V. A., Braga T. M. S. (2001). O Ensino de Física e os Portadores de Deficiência Visual: Aspectos Observacionais Não-Visuais de Questões Ligadas ao Repouso e ao Movimento dos Objetos. In: NARDI, R. (Org.), Educação em Ciências da Pesquisa à Prática docente, Ed. Escrituras, V. 3.
Camargo, E. P., Silva, D. (2004). Desmistificar a Deficiência Visual como Primeiro Passo para Ações Educativas de Física. In: CONGRESSO REGIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, 2004, São José do Rio Pardo – SP. Anais eletrônicos: Saberes Teóricos e Saberes da Prática na Formação dos Professores, São José do Rio Pardo-SP.
Camargo, E.P. (2005). O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para aluno cego e com baixa visão Tese de Doutorado, Campinas, SP.
Declaração de Salamanca,
http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf - acesso em 14/04/2011
Ferreira, N. S. De A. (2002). As Pesquisas denominadas "Estado Da Arte". Educação & Sociedade, ano XXIII, nº 79, p. 257-272.
Gil, M. (org.). (200). Deficiência visual. Brasília: MEC. Secretaria de Educação e Distância, 2000.
Manacorda, M. A. (1986). Marx e a pedagogia moderna. Revista da ANDE. (São Paulo) V. 5, n.10, p. 59-64.
Mec, Seesp. (2005). Ensaios pedagógicos - construindo escolas inclusivas: 1ª. ed. Brasília.
Omote, S. (2000). Classes especiais: comentários à margem do texto de Torezan & Caiado. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 1, n. 6, p. 43-64.
Santos, L. T. (2000). O olhar do deficiente visual para o ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7, 2000, Florianópolis. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física. p. 113.
Santos, M. P; Paulino, M. M. (2006). Inclusão em educação: Culturas, políticas e práticas. São Paulo: Cortez.
Sordi, M. R. (1995). A prática de avaliação do ensino superior. Editora Cortez, 135 p.

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE MODELAGEM MOLECULAR

Adriana de Farias Ramos; Agostinho Serrano
IFRS – Campus Porto Alegre; ULBRA/RS
adriana@ifrspoa.edu.br; asandraden@gmail.com

Resumo
A modelagem molecular a partir do uso de softwares tem se tornado ferramenta importante para a química profissional, bem como facilitadora na compreensão das propriedades de átomos e moléculas. Atualmente, antes do trabalho em laboratório, o uso da modelagem tem sido a primeira etapa no longo processo de síntese de novos produtos em indústrias de fármacos, cosméticos, dentre outras. Este trabalho busca oferecer uma breve revisão da literatura de ensino de química nos últimos dez anos sobre o tema modelagem molecular. Foram pesquisados os termos "modelagem molecular", "molecular modeling" e "modelaje molecular" nos títulos e resumos dos principais periódicos de ensino de química do Brasil, da América Latina, dos Estados Unidos e da Europa.

Palavras-chave: Modelagem Molecular; Química Computacional; Revisão de Literatura; Educação Química

1. Introdução

A comunidade científica – em especial químicos e físicos– sempre buscou compreender o comportamento dos átomos e moléculas, bem como suas diversas ligações. Ao longo da história, muitos modelos foram propostos para tal finalidade e em meados so século XIX as primeiras regras de representação das fórmulas estruturais para compostos da química orgânica foram definidas. As contribuições de Kekulé sobre a estrutura do benzeno (NETO, 2007); de Pasteur com a descoberta da isomeria (CATTANI; BASSALO, 2009); e Hofmann, com a representação do metano como uma estrutura de bolas unidas por varas (MEINEL,2004), foram importantes para a evolução dos modelos de estruturas químicas.

Santos (2001) define, dentro da literatura em educação química, que modelagem molecular constitui "a aplicação de modelos teóricos para representar e manipular a estrutura de moléculas, estudar reações químicas e estabelecer relações entre a estrutura e propriedades da matéria". O autor informa que, historicamente, a modelagem molecular surgiu com a necessidade de representação das fórmulas estruturais das moléculas, ocorridas inicialmente em 1874 com as contribuições de van't Hoff e Le Bel, para o arranjo tetraédrico do carbono. Já a IUPAC, que representa a comunidade de pesquisadores em Química, conceitua modelagem molecular como a parte da química que trata da "investigação de estruturas moleculares e propriedades usando a química computacional e técnicas de visualização gráfica, a fim de fornecer uma representação plausível tridimensional sob um determinado conjunto de circunstâncias" (PAC, 1997).

No entanto, as dificuldades matemáticas encontradas na solução das equações da mecânica quântica, em especial a solução correspondente para a equação de Schrödinger, impediram avanços mais significativos desde a década de 1930 (FREITAS, 1998). Segundo o autor, essa dificuldade leva ao surgimento da química quântica e a um longo caminho de afirmação desta nova ciência até meados da década de 1960, quando John A. Pople *"vislumbra que a sinergia entre facilidades*

computacionais e programas eficientes desempenharia um papel importante no desenvolvimento da pesquisa química".

A modelagem molecular tem como principal objetivo prever o comportamento de sistemas reais. É a partir dela que podemos prever e descrever o comportamento de estruturas moleculares antes mesmo de sintetizá-las em laboratório. Para tanto, é preciso estabelecer e definir um modelo que possa descrever corretamente o comportamento de um sistema, incluindo as interações intermoleculares e intramoleculares; realizar os cálculos necessários e analisar os resultados obtidos a fim de chegar à conclusão da validade do modelo.

Com o avanço da tecnologia, as ferramentas computacionais tornaram-se cada vez mais poderosas e os softwares cada vez mais utilizados na tarefa de desenvolvimento de novos compostos. Rodrigues (2001) aborda os métodos de desenvolvimento de fármacos e aponta que *"a maioria dos programas de modelagem molecular são capazes de desenhar a estrutura molecular e realizar os cálculos de otimização geométrica e estudos de análise conformacional"*. Além disso, os softwares de modelagem podem ser utilizados para efetuar o planejamento teórico de novas moléculas; para definir parâmetros estéricos e eletrônicos; para compor o mapa de potencial eletrostático, bem como todas as informações sobre os orbitais HOMO (*Highest Occupied Molecular Orbital*) e LUMO (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*), dentre outros.

A modelagem molecular também é largamente utilizada na produção de fármacos (BARREIRO, 2002), na criação de estratégias de combate à AIDS (PEÇANHA, 2002), na pesquisa de processos de polimerização (LENZI, 2004), na obtenção de novos produtos para a indústria de cosméticos (SCOTTI, 2007), dentre várias outras aplicações. Segundo nosso ponto de vista, investigar a modelagem molecular como recurso didático é de interesse à comunidade de Educação Química latino-americana.

2. A Revisão da Literatura

O objetivo desta revisão é o de percorrer alguns dos principais periódicos da área da educação química a fim de catalogar a forma de uso de *softwares* de modelagem molecular nos últimos dez anos dentro, naturalmente, da área de ensino de química. Foram consultados os principais periódicos da área da educação química da América Latina – incluindo o Brasil – da Europa e dos Estados Unidos.

No Brasil, optamos pelos periódicos da Sociedade Brasileira de Química: Química Nova (http://quimicanova.sbq.org.br/index.php) e *Journal of the Brazilian Chemical Society* (http://jbcs.sbq.org.br/). Na América Latina, escolhemos o periódico *Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias* (http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/). Nos Estados Unidos, optamos pelo principal periódico de ensino de química da *American Chemical Society*: o *Journal of Chemical Education (http://jchemed.chem.wisc.edu/INDEX.HTML)*. Seguindo o mesmo critério, na Europa escolhemos os periódicos *Chemistry Education: Research and Practice* (http://www.uoi.gr/cerp/) e *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (http://www.saum.uvigo.es/reec/).

A pesquisa foi realizada nas páginas dos periódicos na internet, com a ferramenta "search", buscando as entradas de título e de resumo do termo "*molecular modeling*". No caso dos periódicos em espanhol, foi feita pesquisa direta nos títulos. Os trabalhos encontrados tiveram seus conteúdos analisados na busca por indícios que levassem à conclusão da utilização de *softwares* de modelagem molecular.

A tabela 1, a seguir, apresenta as referências encontradas no periódico *Journal of Chemical Education.* Em função do resultado de trabalhos encontrados, catalogamos os mesmos conforme as seguintes áreas de conhecimento: química orgânica, química inorgânica (incluindo trabalhos com organometálicos); físico-química, química computacional, bioquímica e geral (incluindo aqueles trabalhos cujos temas não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores).
Além dessa divisão, também fizemos a seleção em função das seções do próprio periódico: experimento (EXP), para os experimentos de laboratório; pesquisa em ciência e educação (PCE), para trabalhos envolvendo a pesquisa em ciência e educação; *"in the classroom"* (ICR), para trabalhos que descrevem alguma aplicação em sala de aula; e *"on the web"* (OTW), para trabalhos envolvendo aplicações para a web. Ao final de cada referência deste periódico, colocamos entre parêntese a referida divisão.

Área de Concentração	Referência
Química Orgânica	*J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (1), p 68(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (1), p 81(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (1), p 121(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (2), p 226(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (3), p 420(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (4), p 475(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (4), p 535(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (4), p 538(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (5), p 617(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (5), p 654(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (6), p 781(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (7), p 942(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (9), p 1206(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (10), p 1390(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (10), p 1412(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (12), p 1609(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (1), p 67(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (1), p 96 (EXP); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (2), p 225(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (4), p 484(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (7), p 813(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (2), p 194(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (10), p 1178(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (1), p 121(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (2), p 225(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (6), p 818(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (6), p 837(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (7), p 971(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (7), p 1006(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (8), p 1136(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (8), p 1196(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (9), p 1355(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (10), p 1497(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (10), p 1529(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (11), p 1633(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (1), p 73(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (1), p 111(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (3), p 401(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (4), p 588(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (4), p 625(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (6), p 953(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (7), p 1021(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (9), p 1329(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (9), p 1334(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (12), p 1800(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (12), p 1805(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (3), p 413(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (5), p 770(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (5), p 777(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (5), p 780(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (6), p 923(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (6), p 931(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (6), p 934(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (6), p 940(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (6), p 954(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (7), p 1055(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (8), p 1182(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (9), p 1393(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (11), p 1658(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (11), p 1681(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (1), p 97(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (1), p 156(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (2), p 346(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (3), p 471(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (3), p 556(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (5), p 836(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (6), p 979(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (8), p 1328(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (9), p 1486(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (11), p 1840(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (12), p 1945(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (12), p 2001(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (12), p 2019(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (1), p 104(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (2), p 240(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (5), p 692(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (7), p 969(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (8), p 1071(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (9), p 1279(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (11), p 1538(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (11), p 1541(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (11), p 1558(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (2), p 190(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (2), p 199(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (3), p 333(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (4), p 477(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (8), p 955(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (1), pp 84–86(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (2), pp 221–228(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (4), pp 419–422(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (5), pp 547–551(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (6), pp 625–627(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (6), pp 628–630(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (7), pp 711–713(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (7), pp 739–741(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (8), pp 819–822(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (8), pp 845–847(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (10), pp 1074–1077(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (12), pp 1336–1341(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (12), pp 1384–1387(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (12), pp 1425–1429(PCE).
Química Inorgânica	*J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (1), p 134(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (6), p 840(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (6), p 844(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (7), p 981(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (11), p 1487(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (5), p 588(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (8), p 997(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (4), p 423(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (6), p 606(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (8), p 931(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (1), p 147(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (2), p 283(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (5), p 657(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (5), p 673(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (5), p 722(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (7), p 997(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (11), p 1663(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (1), p 77(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (1), p 102(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (4), p 629(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (6), p 1067(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (6), p 822(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (8), p 946(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (9), p 1072(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (1), pp 113–118(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (3), pp 309–310(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (4), pp 421–425(ICR).
Físico-Química	*J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (2), p 230(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (5), p 601(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (9), p 1122(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (12), p 1477(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (4), p 475(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (4), p 532(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (4), p 596(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (2), p 334(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (11), p 1827(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (8), p 1146(OTW); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (12), p 1397(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (5), pp 574–580(EXP).
Química Computacional	*J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (9), p 1202(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (5), p 593(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (10), p 1192(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (2), p 219(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (3), p 481(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (2), p 329(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (8), p 1364(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (3), pp 306–308(ICR).

Bioquímica	*J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (11), p 1551(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (12), p 1467(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (11), p 1300(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (12), p 1854(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83* (9), p 1322(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (12), p 1941(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (5), p 666(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (5), p 744(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (3), pp 291–293(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (3), pp 294–295(ICR).
Geral	*J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (1), p 53(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (5), p 582(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2001**, *78* (7), p 867 (CUR); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (6), p 665(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (8), p 934(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2002**, *79* (11), p 1377(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (2), p 205(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (5), p 478(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (7), p 793(EXP); *J. Chem. Educ.*, **2003**, *80* (9), p 1084(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (1), p 72(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (8), p 1140(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81* (9), p 1322(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (3), p 489(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2005**, *82* (6), p 937(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2007**, *84* (2), p 259(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (5), p 718(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2008**, *85* (9), p 1282(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (1), p 126(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (11), p 1295(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2009**, *86* (12), p 1465(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (3), pp 280–284(ICR); *J. Chem. Educ.*, **2010**, *87* (5), pp 552–558(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (1), pp 44–48(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (3), pp 351–360(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (4), pp 415–419(PCE); *J. Chem. Educ.*, **2011**, *88* (5), pp 602–606(EXP).

Tabela 1: Trabalhos encontrados com a ferramenta "search" no periódico *Journal of Chemical Education*, no período de 2001 à 2011.

Nas tabelas 2, 3, 4 e 5 a seguir, apresentamos as buscas das referências encontradas com a ferramenta "search" nos periódicos *Chemistry Education: Research and Practice*, *Journal of the Brazilian Chemical Society,* Química Nova e *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, respectivamente. O critério de pesquisa foi o mesmo, ou seja, "molecular modeling" no título e no resumo dos trabalhos. A categorização realizada foi feita em relação às áreas de conhecimento da química.

Área de Concentração	Referência
Química Orgânica	***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2001, Vol. 2, No. 2, pp. 109-122; ***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2002, Vol. 3, No. 2, pp. 185-200; ***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2007, **8** (1), 61-72; *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2009, **10**, 62–69; *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2009, **10**, 296–301; ***Chem. Educ. Res. Pract.***, 2010, **11**, 43-47;
Química Inorgânica	***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2008, **9**, 11–17;
Geral	***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2000, Vol. 1, No. 1, pp. 109-120; ***Chem. Educ. Res. Pract.,*** 2007, **8** (3), 274-292; ***Chem. Educ. Res. Pract.***, 2008, **9**, pp. 301-308;

Tabela 2: Trabalhos encontrados com a ferramenta "search" no periódico *Chemistry Education – Research and Practice*, no período de 2001 à 2011.

Área de Concentração	Referência
Química Orgânica	J. Braz. Chem. Soc., Vol. 14. No. 1, 20-26, **2003**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 16. No. 3A, 440-448, **2005**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 17. No. 7, 1233-1240, **2006**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 19. No. 2, 337-343, **2008**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 19. No. 6, 1118-1124, **2008**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 20. No. 4, 693-703, **2009**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 21. No. 1, 179-184, **2010**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 21. No. 5, 837-841, **2010**.
Química Inorgânica	J. Braz. Chem. Soc., Vol. 13. No. 5, 624-628, **2002**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 15. No. 1, 10-15, **2004**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 17. No. 2, 289-295, **2006**.
Geral	J. Braz. Chem. Soc., Vol. 19. No. 1, 64-73, **2008**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 22. No. 3, 583-591, **2011**; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 22. No. 4, 684-692, **2011**;.

Tabela 3: Trabalhos encontrados com a ferramenta "search" no periódico *Journal of the Brazilian Chemical Society*, no período de 2001 à 2011.

Área de Concentração	Referência
Química Orgânica	Quím. Nova, Vol. 26, No. 2, 253-259, **2003**; Quím. Nova, Vol. 26, No. 3, 428-438, **2003**; Quím. Nova, Vol. 31, No. 6, 1089-1093, **2008**; Quím. Nova, Vol. 31, No. 6, 1319-1323, **2008**; Quím. Nova, Vol. 33, No. 4, 860-866, **2010**; Quím. Nova, Vol. 33, No. 7, 1444-1448, **2010**; Quím. Nova, Vol. 33, No. 7, 1453-1456, **2010**.
Química Inorgânica	Quím. Nova, Vol. 24, No. 3, 331-338, **2001**; Quím. Nova, Vol. 28, No. 2, 244-249, **2005**; Quím. Nova, Vol. 32, No. 5, 1184-1188, **2009**; Quím. Nova, Vol. 33, No. 1, 52-56, **2010**.
Geral	Quím. Nova, Vol. 26, No. 4, 542-549, **2004**; Quím. Nova, Vol. 31, No. 2, 261-267, **2008**; Quím. Nova, Vol. 32, No. 7, 1698-1703, **2009**; Quím. Nova, Vol. 32, No. 8, 2073-2077, **2009**; Quím. Nova, Vol. 32, No. 8, 2109-2113, **2009**; Quím. Nova, Vol. 33, No. 5, 1155-1162, **2010**.

Tabela 4: Trabalhos encontrados com a ferramenta "search" no periódico Química Nova, no período de 2001 à 2011.

Área de Concentração	Referência
Química Orgânica	REEC, vol.9, No 1, 18-34 (2010).

Tabela 5: Trabalho encontrado com a ferramenta "search" no periódico *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, no período de 2001 à 2011.

No periódico *Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias* não foi encontrado nenhum artigo que tivesse a intenção de abordar o tema modelagem molecular tanto no título quanto no resumo.

Uma análise detalhada sobre todas as referências acima citadas nos permitem concluir que a modelagem molecular, largamente utilizada na área da química orgânica, tem como um dos seus principais focos o estudo da estereoquímica (BARROWS; EBERLEIN, 2004). Também verificamos com bastante frequência trabalhos com objetivo de elucidar mecanismos de reações orgânicas, principalmente aqueles trabalhos nos quais há a integração da modelagem molecular com métodos instrumentais (SHAW et. al., 2005).

Na área da química inorgânica, sobressaltam-se os estudos com organometálicos (O'BRIEN; HAWORTH, 2001), assim como trabalhos envolvendo a teoria do orbital molecular (CASS; HOLLINGSWORTH, 2004). Os trabalhos na área da físico-química, em boa parte versam sobre propriedades termodinâmicas (BEDDARD, 2011). Com relação à área de química computacional, chama atenção que os trabalhos são predominantemente nas áreas de pesquisa em ciência e educação e *"in the classroom"*, o que nos leva a concluir que pode haver uma tendência de tentativa de estreitamento da química teórica com a "sala de aula", na medida em que percebemos que existem iniciativas de tornar a química teórica uma ferramenta de compreensão de certos fenômenos.

Na área da bioquímica, percebemos a existência de trabalhos que usam a modelagem molecular com objetivo de desvendar a especificidade da interação ligante-proteína (VERLI; BARRETO, 2005). Na categoria geral, chama atenção a pouca produção de trabalhos de modelagem molecular envolvendo pesquisa em educação química, com estudos do efeito da modelagem molecular em sala de aula.

3. Conclusões

As facilidades que os softwares de modelagem molecular trouxeram aos pesquisadores químicos estão mudando os paradigmas da pesquisa em química pura e aplicada. Atualmente, muitos pesquisadores optam por estudar previamente a viabilidade de síntese de moléculas e compostos num computador e, escolhido o melhor caminho, vão ao laboratório com as condições experimentais já estabelecidas e otimizadas. Essa possibilidade encurta o tempo de testes laboratoriais, diminui os custos de síntese e contribui para a diminuição da exposição a riscos.

O gráfico 1, a seguir, mostra o número de publicações encontradas a cada ano com o termo "molecular modeling" no título ou no resumo, dentro dos periódicos pesquisados.

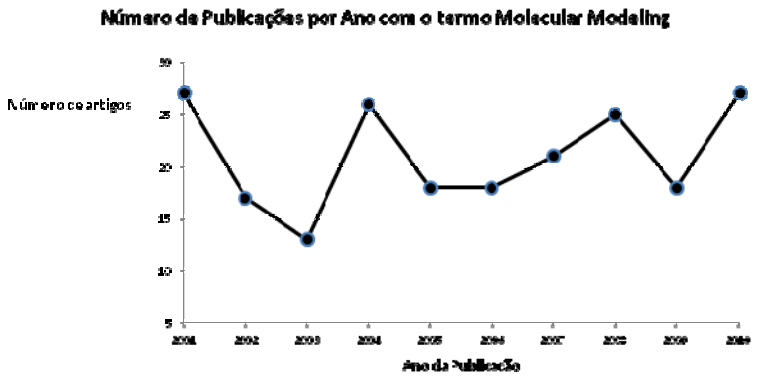


Gráfico 1: Número de trabalhos encontrados a cada ano sobre modelagem molecular nos periódicos pesquisados, no período de 2001 à 2011.

Com algumas exceções, podemos perceber que a produção científica em Educação química que utiliza *softwares* de modelagem molecular é bastante sólida e tende a aumentar na medida em que as ferramentas forem sendo adaptadas às necessidades dos pesquisadores e os modelos forem sendo melhorados.

No entanto, os melhores *sofwares* de modelagem ainda estão restritos às mãos dos pesquisadores por serem desenvolvidos por empresas especializadas, que os comercializam a altos custos. Atualmente, não temos *softwares* de modelagem molecular com código livre com a mesma qualidade, capacidade e funcionalidades que os melhores *softwares* pagos do mercado. Essaa restrição faz com que o uso da modelagem molecular fique, de fato, restrito à pesquisa de ponta e dificulte o estreitamento de laços com outras áreas, como a educação.

Outro questionamento, que constitui nosso próximo ponto de análise, é o da natureza e a relevância didática das atividades propostas como modelagem molecular dentro dos periódicos de Educação Química. Também nos perguntamos qual a robustez teórica e metodológica que estes artigos oferecem quando investigam a modelagem molecular sob a ótica do pesquisador da área de ensino.

4. Referências Bibliográficas

Barreiro, E. et al. (2002). **A química medicinal de N-acilidrazonas**: *novos compostos-protótipos de fármacos analgésicos, antiinflamatórios e anti-trombóticos.* Quím. Nova, São Paulo, v. 25, n. 1.

Barrows, S.; Eberlein, T. (2004). **Cis and Trans Isomerization in Cyclic Alkenes**: *A Topic for Discovery Using the Results of Molecular Modeling*. J. Chem. Educ., 2004, 81 (10), p 1529.

Beddard, G. (2011). **Using the Metropolis Algorithm To Calculate Thermodynamic Quantities:** *An Undergraduate Computational Experiment*. J. Chem. Educ., 2011, 88 (5), pp 574–580

Cass, M.; Hollingsworth, W. (2004). **Moving Beyond the Single Center-Ways To Reinforce Molecular Orbital Theory in an Inorganic Course**. J. Chem. Educ., 2004, 81 (7), p 997.

Cattani, M.; Bassalo, J. (2009). **Atividade óptica de um meio dielétrico diluído**: *Pasteur e as simetrias moleculares*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 31, n. 3.

Freitas, L. (1998). *Prêmio Nobel de Química 1998.* Química Nova na Escola, nº 8, novembro.

Lenzi, M.; Lima, E.; Pinto, J. (2004). *Modelagem da polimerização simultânea de estireno em suspensão e emulsão.* Polímeros, São Carlos, v. 14, n. 2.

Meinel, C. (2004) Molecules and Croquet Balls. In: Chadarevian, S.; Hopwood, N. *Models: The Third Dimension of Science.* Stanford University Press. 2004.

Neto, W. (2007) *A Noção Clássica de Valência e o Limiar da Representação Estrutural.* Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, No 7, pp. 13-24.

O'Brien, J.; Haworth, D. (2001). Organometallic Computational Exercise: *Semiempirical Molecular Orbital Calculations on* $(C_6H_6)Cr(CO)_3$ *and* $(B_3N_3H_6)Cr(CO)_3$. J. Chem. Educ., 2001, 78 (1), p 134.

PAC. (1997). *Glossary of Terms Used in Computational Drug Design.* Pure Appl. Chem., Vol. 69, n°. 5, pp. 1137-1152.

Peçanha, E.; Antunes, O.; Tanuri, A. (2002). *Estratégias farmacológicas para a terapia anti-AIDS.* Quím. Nova, São Paulo, v. 25, n. 6b.

Rodrigues, C. (2001). *Processos Modernos no Desenvolvimento de Fármacos: Modelagem Molecular*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n° 3, maio.

Santos, H. (2001). *O Conceito da Modelagem Molecular*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n° 4, maio.

Scotti, L. et al .(2007). *Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético.* Rev. Bras. Cienc. Farm., São Paulo, v. 43, n. 2.

Shaw, R., et. al. (2005). *Diels–Alder Cycloadditions: A MORE Experiment in the Organic Laboratory Including A Diene Identification Exercise Involving NMR Spectroscopy and Molecular Modeling.* J. Chem. Educ., 2005, 82 (4), p 625.

Verli, H.; Barreto, E. *Um Paradigma da Química Medicinal: A Flexibilidade dos Ligantes e Receptores.* Quím. Nova, Vol. 28. No. 1, 95-102, 2005.

BIOLOGÍA

ANÁLISIS DE UNA PERSPECTIVA DE INTEGRACIÓN DE MODELOS PARA INTRODUCIR A LA FOTOSÍNTESIS EN LA MATERIA BIOLOGÍA CELULAR DEL PROFESORADO EN BIOLOGÍA

Eduardo E. Lozano
Profesorado en Biología, Instituto de Investigación para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática .Universidad Nacional de Río Negro
edulozano62@gmail.com

Resumen
Se presenta una propuesta para introducir en el estudio de la fotosíntesis a los alumnos de Biología Celular (BC) de primer año del profesorado. Orientada por una visión semántica de las teorías científicas (Izquierdo, 2000) la propuesta pretende, por sobre el análisis estático de la compleja sintaxis química del proceso, ponderar el sentido evolutivo del que dan cuenta los modelos de complejización de membrana celular y de gradiente quimiosmótico. Creemos que esta perspectiva diferente nos ha permitido reorganizar los modos clásicos de tratar los modelos implicados, vincularlos a los de evolución química de la vida, de fermentación, de cadena transportadora de electrones y de ATP sintasa, cuestionar y debilitar las preconcepciones que suelen tener los alumnos sobre el antagonismo estricto entre fotosíntesis y respiración y, además, colaborar en la producción de un registro didáctico para los alumnos del profesorado, respecto de un trabajo selectivo e intencionado de integración de modelos científicos para la enseñanza.

Palabras claves: profesorado - biología celular – fotosíntesis - modelos teóricos – visión semántica

Introducción

El Profesorado en Biología de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)[117] se estructuró a partir de la vinculación de algunos de sus diferentes ámbitos académicos: un Instituto en Investigación en Paleobiología, las Licenciaturas en Paleontología y Geología y el Instituto de Investigación para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática (IIECNyMat). De esta manera se buscó la creación de una interfase significativa entre la producción científica disciplinar de las ciencias naturales y la investigación en didáctica, con el objeto de sostener un flujo actualizado del saber científico hacia el profesorado. A diferencia de otras experiencias universitarias de formación de profesores, que estructuran la totalidad de su andamiaje disciplinar sobre una licenciatura, se propuso la construcción de núcleos disciplinares de enseñanza que estuvieran advertidos no desde las incumbencias de un futuro investigador en biología, sino desde las incumbencias profesionales de los profesores, orientadas a los procesos de alfabetización científica de los adolescentes y jóvenes de nuestro medio.

[117] Creado el año 2010 en la Sede Alto Valle, en la ciudad de General Roca, Río Negro

En este sentido, el trabajo "Biología celular. Una propuesta de evaluación situada en el contexto de la formación de profesores"[118], expuso uno de los núcleos de reflexión didáctica que llevamos a cabo. En él se presentan discusiones sobre las formas tradicionales de evaluar la materia Biología Celular (BC) en la universidad y alternativas afines a una enseñanza situada en el contexto del profesorado.
Con el interés de continuar los procesos de reflexión y aumentar así el volumen de problemas que permitan identificar nuevas aristas, debilidades y fortalezas del proyecto de formación que estamos implementando, se presenta a continuación una propuesta para introducir a los alumnos de BC de primer año del profesorado en el estudio de la fotosíntesis, la que, orientada por una visión semántica de las teorías científicas (Izquierdo, 2000) pretende, por sobre el análisis estático de la compleja sintaxis química del proceso, ponderar el sentido evolutivo del que dan cuenta los modelos de complejización de membrana celular y de gradiente quimiosmótico.

Análisis de un recorrido didáctico. Condiciones previas

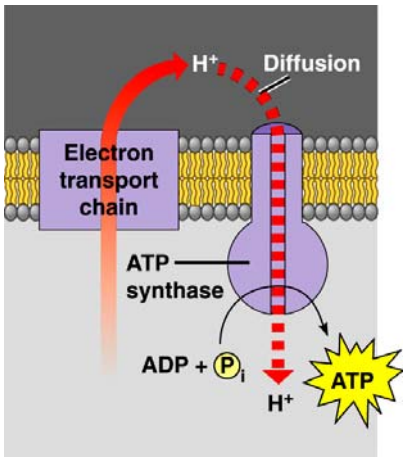
¿Qué modelos han analizado y aplicado los alumnos en el cursado de Biología celular hasta el inicio de la unidad de fotosíntesis?
- Han considerado, para el origen de la vida, un modelo clásico de evolución química que da lugar a la presencia de protobiontes que originan a los primeros fermentadores en el contexto de una atmósfera reductora, con importante cantidad de materia orgánica. También se analizaron las hipótesis críticas, que relacionan la evolución química de la vida con la acción de arcillas catalizadoras y, como modelo divergente, se analizó el propuesto por Wächtershäuser[119], que considera como productores y no fermentadores a los primeros protobiontes y niega el ambiente oceánico prebiótico. Se ha tenido en cuenta que, aunque diferentes, todas las hipótesis consideran que los complejos moleculares prebióticos se rodearon de una bicapa fofolipídica
- Como continuación de lo anterior han analizado el modelo de membrana de mosaico fluido, el cual se ha presentado en una progresión que va desde su componente fosfolipídico, hasta la inclusión de las proteínas e hidratos de carbono. La propuesta los implicó en problemas de construcción de gráficos que definen esos modelos, al tener que determinar pasajes de iones, moléculas polares con y sin carga neta, etc.[120]
- Luego, desde el concepto de Energía libre, han abordado el estudio de la glucólisis, fermentación y respiración celular, analizando el modelo de gradiente quimiosmótico y ATP sintasa.

Inicio. Discusiones sobre la hipótesis de disminución de materia orgánica

Con el sentido de recuperar conceptos estudiados en las unidades anteriores y ponerlos en función de un problema, se utiliza el argumento que Alberts (2004) esgrime para

[118] Ponencia aprobada para su publicación en Actas por el comité científico del II Congreso Internacional de Didácticas Específicas. "Poder, disciplinamiento y evaluación de saberes". Dicha publicación se encuentra en prensa en UNSAM EDITA, editorial de la Universidad Nacional de San Martín. 9/05/2011
[119] Entrevista con el Dr. Günter Wächtershäuser. por David Serquera http://www.astrosafor.net/Huygens/2003/45/Entrevista.htm
[120] En el laboratorio analizaron un cuadro de salinidad de ambientes acuáticos de agua dulce y tuvieron que construir esquemas gráficos que definieran un modelo de membrana y de concentraciones de soluto intra y extracelulares que predijera plasmólisis y rehidrataciones de células vegetales (considerando todos los componentes: bicapa, aquaporinas, etc). Una vez formuladas las hipótesis desarrollaron tareas empíricas de construcción de medios hipo e hipertónico y observación al microscopio de células de Elodea (Egeria sp) para obtener datos y a partir de ellos discutir la razonabilidad de las hipótesis.

explicar el inicio de los mecanismos autotróficos hace 3 x 10^9 años. El mismo se presenta en la siguiente pregunta ¿Qué habría ocurrido con los organismos fermentadores una vez que comenzaban, por el consumo, a escasear las moléculas orgánicas, fuente de energía?
Así, con los alumnos se comparte y discute la razonabilidad de las siguientes proposiciones:
- Al no haber oxígeno (como aceptor de electrones) la fermentación producen ácidos orgánicos
- Las células necesitan constantemente eliminar H^+ al exterior para evitar el aumento de acides del medio interno. Para esto (sacar protones en contra del gradiente) es necesario utilizar energía (cada vez más escasa)
- Algunas bacterias comienzan a utilizar proteínas de membrana que dejan entrar por gradiente los H^+ exteriores y producen ATP. (Esto se conecta con modelos de membrana y el modelo ATP sintasa analizado en la respiración)



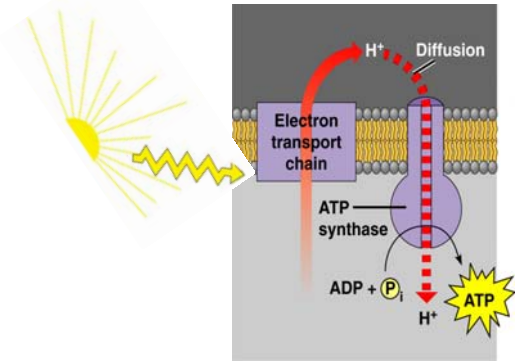
(Campbell, et al. 2007)

- Si este plan era auspicioso (formar ATP por un gradiente de protones), se requería Eº para sostenerlo, pero el contexto era de disminución de moléculas orgánicas y no podría provenir de ellas.

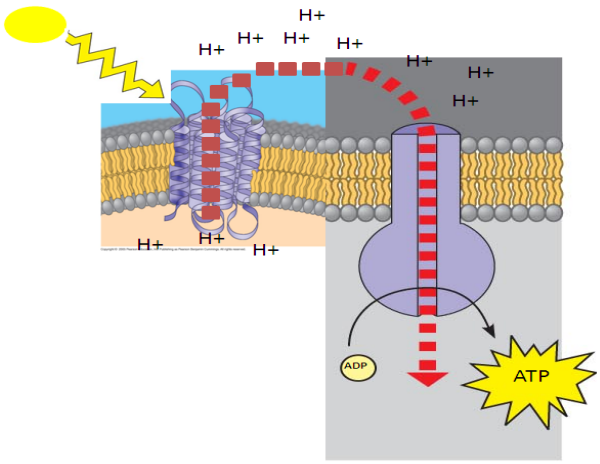
El problema
Luego del trabajo anterior se interroga a los alumnos ¿Qué fuente de energía pueden haber comenzado a utilizar las células para bombear protones al medio externo y luego por gradiente, permitir la acción de la ATP sintasa? Esto es ¿Qué opciones de acceso a energía, no proveniente de materia orgánica, tenían las células? ¿Qué plan pueden haber desarrollado para utilizarla?

Producción de un modelo
El trabajo que llevan a cabo los alumnos reconoce, en algún momento de la discusión, a la energía lumínica como alternativa posible para las bacterias y se les pide que discutan modelos de su utilización y que los definan en esquemas gráficos, (a nivel de sistemas subcelulares, por ejemplo de membrana). Para esto pueden ocupar en la mesa de trabajo los diferentes soportes que definen los modelos utilizados hasta este momento del cursado, libros, apuntes, etc. Si bien al principio (y como suele ocurrir cuando se les proponen actividades de aplicación de conocimientos anteriores) la actitud de los alumnos es de extrañeza frente al problema, pero, luego de un tiempo

acompañando a cada grupo, se comienzan a desanudar los razonamientos y la aplicación de los conocimientos que se poseen.
Por ejemplo, si (la luz) es un estímulo externo ¿sería razonable pensar en un componente de membrana que lo capte?; ese componente probablemente (y según el modelo de membrana analizado) ¿podría ser una proteína, la cual en vez de modificar su conformación por un estímulo químico (como se analizó en el caso de los canales iónicos), cambie por un estímulo físico? Esta proteína ¿debería entonces producir la salida de H^+ en contra del gradiente y estaría cercana a una ATP sintasa?
Estas preguntas (ahora en abstracto), dan cuenta del sentido del intenso trabajo de recuperación de modelos, de análisis de borradores de gráficos y de razonamiento individual y colectivo, que permite a los alumnos aproximarse a esquemas que orientan la resolución de la cuestión planteada.
Se logra así una hipótesis sensata, que puede ser sintetizada en un modelo de membrana con la capacidad de recibir un cuanto de luz y bombear un protón hacia el exterior, el cual luego baja por gradiente por una ATP sintasa (Campbell, et al. 2007).



Aplicación
Luego, se postula la necesidad de contrastar este modelo con algún dato de la realidad que dé indicios de su razonabilidad. Para esto se les propone buscar información sobre bacteriorodopsina, proteína que, presente en la membrana de bacterias púrpuras y asociadas a ATP sintasas, sostiene desde los hechos a los aspectos básicos del desarrollo del modelo en cuestión.



(Campbell, et al. 2007)

Sentidos para la perspectiva de utilización de los modelos utilizados

El plan bacteriorodopsina no tuvo, al menos en los registros actuales, desarrollo hacia los procesos de cadenas transportadoras de electrones para la formación de NADPH y ATP ocupados en la fijación del CO_2 . Sí pasó a formar parte de planes de proteínas de membrana para la captación de estímulos del medio, asociados a proteínas G.

En cambio, la construcción de fotosistemas, (cianobacterias) se organizó utilizando pigmentos como la clorofila que, por poseer anillos con dobles enlaces conjugados, puede absorber picos de radiación y liberar electrones que son transportados y, en la graduada caída del nivel energético, posibilitar el bombeo de protones.

¿Por qué entonces se decide utilizar este enfoque para la integración de los modelos si no es el de bacteriorodopsina el que sostiene la fotosíntesis universalizada a partir del uso de fotosistemas? [121]

Porque creemos que permite la recuperación selectiva de diferentes modelos que han sido estudiados en el transcurso de la materia, y porque orienta a los alumnos para que los utilicen como andamiaje con el objeto de establecer el sentido básico del plan fotosintético, el cual estuvo centrado en la captación de cuantos de luz para crear gradientes quimiosmóticos. Desde ese lugar, el plan fotosistema de las cianobacterias, se monta sobre el mismo problema pero ofrece soluciones diferentes para el elevado ΔG de la reacción CO_2 - H_20 para formar CH_20. Y desde este lugar también es posible que los alumnos establezcan una similitud básica con la fosforilación oxidativa en la respiración celular, plan que, desde la perspectiva adoptada, en vez de cuantos de luz utiliza energía libre devenida de enlaces de glucosa para generar el mismo gradiente quimiosmótico. Vale la aclaración que éste ha sido consagrado en la educación secundaria como un fenómeno inverso a la fotosíntesis.

Algunas consideraciones

El desarrollo de las ideas que anteceden, ha sido propuesto desde las coordenadas que orientan a la consideración de los modelos teóricos como concepto fructífero y a la vez dinámico para organizar la enseñanza de las ciencias (Aduriz, 2005) Sabemos que la ciencia escolar debe generar condiciones para que los alumnos aprendan a utilizar modelos teóricos y, con ellos, puedan representar y dar sentido a conjuntos de datos que se obtienen sobre los hechos del mundo. Y también a la inversa, esto es, utilizar los hechos del mundo para dar sentido a los modelos teóricos definidos de diferentes formas en los textos, y en los recursos actuales para divulgar la ciencia. Los modelos teóricos son las entidades principales, evolutivas, a partir de las cuales se estructura el conocimiento científico escolar y, utilizados desde cierta perspectiva a partir de la cual enfatizar ciertos aspectos del mundo y abarcar ciertos grupos de fenómenos, permiten que los alumnos obtengan conocimientos intencionados, estructurados, teóricos y también prácticos (Izquierdo, 2000) Las relaciones entre las teorías y el mundo están mediatizadas por los modelos y cualquiera de las representaciones del mundo que se establezca a partir de ellos, son parciales, imprecisas y llevadas a cabo con una intención. (Giere, 1999) Desde ese posicionamiento realista perspectivo, se ha considerado al recorrido didáctico propuesto como un estudio de cátedra orientado a la

[121] Luego de esta introducción, los alumnos analizan los modelos básicos de reacciones fotoquímicas y de fijación de dióxido de carbono en cianobacterias y plantas, analizados en el contexto de la endosimbiosis.

búsqueda, discusión y adopción de nuevas perspectivas[122], intencionadas, orientadas por un sentido, para la organización de diferentes modelos científicos presentes en los textos universitarios que les permitan a los alumnos confrontar saberes previos, revisar y resignificar modelos ya analizados, ir con ellos a enfrentar un problema, construir una hipótesis, verificar su razonabilidad con hechos del mundo y luego analizar el camino y ver, desde la literatura científica, cuanto quedó adentro y cuanto afuera en el tránsito orientado por la perspectiva adoptada[123]. Junto a lo anterior se encuentra implicada una traza didáctica fuerte, de utilización de modelos y de problematización para otorgar un sentido a determinados hechos, lo cual se considera un aporte relevante, desde el eje de las disciplinas de las ciencias naturales, para la construcción de un pensamiento didáctico potente y actualizado en la formación de profesores de Biología.

Bibliografía

Adúriz Bravo, A. (2005) ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis* Número Extraordinario.Universidad Pedagógica Nacional, UPN http://www.pedagogica.edu.co/index.php?inf=1055

Alberts, B. et al. (2004) *Biología molecular de la célula.* Cuarta Edición. Ediciones Omega: Barcelona

Campbell, N., Reece, J. (2007) *Biología.* Médica Panamericana: Barcelona

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (comps.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 35-64. Alcoy: Marfil.

Giere, R. (1999). Del realismo constructivo al realismo perspectivo. Enseñanza de las Ciencias, número extra, 9-13.

[122] El ensamblaje entre las imágenes del apartado: Aplicación, fue necesario debido a que están en capítulos diferentes del manual de biología utilizado (bacteriorodopsina en Membrana celular y ATP sintasa en Metabolismo) y es una muestra de la intensión de orientar desde una perspectiva determinada la utilización de recursos.

[123] Luego del desarrollo del trabajo se puede analizar el valor relativo de la construcción de sentido llevada a cabo si, por ejemplo, se adopta la perspectiva que proponen otras visiones sobre el origen de la vida (como las mencionadas antes). Esta situación además es de un alto valor para discutir aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DO TEMA CORPO HUMANO UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS PROGRAMÁTICOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Beatriz Blenda Pinheiro de Souza; Lucas Gabriel do Amaral Pereira; Rosa Marins Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM
bia_blenda@hotmail.com

Resumo
Este estudo apresenta uma metodologia para o ensino, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por Ausubel, nos anos 60. A título de exemplo para situar a metodologia, utilizamos o conteúdo Sistema Respiratório, no Ensino de Ciências. A metodologia proposta constitui-se de cinco momentos. Acreditamos que ela pode ser apropriadamente empregada no Ensino de Ciências, pois na TAS considera-se o aluno como um ser subjetivo que apresenta na estrutura cognitiva conhecimentos que lhes são fundamentais no processo de aquisição de um novo conhecimento. Ponderamos que esta metodologia pode contribuir para o Ensino de Ciências alcançando-se assim, os objetivos propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCNEF) e que, na prática, pode alcançar o fim pretendido no ensino: a aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Aprendizagem Significativa; Metodologia.

1. Introdução

Passamos atualmente por mudanças que requerem transformações nos valores, nas crenças, nos modelos que regem determinada sociedade, mudanças que provocam o que atualmente se conhece por crise paradigmática. Dentre os vários setores que passam por esta crise, o campo da educação é o que mais requer transformações que adequem os seus modelos educativos a essa sociedade em constante mudança.

Esta necessidade de mudar requer métodos e alternativas que contribuam para o processo ensino-aprendizagem, particularmente no ensino fundamental, que se faz mister para a formação do indivíduo como um ser crítico, construtor de conhecimentos e que se reconhece como agente integrante e transformador da sociedade.

Visando contribuir com tais discussões, este estudo traz uma proposta metodológica, em cinco momentos, utilizando como exemplo, o conteúdo Sistema Respiratório. A abordagem feita neste trabalho está sustentada no conceito de Aprendizagem Significativa, elaborado por David Ausubel.

2. Histórico do Ensino de Ciências no Brasil: correntes e métodos pedagógicos

Durante muito tempo o Ensino de Ciências no Brasil foi ministrado somente nas duas últimas séries do antigo curso ginasial, tendo sido estendido a todas as séries do ginásio a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, porém sem caráter obrigatório. Foi somente a partir de 1971 com a Lei Nº 5.692 que o Ensino de Ciências tornou-se obrigatório nas oito séries do primeiro grau. Esse ensino, porém, foi baseado no ensino tradicional, caracterizado por conferir papéis conservadores à educação formal, na qual o conhecimento científico era dominante e seu questionamento era repreendido (BRASIL, 1998).

Essa forma de ensinar acabou por fazer do Ensino de Ciências apenas mais uma disciplina longe da realidade dos alunos, por não permitir nenhuma forma de sua vivência fora de sala de aula e até mesmo dentro de sala, provando, portanto, a necessidade de se renovar o ensino de Ciências, processo que teve contribuições primordiais e essenciais do movimento Escola Nova. Com êxito, essa tendência mudou a direção do eixo pedagógico de aspectos que eram meramente lógicos para aspectos psicológicos, libertando os alunos da posição passiva e mecanicamente reprodutiva de informações que sempre assumiram no ensino tradicional, para a de sujeitos ativos no processo de aprendizagem (BRASIL, 1998).

A concepção construtivista agregada às contribuições da psicologia de Jean Piaget, Bruner, Novak, Ausubel entre outros, trouxe à tona a necessidade de ensinar ao aluno o processo de sua própria aprendizagem de tal modo que esta aprendizagem seja potencialmente significativa para o estudante. Com base para se alcançar tal aprendizagem, encontramos na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por Ausubel, um direcionamento para que o ensinar e o aprender sejam realmente presentes no processo ensino-aprendizagem (MARTINS; MENDES, 2006).

Baseado na TAS faz-se mister repensar os métodos e posturas adotadas pelos professores em sala de aula para que realmente o ensino forneça ao aluno uma aprendizagem significativa. Para isto, discorreremos adiante sobre a TAS e suas contribuições para o ensino do tema Corpo Humano no Ensino de Ciências.

3. Teoria da Aprendizagem Significativa: contribuições para o processo ensino-aprendizagem

Desenvolvida por David Ausubel nos anos 60, a TAS surge como uma explicação teórica do processo de aprendizagem, a partir de um ponto de vista cognitivista. Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Ou seja, uma nova informação adquire significados à medida que interage com conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A estes conhecimentos prévios, Ausubel denominou de "subsunçores" e julga como essenciais no processo de aprendizagem, pois atuam como ancoradouros para assimilação de um novo conhecimento (MOREIRA; MASINI, 1982 apud AMORIM, 2005).

De acordo com Ausubel (1978 apud MOREIRA, 2006), os componentes essenciais do processo ensino-aprendizagem a ser transmitido pela educação são o conhecimento e o aluno, sendo o professor o mediador do processo. Nesse aspecto construtivista, essa mediação do professor consiste em planejamento, orientação, organização, de forma a proporcionar os recursos para as diferentes atividades realizadas pelos alunos ajudando-o assim, a relacionar os novos conhecimentos advindos desta mediação com os conhecimentos anteriores, ou seja, com os seus subsunçores (MARTINS & MENDES, 2006). A aprendizagem significativa é um processo altamente organizado e engloba dois componentes essenciais para a sua ocorrência. Esses componentes são: subsunçores e princípios programáticos, os quais discutiremos a seguir.

3.1. Subsunçores

Os subsunçores são os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno que servem como uma ponte para assimilação de uma nova informação de forma que esta nova informação adquira significado para o indivíduo. Nas palavras de Ausubel

(AUSUBEL, 1978 apud MOREIRA, 2006, p. 13), o subsunçor é "o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigúe isso e ensine-o de acordo."

3.2. Princípios programáticos

São quatro os princípios programáticos com os quais podemos trabalhar no ensino e que caracterizam a aprendizagem significativa: Diferenciação progressiva; reconciliação integradora ou integrativa; organização sequencial; consolidação. Vejamos cada um deles a seguir.

3.3. Diferenciação progressiva

De acordo com Moreira (2000), diferenciação progressiva é o princípio em que as ideias mais gerais e inclusivas, em qual for a matéria de ensino, devem ser expostas logo no início do processo de ensino e gradualmente, devem se diferenciar em termos de detalhes e especificidade. A diferenciação progressiva se baseia no fato da maior facilidade de retenção de ideias globais do que específicas.

3.4. Reconciliação integradora ou integrativa

Para Ausubel (1978 apud MOREIRA, 2000, p. 4) esse é o princípio que tem como finalidade promover "relações entre conceitos e proposições, chamar a atenção para as diferenças e semelhanças e reconciliar inconsistências reais e aparentes" durante o processo de ensino da matéria. Nisso, observa-se como deve ser o processo de ensino visando à aprendizagem significativa, utilizando elementos constituintes e fundamentais desse processo, ao chamar atenção aos signos e seus significados. Relaciona-se também com os subsunçores, possibilitando assim, que a aprendizagem chegue ao primeiro estágio de subsunção, ou seja, ao desequilíbrio cognitivo do aluno.

3.5. Organização sequencial

Moreira (2000, p. 4) define organização sequencial como sendo:

> [...] o principio que consiste em sequenciar os tópicos, ou unidades de estudos, de maneira tão coerente quanto possível com as relações de dependências naturalmente existentes entre eles na matéria de ensino.

Este princípio programático define-se através da hierarquia conceitual, a qual ajuda o aluno a estabelecer conexões, abranger e organizar conceitos em sua estrutura cognitiva.

3.6. Consolidação

Esse princípio programático, segundo Moreira (2000, p. 5) é o princípio programático que insiste no "domínio do que está sendo estudado antes de introduzir-se novos conhecimentos". Isso faz sentido sabendo-se especialmente que elementos específicos podem ser assimilados com menos facilidade para alguns, através da subsunção derivativa e mais facilmente para outros, através da subsunção superordenada. Além disso, permite que informações novas específicas potencialmente significativas sejam retidas na estrutura cognitiva e potencialmente reutilizadas quando ocorrer esses tipos de subsunções. Com base nesses princípios, foram elaboradas algumas metodologias estratégicas que se apliquem ao processo ensino-aprendizagem do tema Corpo Humano no Ensino de Ciências.

3.7. Organizadores prévios: uma metodologia facilitadora da Aprendizagem Significativa

De acordo com Ausubel (1978, p. 171), os organizadores prévios servem como "[...] ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara [...]". Esses organizadores devem ser formulados em termos familiares ao aluno, fazendo com que ele aproveite as características de um subsunçor (MOREIRA, 2000).

É importante destacar que aqui já se tem uma boa "estrutura artificial" de como seriam formados os conceitos que iriam ser potencialmente retidos na estrutura cognitiva real do aluno. Isso pode ser feito com uma demonstração informal do material de aprendizagem, deixando os alunos livres para expressarem seus subsunçores e ao mesmo tempo abertos a novos conceitos ao fazer a relação entre os conceitos subsunçores e o material de aprendizagem.

4. A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino do tema Corpo Humano no Ensino de Ciências

Muitas discussões vêm ocorrendo no âmbito do Ensino de Ciências, porém as inovações aspiradas para este campo foram amplamente debatidas entre educadores especialistas e pesquisadores do que verdadeiramente incorporadas na sala de aula (AMARAL, 2003 apud AZEVEDO, 2008; BRASIL, 1998). Talvez por insegurança em trabalhar conteúdos específicos da disciplina Ciências, os professores limitam-se ao livro didático, dando a ele o lugar principal no processo educativo (ROCHA, 2008).

Visando contribuir para um ensino mais dinâmico e significativo para o aluno, distanciado da transmissão de conhecimento como algo pronto e acabado, propomos uma metodologia de ensino, fundada na Teoria da Aprendizagem Significativa, utilizando a título de exemplificação no tema Corpo Humano, o conteúdo Sistema Respiratório baseado.

5. Proposta e Itinerário Metodológico

A proposta que fazemos é de uma metodologia a ser implementada por professores do Ensino Fundamental, visto que ainda não houve intervenção no espaço de sala de aula. A título de exemplo, no sentido de mostrar como pode ser desenvolvida pelos professores, ao ensinar Ciências, utilizamos o conteúdo Sistema Respiratório.

A metodologia proposta, sustentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, compõe-se de cinco momentos, a saber: Primeiro Momento: Reconhecimento dos subsunçores por meio da utilização de organizadores prévios; Segundo Momento: Sequenciamento dos conceitos; Terceiro Momento: Diferenciação e integração dos conceitos; Quarto Momento: Consolidação por temas alternativos; Quinto Momento: Avaliação das subsunções.

Cada momento foi organizado e sustentado nos conceitos de subsunçores e princípios programáticos que constituem o conceito de aprendizagem significativa, além de valerem-se dos organizadores prévios como metodologia facilitadora da aprendizagem significativa.

5.1. Primeiro momento: Reconhecimento dos subsunçores a partir da utilização de organizadores prévios

Para o reconhecimento dos subsunçores propõe-se a utilização de massa de modelar como material introdutório para que os alunos reproduzam as estruturas do Sistema

Respiratório da forma como as representam em sua estrutura cognitiva. Assim, poderão nos dar uma ideia de como cada aluno representa as estruturas, o que reflete seus conhecimentos prévios sobre elas. Nesse momento, o professor poderia estabelecer uma discussão da montagem das estruturas do Sistema Respiratório na massa de modelar, por meio de uma abordagem informal de comunicação, para que os alunos se sintam à vontade para explicar suas montagens e, ainda, aqueles que não se manifestarem para a explicação poderão ser motivados a isso pelo professor, sendo opcional. Além disso, poderá ser feita uma pequena avaliação com perguntas globais, objetivando obter informações subsuncionais documentadas dos alunos. Isso serviria como complemento ao último momento, quando se relacionarão as avaliações finais e iniciais, fechando assim as etapas ou momentos do percurso metodológico.

5.2. Segundo momento: Sequenciamento dos conceitos

Neste momento, os professores deverão apresentar os conceitos de forma hierárquica, obedecendo ao princípio programático da organização sequencial. Isto pode ocorrer por meio de exposições, acompanhadas de uma estrutura artificial do Sistema Respiratório, de forma a facilitar a aprendizagem.

5.3. Terceiro momento: Diferenciação e integração dos conceitos

Para a diferenciação e integração dos conceitos, o professor deve relacionar os conceitos trabalhados às abordagens especificas do Sistema Respiratório, continuamente retornando à abordagem conceitual da estrutura cognitiva do aluno.

5.4. Quarto momento: Consolidação por temas alternativos

Aqui seriam feitas breves revisões dos conceitos e apresentação de situações alternativas através de temáticas diferentes relacionadas ao Sistema Respiratório (por exemplo, poluição do ar, tabagismo, câncer de pulmão etc.). Isso poderá ser feito tendo como objetivo a consolidação dos conceitos e a oportunidade de fornecer aos alunos possibilidades de tratar a temática de ensino, em diferentes situações de sua vida.

5.5. Quinto momento: Avaliação das subsunções

Enfim, uma avaliação de caráter qualitativo deverá ser aplicada para reconhecer conceitos e aspectos gerais e específicos relacionados aos conceitos do conteúdo Sistema Respiratório. A avaliação seria necessariamente individual e constituída de questões subjetivas, todas com ilustrações, visando a facilitar ao aluno rever os conceitos relacionados. Após isso, a avaliação poderia ser correlacionada às avaliações feitas no primeiro momento, objetivando descobrir se houve a aprendizagem significativa. Os critérios para avaliação atentarão para a maior elaboração dos conceitos, maior relacionabilidade entre conceitos e situações, nas questões que exigirem isso do aluno, comparados aos conceitos da primeira avaliação e ao conceito real, obedecendo a essa ordem.

6. Considerações finais

Buscamos neste trabalho elaborar e propor uma metodologia que apresente ao professor subsídios para ensinar ciências, utilizando como exemplo de conteúdo o Sistema Respiratório, a partir de princípios programáticos para favorecer a ocorrência da aprendizagem significativa.

Entendemos que a metodologia proposta pode contribuir como um modelo prático para tornar o ensino mais dinâmico e significativo para os alunos, e ao mesmo tempo, mostrar a relevância de se utilizar a TAS para o processo ensino-aprendizagem. Isso se mostra possível, particularmente porque a metodologia proposta apresenta etapas que facilitam a ocorrência da aprendizagem signitificativa.

Portanto, acreditamos que o professor interessado em uma alternativa para ensinar ciências, partindo das vivências do aluno, pode encontrar na metodologia proposta um percurso que favoreça um ensino mais atraente e significativo para quem aprende e quem ensina.

7. Referências

Amorim, J. A. (2005). *Educação em Engenharia: O Desenvolvimento de um Aplicativo de Autoria para a Elaboração de Mapas Conceituais e Hipertextos.* Dissertação de mestrado. Campinas: [s.n.].

Azevedo, R. O. M. (2008). *O ensino de ciências e formação de professores:* diagnóstico, análise e proposta. Dissertação de mestrado. Manaus: UEA.

Brasil, (1998). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF.

Martins, A. F. P; Mendes, I.A. (2006). Didática**.** Programa Universidade a Distância (UNIDS grad.)**.** Natal, RN: EDUFRN – Editora da UFEN.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizagem significativa crítica. In: *Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, 3, Peniche, Lisboa.

Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula***.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília.

Pelizzari, A. et.al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**.** *Rev. PEC*, CURITIBA, v.2, n.1, 2002, p.37-42.

Rocha, S. C. B. (2008). *A escola e os espaços não-formais*: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Manaus: UEA, 2008. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Amazonas.

O FILME DOCUMENTADO E SUAS IMPLICAÇÕES NAS REPRESENTAÇÕES IMAGÍSTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA

Lucas Gabriel do Amaral Pereira; Juliana Mesquita Vidal Martinez de Lucena; Rosa Oliveira Marins Azevedo
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM
amaralg.lucas@gmail.com

Resumo
Estudo fundamentado na Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird que busca analisar de que modo as imagens, por meio do filme documentado, podem influenciar nas representações imagísticas dos alunos. Para tanto, elaboramos uma metodologia de análise de modelos mentais baseada nas proposições do silogismo, considerando-as representações proposicionais que podem dar origem a construções mentais espaciais mais complexas (modelos mentais). Nessa perspectiva, utilizamos as proposições silogísticas como instrumento de análise de modelos mentais, identificando primeiramente os modelos mentais de alunos de Ensino Médio acerca do conteúdo "Bioquímica da célula", por meio de questionários semi-abertos silogísticos, após seu desenvolvimento teórico em sala de aula pelo professor de Biologia. Em seguida, reproduzimos um filme documentado baseado no conteúdo teórico supracitado, propondo também, questionários semi-abertos silogísticos. Os resultados apontam relações espaciais mais elaboradas entre os termos, a partir do Q2, indicando uma possível eficácia do filme documentado como meio de construção de modelos mentais.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, modelos mentais, silogismo, filme documentado, imagens

1. Introdução

No intuito de elaborar novas vias metodológicas para o diagnóstico e análise de modelos mentais, buscamos neste estudo demonstrar a importância do cinema como forma de construção de representações imagísticas, sob a ótica de Johnson-Laird e também mostrar como o filme influencia as representações mentais dos alunos em termos de modelos mentais. Para tanto, fundamentamos nossa investigação na Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird, cujos processos são regidos por modelos mentais que podem representar relações espaciais, eventos e processos, além de operações de sistemas complexos (Johnson-Laird, 2001).

O cinema, como representação do mundo real, surge como uma tentativa de reprodução desse mundo objetivo, marcado pela emoção subjetiva e ações de caráter ambíguo. As imagens, por sua vez, constituem o cerne substancial que é internalizado e potencialmente representável através de símbolos, gestos ou palavras. Na metodologia, entretanto, damos atenção especial à análise de questionários semi-abertos, pois acreditamos que esta técnica, concomitantemente aos elementos silogísticos, possa nos ajudar a investigar modelos mentais e representações imagísticas, na ótica de Johnson-Laird.

2. Fundamentação Teórica

2.1. As imagens segundo a Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird

Partindo da hipótese central da Ciência Cognitiva, a qual postula que "o funcionamento da mente é melhor entendido em termos de representações mentais e procedimentos computacionais que atuam sobre tais representações" (Moreira, 1996, p. 2), destacamos a importância de tais representações para o processo ensino-aprendizagem. As pessoas reproduzem internamente essas informações na forma de representações mentais do mundo exterior e constituem um passo intermediário entre esses dois contextos. Constituem assim, dois tipos de representações mentais: as analógicas e as proposicionais, que diferem quanto à discrição, organização, especificidade e materialidade.

Segundo Eisenck e Keane (1994 apud Moreira, 1996; 1999) as representações analógicas são não-discretas, de combinações frouxamente organizadas, porém específicas ao modo pelo qual a informação foi adquirida e são concretas. Opostamente, as representações proposicionais são discretas, abstratas, rigidamente organizadas e representadas independentemente do modo pelo qual a informação foi adquirida (seja pelos sentidos, pela linguagem).

Entretanto, uma questão filosófica surge: o que vem primeiro à mente? As imagens ou as proposições acerca do mundo? Segundo Johnson-Laird (1983 apud Moreira, 1996; 1999), existem as proposições, que são "representações de significados, totalmente abstraídas, que são verbalmente expressáveis." (Moreira, 1996, p. 3); as imagens, que são "[...] representações bastante específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, com detalhes de uma certa instância do objeto ou evento." (Moreira, 1996, p. 3); e os modelos mentais que, segundo Johnson-Laird (1983 apud Moreira, 1996, p. 3):

> [...] são representações analógicas, um tanto quanto abstraídas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo [...] e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento.

Este conceito abrange os conceitos de proposição e imagens, constituindo assim, uma possível solução para a questão filosófica das representações analógicas e proposicionais.

Neste estudo, enfocamos as representações imagísticas de Johnson-Laird, pois acreditamos que elas constituem uma importante forma de representação mental para o Ensino de Biologia. Adicionalmente, como forma de representar o mundo real, o cinema desponta como uma proposta de mediar o ensino e como instrumento de aprendizagem interessante para ensinar Biologia através de imagens, segundo a ótica de Johnson-Laird.

2.2. O filme documentado como meio de ensino

Neste tópico, ressaltamos a importância do filme documentado como meio de ensinar Biologia. Constitui-se apenas em uma alternativa, pois como afirma Menezes (2003, p. 89):

> Se Carrière já nos alertava para as inúmeras 'ficções' históricas, onde se reconstroem momentos da história oficial que em si mesmos estão repletos de invenções e mentiras, bem como para

> os momentos em que a própria existência da câmera poderia criar determinadas 'encenações', não podemos nos esquecer, [...], que data do próprio nascimento do documentário como gênero e do cinema como invenção, a introdução dessas pequenas 'licenças poéticas' como formas de se construir um discurso enquanto documentário fílmico.

Porém, Veiga (2010) nos aborda com um pensamento totalmente diferente, ao tratar o filme documentado como documento histórico para reflexão sobre "como esses trabalhos fazem parte de uma memória cinematográfica voltada para o questionamento das relações hierárquicas e tradicionais de gênero" (Veiga, 2010, p. 111).

Este gênero fílmico é bastante discutido em termos de confiabilidade, mas, ao analisarmos a fundo suas implicações ideológicas, percebemos que não se trata apenas de reconhecer o real, mas perceber a influência sensitiva das imagens no imaginário e na cognição de quem está apreciando um bom documentário (Kornis, 1992; Menezes, 2003).

Daí surge sua importância como proposta pedagógica para o Ensino de Biologia, disciplina onde as imagens do mundo são essenciais para a compreensão de fenômenos, percepção de padrões, observação de comportamentos e mesmo compreensão do mundo desconhecido, invisível, primevo, os quais a Biologia abrange.

2.3. O silogismo como método de análise de proposições imagísticas

O silogismo consiste em padronizar proposições na linguagem da lógica. Uma proposição é uma ferramenta do raciocínio e consiste em colocar à disposição um enunciado, passível de ser julgado como verdadeiro ou falso (Thomal, 2008). Segundo Thomal (2008, p. 46) o silogismo é "uma argumentação em que, de um antecedente que une dois termos a um terceiro infere-se um conseqüente que une esses dois termos entre si".

O silogismo, portanto, é formado por três proposições traduzidas para a linguagem lógica: a premissa maior, a premissa menor e a conclusão. A premissa maior é formada pelo termo maior, universal, que envolve todos os outros termos e o termo médio, que relaciona os termos menor e maior. A premissa menor envolve necessariamente afirmações menores, e contém o termo médio e o termo menor, mais reduzido. A conclusão, por sua vez, deve conter o termo maior e menor.

Ex.:
Premissa maior: Todos os professores são profissionais.
Premissa menor: Pedro é professor.
Conclusão: Pedro é profissional.
Termo maior: Profissional
Termo médio: Professor
Termo menor: Pedro

As proposições diferem dos silogismos por serem enunciados que podem ser verdadeiros ou falsos, enquanto que os silogismos são elaborados de forma a garantir o argumento, tornando-o mais elaborado, portanto, necessariamente verdadeiro (Thomal, 2008).

3. Metodologia

Construímos o itinerário metodológico de análise dos modelos mentais, uma vez que objetivamos apenas identificar e analisar tais modelos sem desenvolver uma aula teórica a respeito, os quais foram documentados através de questionários semi-abertos, e a reprodução do filme documentado "Super Size Me: A dieta do palhaço", relacionado ao tema "Bioquímica da célula", previamente desenvolvido em sala de aula pelo professor de Biologia, de modo obter padrões de representações mentais imagísticas dos alunos após a exibição do filme. Para isso, elaboramos uma adaptação do método de análise de protocolos. Esse método foi constituído de questionários semi-abertos baseado nos pressupostos teóricos do silogismo.

Primeiramente, distribuímos questionários semi-abertos aos alunos, com orientações para sua resolução, utilizando como método de análise de modelos mentais o silogismo. Neste primeiro momento, elaboramos um questionário de forma que, a partir de termos indefinidos, o aluno pudesse construir uma premissa, elaborada, logicamente, de acordo com o modelo mental que este aluno possui para determinado estado de coisas. No questionário dispomos várias duplas de termos para que os alunos elaborassem uma premissa qualquer que relacionasse ambos os termos. Este questionário antecedente foi denominado Q1.

Após a etapa supracitada, elaboramos outro questionário, denominado Q2, também com orientações para sua resolução, o qual foi distribuído aos alunos após a reprodução do filme documentado "Super Size Me: A dieta do palhaço" sobre o conteúdo "Bioquímica da célula", previamente desenvolvido, em sala de aula, pelo professor de Biologia. Elaboramos este questionário de forma semi-aberta, porém, diferentemente do Q1, as premissas já estavam à disposição para que o aluno construísse apenas uma conclusão lógica a respeito dessas premissas.

Ainda neste questionário, elaboramos um tópico de forma que o aluno estabelecesse relações de inclusão entre termos relacionados ao conteúdo "Bioquímica da célula". Desenvolvemos este tópico de forma a descobrir quais as relações de inclusão que os alunos iriam estabelecer, de acordo com o que foi observado no filme, em concordância com a aula teórica sobre o tema específico, entre os termos do enunciado. Esta metodologia foi adaptada para o diagnóstico indireto das representações imagísticas que os alunos iriam estabelecer entre os termos após a observação do filme documentado.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Os modelos mentais dos alunos analisados e obtidos indiretamente através do Questionário 1 (Q1) consistiram, em grande parte, de relações de inclusão e relações indefinidas entre os termos, indicando uma possível representação imagística estabelecida entre os termos ou incompreensão do enunciado. Porém, mesmo as concepções (representações) indefinidas podem ser analisadas e julgadas sob o enfoque Lairdiano (Tabela 1). Um exemplo deste tipo de concepção prévia são as relações observadas entre os termos "substância orgânica" e "substância inorgânica", nas quais observamos muitos exemplos de relações de intensidade, apontando assim, indiretamente, para uma concepção organicista do mundo, onde substâncias orgânicas são sempre maiores em quantidade do que substâncias inorgânicas, e vice-versa.

Observamos também que são feitas poucas relações de descontinuidade entre os termos, apontando para um enfoque mais generalista, com poucas possibilidades de exemplificações ou mesmo exceções. Observamos também que a maioria das

concepções dos alunos consistiu de representações errôneas entre os termos, ou seja, sem sentido ou em discordância total com a relação real entre os termos.
Ainda no Q1, elaboramos outro tópico no qual os alunos iriam dispor os termos de forma crescente ou decrescente de inclusão. Os resultados desta etapa sugerem uma visão dedutiva do ensino, com reflexos na aprendizagem, pois consequências e generalizações foram observadas como início das relações estabelecidas. Um exemplo se verifica na relação entre glicerídeos e suas formas saturadas e insaturadas, na qual observamos uma tendência ao reducionismo, partindo do termo geral (glicerídeo), para suas formas específicas variantes (gordura saturada e insaturada).
Contudo, também observamos tendências representacionais indutivas, em menor escala, quando abordamos a questão de energia e sua escassez no organismo, tópico no qual os alunos abordaram enfoques crescentes de inclusão, partindo das estruturas celulares aos músculos e fígado. Além disso, observamos que os alunos não conseguiram fazer relações circulares entre alguns termos, ou seja, não foram capazes de re-relacionar os termos.

Tabela 1 - Respostas do Questionário 1 (Q1) quanto à natureza das relações

Termos/Relações	**Inclusão**	**Igualdade**	**Descontinuidade**	**Intensidade**	**Temporalidade**	**Errôneas**	**Indefinidas**
Substâncias Orgânicas (S.O.) e substâncias inorgânicas (S.I.)	1	1	2	8	5	6	26
Oxigênio e hidrogênio	12	5		10	1	4	19
Água e calor específico	13		1		1	6	21
Soluto e solvente	21				1	15	15
Lipídios e molécula hidrofílica	1	16	1			12	14
Hidrólise e produtos da reação					8	12	13
Desidratação e reagentes da reação	5				10	6	1
Vitamina e macromolécula		3		2		2	4
Ácido nucléico e	4	2					4

polímero							
Lactose e glicose	14	8		1	1	6	18
Glicogênio e fígado	20					5	17
Glicerídeo e proteína		2					5
Glicerol e ácido graxo		3		2	3	4	15
Ácido graxo saturado e ácido graxo insaturado		12				2	24
Gordura e tecido adiposo	16				1	4	20
Gordura trans e HDL		6	1	1	2	7	19
Ácido graxo e insaturaçã o	8		8		4	4	16
Lipídio e carboidrat o		13		3	1	5	13
LDL e HDL		11		2		12	15
Hormônios e colesterol	9	1			9	13	19
Cerídeos e glicerídeos	1	8	1		1	2	14
Total	125	91	14	29	48	127	125

As concepções errôneas observadas no Q1 muitas vezes consistiam em erros entre termos relacionados de forma crescente ou decrescente, indicando possíveis confusões espaciais, uma vez que, no tema aqui estudado, é muito difícil estabelecer relações deste tipo devido à condição abstrata ou invisível a olho nu de muitos termos, como molécula hidrofílica, calor específico, hidrólise, entre outros.

Observamos na análise do Questionário 2 (Q2) que muitos alunos falaciaram nas premissas referentes à relação entre óleos e gorduras, ou seja, deduziram uma conclusão errônea a partir de premissas não relacionadas de forma lógica, por exemplo, quando concluíram que óleos e gorduras são a mesma coisa, ou possuem relação de igualdade de alguma forma.

Contudo, de forma geral os alunos construíram uma conclusão lógica correta em relação às premissas propostas, indicando uma possível relação entre o filme documentado e suas respostas, pois, de certa forma, estas ficaram mais elaboradas em termos de representação imagística, já que todas as premissas propostas exigiam um exercício mental espacial, mesmo que abstrato.

5. Conclusões e implicações

Muitas concepções prévias construídas a partir do discurso do professor com o aluno e do aluno com a sociedade advém do que é descrito (ou melhor, não é descrito) no livro didático. A falta de exemplificações explica o fato de não termos observado a ocorrência de relações de descontinuidade entre os termos do Q1, tópico este que deveria merecer a atenção do professor preocupado em estabelecer um paralelo entre aquilo que o aluno sabe e constrói como representação mental, e aquilo que ele deve saber, ou melhor, entre os modelos mentais dos alunos e os modelos conceituais que o professor elabora em consonância ao livro didático.

O professor preocupado em conjugar metodologias facilitadoras da aprendizagem poderá incluir o silogismo como forma de avaliar as representações imagísticas dos seus alunos, pois, como vimos, elas se tornam mais elaboradas ou são construídas no momento em que nos valemos do filme documentado como meio de ensino.

6. Referências bibliográficas

Johnson-Laird, P. N. (2001). Mental models and deduction. *TRENDS in Cognitive Sciences*, (10), 434-442.

Kornis, M. A. (1992). *História e cinema: um debate metodológico*. Estudos Históricos, (5), 237-250.

Menezes, P. (2003). *Representificação*: As relações (im) possíveis entre cinema documental e conhecimento. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*. (18), 87-191.

Moreira, M. A. (1996). Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. (1), 193-232.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias da Aprendizagem*. São Paulo: EPU.

Thomal, A. (2008). *Pensando logicamente*: investigação sobre lógica. Florianópolis: Sophos.

Veiga, A. M. (2010). Gênero e cinema: uma abordagem sobre a obra de duas diretoras sul-americanas. *Caderno de Pesquisas Interdisciplinares em Ciências Humanas*, (11), 111-127.

O PARQUE ESTADUAL SUMAÚMA COMO ESPAÇO NÃO-FORMAL PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Júlio César Oliveira da Silva; Lucas Gabriel do Amaral Pereira ; Beatriz Blenda Pinheiro de Souza ; Rosa Oliveira Marins Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM
julio_cesar_15@hotmail.com; bia_blenda@hotmail.com; amaralg.lucas@gmail.com; marinsrosa@yahoo.com.br

Resumo
O contexto atual traz consigo mudanças na forma de pensar a educação através de meios e instrumentos arcaicos. Criam-se então alternativas para a educação escolar formal e uma delas é a educação não-formal, caracterizada como uma forma de educação organizada e sistemática que ocorre fora do sistema formal de ensino. O Parque Estadual Sumaúma atende a essa necessidade por ser um espaço acessível aos educandos e com uma vasta biodiversidade. O objetivo desta pesquisa foi estudar os três tipos de conhecimento, o conceitual, procedimental e atitudinal, a partir de entrevista com funcionários do Parque, alunos e professor de Biologia. Os resultados mostram que as atividades realizadas no Parque podem promover mudanças de ordem atitudinal nos alunos e que o mesmo constitui-se em um espaço não-formal viável para o ensino de Biologia, necessitando, porém, de desenvolvimento de planos de integração entre escolas-parque.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Espaços não-formais, Parque Estadual Sumaúma, tipos de conhecimento.

1. Introdução

Muito se tem falado sobre o ensino de biologia em espaços não-formais como uma ótima alternativa ao processo educativo do aluno. Esses espaços possibilitam reflexões acerca de temáticas abordadas nos diversos ramos que esta ciência diverge. É possível que esta forma de educar acabe fazendo parte do processo educativo formal das instituições escolares, pois promove uma fuga ao formalismo e à abstração, os quais constituem faces complementares da educação formal.

Por ser uma ciência que trata justamente da vida em sua etimologia, a biologia está sempre relacionada e potencialmente aplicável no cotidiano de todo ser humano (AMABIS, 2004). Por isso, nada mais essencial do que tornar prático o que concretamente pode ser executável, do ponto de vista progressista da ciência, do que seu aprendizado empírico, como auxílio aos princípios e fundamentos da biologia. Portanto, nada mais viável do que disponibilizar os espaços não-formais e, principalmente, utilizá-los de fato para a produção, construção, desenvolvimento e aplicação do conhecimento na vida dos educandos. Considerando-se a cidade de Manaus é sabido que há vários espaços aproveitáveis nesse ponto de vista. Por ser uma cidade ainda em certa comunhão com o meio natural, a disponibilidade de espaços não-formais para o ensino de biologia acaba por se tornar um grande campo para o desenvolvimento do ensino dessa ciência. Contudo, poucos estudos foram feitos na capital nesses espaços naturais (ROCHA, 2008). O Parque Estadual Sumaúma constitui-se uma alternativa complementar para o ensino de biologia nas escolas da rede estadual, pois possui uma política de gestão ambiental baseada na implementação de escolas adjacentes ao Parque,

exatamente focada na educação fora do ambiente escolar e, consequentemente, possibilita um contato maior do educando com aquilo que se aprendeu em sala de aula.
Nesse sentido, esta pesquisa procurou conhecer as possibilidades do Parque Estadual Sumaúma como um espaço não-formal para o ensino de Biologia. Essas possibilidades foram discutidas a partir dos três tipos de conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal, tendo como método para a realização desta discussão, análises documentais e entrevistas com funcionários do Parque, considerando-os como sujeitos participantes do processo ensino-aprendizagem presentes nos ambientes não-formais de Ensino de Ciências, particularmente a biologia, foco deste estudo.

2. O Ensino de Biologia no Brasil

A história do ensino de Biologia teve como marco inicial a reforma educacional promovida por Domenico Agostino Vandelli em 1764, contratado pelo então Marquês de Pombal, após a expulsão dos jesuítas. O pupilo de Vandelli, Alexandre Rodrigues Ferreira, ao iniciar sua viagem filosófica, coletou vários materiais, os quais, por consequência da conturbada situação política da Europa na época, foram desviados para a França, a qual monopolizou a pesquisa em Biologia. Este fato contribuiu para que as influências francesas se fizessem presentes nos livros didáticos de ciências, por exemplo, ao confundir a fauna brasileira com a de outros continentes. Esse problema veio a ser minimizado com os livros do professor Mello Leitão, os quais enfatizavam esses erros e traduções equivocadas (BIZZO, 2005).
Na era Vargas, a Biologia era ensinada através da disciplina Biologia Educacional, proposta pelo professor Almeida Júnior, em 1939, em seu livro Biologia Educacional. Essa preocupação com a disciplina de Biologia se deu em função do movimento modernizador que ocorreu na época, o qual pretendia superar a pedagogia tradicional e implantar uma pedagogia nova, que tinha como característica os aspectos científico e experimental (BIZZO, 2005).
Na década de 60, as Ciências Biológicas assumem especificação maior na universidade, exaurindo os cursos de História Natural. A formação do professor passa a ter um enfoque maior. As Ciências Biológicas, sendo uma área multidisciplinar, trouxe dificuldades adicionais para a reforma universitária de 1968, com a Lei 5.692, de 1971, e as normatizações posteriores, com enfoque na formação de professores para o I e II Graus. Devido às deficiências de formação daquela época, o ensino de ciências biológicas hoje é carente, em termos de qualidade, pois as leis e normas posteriores não modificaram na sua essência (BIZZO, 2005).

3. A questão da educação não-formal

Observações e até mesmo estudos já foram feitos com o objetivo de alternar, ou mesmo conciliar a educação escolar com a educação extraescolar, assim definida como a educação caracterizada como não formal (ROCHA, 2008; GADOTTI, 2005). A educação não formal é definida como uma forma de educação sistemática e organizada, mas que ocorre, porém, fora do sistema formal de ensino (BIANCONI; CARUSO, 2005). Essa forma de educar possibilita também uma aproximação maior com as definições e processos previamente assimilados através do conhecimento conceitual, bem como durante todo o processo ensino-aprendizagem.
A educação não formal constitui-se em uma boa alternativa ao modelo formal de ensino, mas para isso devemos buscar o foco dessa eficiência e, mesmo que não se consiga determinar um fator-chave que dite a forma correta de concomitar (forma correta de

transmitir a verdadeira ideia do processo ensino-aprendizagem coberta pelo pano de fundo do sistema tradicional de ensino) no processo ensino-aprendizagem, ao menos teremos uma visão mais prática e, finalmente realista da relação que mais se aproxima do modelo de Educação Nova (MARTINS; MENDES, 2006). Para isso, recorreremos as três formas de conhecimento: o conceitual, o procedimental e, finalmente, porém mais importante, o atitudinal.

4. Caracterização do Parque Estadual Sumaúma

O Parque Estadual Sumaúma (PAREST Sumaúma) é a primeira Unidade de Conservação Estadual de Manaus, tendo sido criado pelo Governo do Estado do Amazonas, por meio do decreto nº 23721 em 5 de setembro de 2003. O PAREST Sumaúma abrange uma área de 51 hectares e localiza-se no Bairro Cidade Nova, Zona Norte de Manaus (BUENO; RIBEIRO, 2007). A criação desta Unidade de Conservação é um resultado de mobilizações de alguns moradores locais juntamente com grupos de voluntários para a preservação dos fragmentos urbanos, tendo o intuito de proteger a floresta urbana (FONTES; RIBEIRO, 2010).

4.1 Objetivos do Parque

O PAREST Sumaúma busca dentro de seus objetivos proteger espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, promover pesquisas científicas, bem como promover a educação e a recreação em contato com a natureza além de atividades relacionadas com o turismo (BUENO; RIBEIRO, 2007).

4.2 Gestão do Parque

A área em questão pertence a Superintendência de Habitação do Estado do Amazonas (SUHAB) e desde 2007, o parque encontra-se sob a gestão do Centro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC), o qual é vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SDS - (FONTES; RIBEIRO, 2010).

5. Os três tipos de conhecimento

Neste tópico pretendemos discutir sobre as três formas de conhecimento, com a finalidade de obtermos uma visão mais prática e realista da relação no processo ensino-aprendizagem que mais se aproxima do modelo de Educação Nova (MARTINS; MENDES, 2006). Ao falarmos das três formas de conhecimento, estamos nos referindo aos três tipos de conteúdos, o conceitual, o procedimental e o atitudinal que surgem frente à necessidade de mudanças no enfoque de conteúdos curriculares (BRASIL, 1997).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), conteúdos conceituais são aqueles que envolvem a abordagem de conceitos, fatos e princípios, "[...] referem-se à construção ativa das capacidades intelectuais para operar com símbolos, idéias (sic), imagens e representações que permitem organizar a realidade" (p. 51). No entanto, vemos que a prática de conteúdos conceituais tem sido entendida e assim vivenciada como um simples processo mecânico, no qual o aluno se vê na obrigação de memorizar conceitos sem que estes estabeleçam sequer relação com a sua vida cotidiana.

Para Canto (1999), este é um fator bastante preocupante, pois além da ideia errônea que se têm sobre conteúdos conceituais, os alunos deparam-se com livros didáticos que, aliados a práticas insatisfatórias, podem não desenvolver o raciocínio dos mesmos e não ter nenhuma relação perceptível para a sua vida cotidiana. Mais preocupante é o fato de

que estes livros têm assumido o lugar principal no processo educativo e alguns professores ainda movidos pelo paradigma da ciência pronta e acabada, reduzem as metas e estratégias de ensino ao sumário da obra adotada. É necessário, portanto rever a aplicabilidade deste tipo de conteúdo desde os livros didáticos, o projeto educativo da escola até a atuação do professor em sala de aula, o qual tem a incumbência de transmitir informações para o aluno partindo do pressuposto de que:

> "[...] o aluno precisa adquirir informações, vivenciar situações em que estes conceitos estejam em jogo, para poder construir generalizações parciais que, ao longo de suas experiências, possibilitarão atingir conceitualizações cada vez mais abrangentes" (BRASIL, 1997 p. 51).

Este aprendizado está intimamente relacionado ao segundo tipo de conteúdo, o procedimental, pois "os procedimentos expressam um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta" (BRASIL, 1997 p. 52). Este saber fazer requer antes de tudo que se tenha uma ideia dos conceitos abordados por determinados assuntos, o que se pode conseguir através da interligação entre o conteúdo conceitual e o procedimental. Já o conhecimento atitudinal, é o conhecimento que promove diferenças nas atitudes do aluno, seja qual for o tema tratado. Em geral, é tipo de conteúdo que envolve a abordagem de valores, normas e atitudes. A escola é um ambiente socializador e, portanto, gerador de atitudes inerentes ao conhecimento, ao professor, aos alunos, enfim, à sociedade, e assim:

> "[...] a não compreensão de atitudes, valores e normas como conteúdos escolares faz com [sic] estes sejam comunicados sobretudo de forma inadvertida - acabam por serem aprendidos sem que haja uma deliberação clara sobre este ensinamento.[...] Ensinar e aprender atitudes requer um posicionamento claro e consciente sobre o que e como se ensina na escola. Este posicionamento só pode ocorrer a partir do estabelecimento das intenções do projeto educativo da escola, para que se possa adequar e selecionar conteúdos básicos, necessários e recorrentes" (BRASIL, 1997 p. 52).

Assim, vemos que este é o tipo de conhecimento mais importante no processo ensino-aprendizagem, pois a escola, bem como os espaços não-formais e informais, por suas características citadas acima, exerce influência direta e indireta no comportamento dos alunos. Não queremos, portanto desmerecer os outros dois tipos de conhecimentos, pelo contrário, buscamos mostrar que os três, devem caminhar juntos, pois é nesta relação conceito-procedimento-atitude que podemos ver uma melhor relação entre ensino-conteúdo-aprendizagem e professor-escola-aluno.

6. Metodologia

A metodologia adotada para alcançar o objetivo desta pesquisa consistiu em entrevistas realizadas com seis funcionários do PAREST Sumaúma e com um docente de Biologia da Escola Estadual Senador João Bosco Ramos de Lima, localizada próxima ao Parque, além de uma entrevista a dez alunos da referida escola. As perguntas dirigidas aos funcionários do Parque foram referentes às opiniões acerca de possíveis visitas ao Parque por escolas de ensino médio próximas ao Parque, aos interesses do PAREST Sumaúma em atividades extraescolares realizadas por essas escolas, e também a relevância do Parque como um espaço não formal para o Ensino de Biologia e principalmente para a aquisição de conteúdos atitudinais. Ao professor foram questionados alguns pontos acerca da existência de atividades da disciplina de Biologia no Parque, de como ela ocorre, como é caracterizada, com que frequência ocorre e o que

este pensa a respeito de tal alternativa. Com os alunos realizamos uma entrevista, na qual foi discutida a ocorrência do ensino de biologia em espaços formais e não–formais, bem como a importância deste ensino para vida dos alunos como forma de contribuir para sua formação acadêmica e pessoal.

7. Resultados

Os funcionários do PAREST Sumaúma descreveram o ensino não formal como um processo essencial, tratando-se exclusivamente da Biologia, pois, de acordo com eles, mesmo que os professores ou orientadores das atividades não estejam eficientemente preparados para apresentar aos alunos atividades relacionadas à sua temática, inicialmente abordada em sala de aula, percebem que só o fato da atividade ser desenvolvida sob a condição de extraescolar, compreendida pelos alunos como uma fuga à rotina escolar, já possibilita a estes a idealização dos conceitos, como citado pelos técnicos ambientais do Parque através de sua própria observação das atividades, relatando, por exemplo, que, em outro momento, os alunos subentenderam o significado de preservação ambiental, de modo geral, por meio da discussão sobre um igarapé que passa pelo Parque e que tem sua trajetória inicial em uma região ocupada pelo homem, sujeita às ações e condições antrópicas.

Observamos, pelo relato dos funcionários do PAREST Sumaúma, que a maioria das visitas realizadas no Parque consiste em um simples passeio, no qual não se estabelece nenhuma relação entre conteúdos vistos em sala de aula com a gama de informações que o espaço do Parque oferece. Na voz de um dos entrevistados, alguns grupos de alunos que "passeiam" no Parque, vão acompanhados por coordenadores, pedagogos, professores de história ou de outras áreas, que, por sua vez, possivelmente entendem não haver relação alguma com suas respectivas áreas de ensino, fazendo das visitas, uma simples oportunidade de olhar algo diferente. De acordo com os funcionários, um professor de Biologia/Ciências Naturais seria o ideal, pois a Biologia pode ser vista de maneira mais materialista na vida dos educandos dentro do espaço do PAREST Sumaúma.

Na entrevista feita com o docente em Biologia, identificamos alguns pontos importantes que irão contribuir em nossas discussões no tópico a seguir. Entre eles está o fato de que não existe aliança institucional entre a Escola e o Parque, o que possivelmente ocasiona atividades fortuitas nesse espaço. A esta conclusão, o professor propôs a solução de unir os objetivos do Parque à condição da Escola como promotora da educação pública, sendo a educação não-formal um caminho comum entre essas instituições. Outro ponto importante a considerar nessa entrevista foi o fato identificado pelo então docente de que, devido às condições de acesso e a distância do Parque em relação à Escola, tais atividades não teriam um dispêndio de custos com transporte ou instrutores, o que justificaria em parte as atividades. Cabe aqui explicar que, devido à falta de professores de Biologia na escola em estudo no horário em que fizemos a visita (vespertino), concebemos as concepções de apenas um professor de Biologia da referida escola como um meio de refletir o que se passa no contexto Escola-Parque.

Quanto à entrevista realizada com os alunos, em geral, eles relataram que não se identificam muito com a disciplina Biologia, por ela conter muitos termos técnicos, tornando-a uma disciplina muito difícil. Também, de acordo com os alunos, no ensino médio o "assunto" (biologia) se apresenta "concentrado em uma só disciplina, diferente de como era no ensino fundamental, tornando a disciplina mais difícil e 'pesada'."

Em relação às opiniões dos alunos acerca do tema que consideram de mais fácil compreensão era o Corpo Humano, pela possibilidade de poderem se incluir e se perceberem no assunto ou mesmo nos conceitos abordados. Inversamente, o tema no qual os alunos relataram dificuldades de compreensão foi Genética, devido à nomenclatura técnica e também pelo fato de não conseguirem relacionar os conceitos desse tema com suas vidas. O tema que os alunos consideraram mais adequado para ser discutido e aprendido em espaços não-formais naturais é a Ecologia, devido à possibilidade de relação entre o conteúdo conceitual visto em sala de aula e o objeto real. Já o tema que os alunos consideraram menos interessante de ser trabalhado e aprendido em espaços não-formais naturais é a Genética pelos mesmos motivos já descritos. Poucos alunos relataram ter visitado o PAREST Sumaúma em aulas de Ciências e descreveram a atividade não como um passeio, mas como uma expansão do conteúdo conceitual da sala de aula, tornando assim, a aula mais produtiva.

8. Discussões e considerações finais

A constatação de que os espaços não-formais influem na civilidade e atitude dos alunos foi relatada pelos funcionários do Parque, contudo não são realizadas avaliações por parte dos mesmos que afirmem esse fato, tornando a análise da subjetividade dos alunos um tanto generalista e imensurável. Deveriam ser elaborados questionários de opinião para os alunos que visitam o Parque, dessa forma contribuindo para a análise do conhecimento atitudinal dos mesmos.

A proposta do professor é válida e bem recebida pelos alunos, que concordaram com a ideia de união entre a escola e os objetivos do Parque. Observamos que os alunos têm uma percepção limitada de temas, embora consigam relacionar com o seu cotidiano. Isto se deve em parte ao modo como o professor aborda os conteúdos, dificultando, consequentemente, a elaboração de procedimentos e atitudes. As outras causas seriam as limitações dos alunos em transpassar do extremo conceitual ao extremo atitudinal dos conteúdos, seja por conflitos pessoais, por dificuldades de aprendizagem, o que está diretamente ligado à postura dos gestores responsáveis pela união diplomática entre a escola e o Parque, bem como à postura do professor de Biologia que não consegue ou tem dificuldade em fazer essa relação.

A educação não pode ser discutida como um fim em si mesma, como algo pronto e acabado, pois muitos modelos são propostos e não devem ser desconsiderados, mas sim aprimorados. O professor pode se valer de modelos pedagógicos antigos ou novos, mas também pode interseccioná-los de forma a satisfazer a realidade de seu contexto ou do seu espaço educativo. Portanto, a subjetividade é essencial quando se trata de educação, principalmente nos espaços não formais, pois no fim das contas é a educação que move o aprendizado.

9. Referências

Amabis, J. M. (2004)*Biologia*.. 2 ed. São Paulo: Moderna.

Bianconi, M. L., Caruso, F. (2005). Educação não formal. *Ciência e Cultura*. São Paulo, v. 57, n. 4, out/dez.

Bizzo, N. (2004). *Ciências biológicas*: orientações curriculares nacionais do ensino médio. Brasília: MEC/SEB.

Brasil. (1997). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC/SEF.

Bueno, N. P .E.; Ribeiro, K. C. C. (2007). Unidades de Conservação – caracterização e relevância social, econômica e ambiental: um estudo acerca do Parque Estadual Sumaúma. In: Revista Eletrônica Aboré, 3 ed. Manaus: Escola Superior de Artes e Turismos.

Canto, E. L. (1999). *Ciências Naturais*: aprendendo com o cotidiano. São Paulo: Moderna, 1999.

Gadotti, M. A. (2005). Questão da educação formal/não-formal. In: *IDE Seminar*, Suíça, Tópico temático, p 2-3.

Fontes, T. A.; Ribeiro, K. C. C. (2010). Parque Estadual Sumaúma em Manaus: Considerações sobre a educação ambiental e sua utilização para a conservação do local. In: *Revista Eletrônica Aboré*, 5 ed. Manaus: Escola Superior de Artes e Turismos.

Rocha, S.C.B. (2008). A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Dissertação de mestrado. Manaus: UEA.

ENTENDENDO O PROCESSO DE TRADUÇÃO: O USO DE MODELO COMO RECURSO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM

Keila Bossolani Kiill[1]*; Fernanda Vilhena Mafra Bazon*[2]*; José Murilo Calixto Vaz*[1]
[1]Universidade Federal de Alfenas (Brasil); [2]Universidade Federal de São Carlos (Brasil)
keilaunifal@gmail.com

Resumo
Este estudo apresenta como proposta didática o uso de modelo dinâmico para a compreensão do processo bioquímico de síntese de proteína. Objetivou-se com esse trabalho, o planejamento, a elaboração, o desenvolvimento e a avaliação do material. A proposta justifica-se pela necessidade de motivar, facilitar e mediar a aprendizagem desse conteúdo. O procedimento de aplicação implica na manipulação de peças na modelagem, simulando as etapas do processo. Os critérios adotados para a avaliação foram, de acordo com o aspecto físico, o tamanho, o formato e o uso da cores para diferenciação; e, considerando o aspecto conceitual, a adequação da representação para a entidade representada. De acordo com os avaliadores, o modelo encontra-se adequado conceitualmente.

Palavras-chave: ensino de biologia, modelo, processo de tradução.

1. Introdução

A elaboração de modelo didático, para o melhor entendimento de conteúdos bioquímicos, faz-se necessária frente às dificuldades dos alunos em compreenderem conceitos abstratos (Tauceda, 2010). Para entender o processo pelo qual são produzidas as proteínas, exige-se da estrutura cognitiva do aluno certo grau de abstração, portanto, desenvolver um material concreto favorece tanto a construção do conhecimento pelo aluno quanto o processo de ensino.

De acordo com Moreira (1996), é necessário o desenvolvimento de materiais que contribuam com a construção de modelos mentais adequados. Entende-se modelo mental como um análogo estrutural do mundo, sendo utilizado para compreender conceitos (Johnson-Laird, 1983). Assim, o uso de modelos pode facilitar a construção de modelos mentais e, desta forma, levar os alunos a uma aprendizagem com significado do modelo de tradução. Tal aprendizagem origina-se por meio da interação entre a nova informação e os conhecimentos relevantes, existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Masini e Moreira, 2008). Portanto, o modelo pode contribuir para essa interação à medida que possibilitar a integração entre os subsunçores do processo de síntese de proteínas e seu mecanismo.

2. Objetivo

Com o estudo objetivou-se:

a.) Planejar, elaborar, desenvolver um modelo dinâmico para facilitar a compreensão do mecanismo de síntese de proteína (modelo de tradução);

b.) Avaliar o modelo produzido considerando as principais estruturas participantes do processo e sua adequação conceitual; e o potencial dinâmico do modelo, ou seja, a potencialidade de representar o mecanismo característico no processo.

3. Fundamentação Teórica

O modelo, de acordo com Bunge (1973), é uma construção imaginária de algum material ou processo. Sendo assim, com o modelo busca-se representar o material ou o processo com a finalidade de possibilitar o seu estudo teórico. Considerando a dificuldade dos alunos em compreenderem os processos bioquímicos da síntese de proteína, a modelização pode possibilitar a percepção das estruturas que representam as entidades participantes do processo e o seu mecanismo de funcionamento.

As proteínas são polímeros que se constituem por uma sequência de aminoácidos (monômeros) unidos por meio de ligações química, chamadas ligações peptídicas. São as biomoléculas mais abundantes no organismo dos seres vivos e estão presentes em todas as partes de uma célula, desempenhando funções biológicas diversas, como em músculos, cabelos, unhas, anticorpos e outros. Além disso, é importante dizer que noventa por cento da energia química utilizada por uma célula advém do processo de síntese de proteína.

Neste processo, tem-se que o ácido desoxirribonucléico (DNA) encontrado nos núcleos das células exerce as funções de armazenar a informação genética e controlar a síntese de proteínas. O DNA nuclear constitui-se de duas cadeias enoveladas na forma de uma hélice dupla, dispostas em paralelo e com sentidos opostos, sendo as terminações químicas mantidas por ligações de hidrogênio. Além do DNA encontrado no núcleo das células eucarióticas, existem, em menores quantidades, aqueles que estão presentes dentro da mitocôndria, cuja sequência de bases difere daquela do DNA nuclear. Os cloroplastos das células fotossintetizantes também contêm DNA. O DNA mitocondrial (mDNA) ocorre como um dúplex circular. As moléculas de DNA dos cloroplastos também existem como dúplices circulares e são considerados maiores que àquelas das mitocôndrias. A origem evolucionária dos DNAs mitocondrial e cloroplastial aceita é que sejam vestígios dos cromossomos de antigas bactérias que ganharam acesso ao citoplasma das células hospedeiras e tornaram-se os precursores destas organelas. O mDNA codifica os tRNAs e rRNAs mitocondriais e algumas proteínas mitocondriais, pois mais de noventa e cinco por cento das proteínas mitocondriais são codificadas pelo DNA nuclear (Lehninger, 2006).

O ácido ribonucléico (RNA), contrariamente ao DNA, constitui-se de uma cadeia única e exerce as funções de interpretar e executar a informação do DNA. Os tipos de RNA que participam da síntese de proteína são: RNA mensageiro (mRNA) cuja função é levar ao citoplasma a mensagem genética do DNA, orientando a síntese de proteínas, já que é a sequência de seus códons que determina a sequência dos aminoácidos; RNA transportador (tRNA) que capturam os aminoácidos que se encontram dissolvidos no citoplasma, carregando-os para os ribossomos; e o RNA ribossômico (rRNA) que serve como matéria-prima para a construção dos ribossomos. Cada tRNA é específico em relação ao aminoácido que transporta. Esta especificidade é condicionada pelo seu anticódon; assim, o tRNA com o anticódon CAA transporta valina.

Os ácidos nucléicos (DNA e RNA) são formados por cadeias de polinucleotídeos. Cada nucleotídeo constitui-se por um açúcar (do tipo desoxirribose para o DNA e ribose, no caso do RNA), um fosfato e pelas seguintes bases nitrogenadas: adenina (A), guanina (G), citosina (C), timina (T) ou uracila (U). Cabe mencionar que a base nitrogenada uracila é encontrada apenas na molécula de RNA.

O processo de síntese de proteína ocorre em duas etapas: transcrição e tradução. Na transcrição, apenas um dos filamentos do DNA é usado para sintetizar o mRNA. Portanto, o mecanismo para a tradução é o seguinte: um filamento de DNA se afasta de

seu complemento onde se encaixam os nucleotídeos do mRNA. Esse encaixe obedece à complementaridade das bases nitrogenadas, ou seja, onde no DNA houver uma base adenina, vai se encaixar uma base uracila.

Em seguida à transcrição, tem-se o processo de tradução em que a sequência de nucleotídeos é lida consecutivamente em tríades. Cada grupo da tríade é denominado códon e dará origem a um determinado aminoácido. Os códons identificam os aminoácidos com o auxílio do tRNA. Este RNA é capaz de se ligar a unidades de aminoácido dissolvidos no citoplasma e transportar essas unidades até o mRNA. A tradução é um processo que envolve mecanismos para ativar aminoácidos, indicando os pontos de começo e fim da síntese. Parte desses mecanismos é controlada por enzimas e outra parte pelo RNA ribossômico, que funciona como um catalisador do processo. O RNA da subunidade menor do ribossomo catalisa a união entre o mRNA e o tRNA, enquanto o RNA da subunidade maior catalisa a formação das ligações peptídicas.

Os tRNAs são responsáveis pelo carregamento dos aminoácidos para a formação das proteína e para tal apresentam um anticódon complementar ao códon do mRNA. A síntese de proteínas ativa-se quando um tRNA iniciador, sempre carregando o aminoácido metionina, aclopa à subunidade pequena do ribossomo. Esta liga se a extremidade 5' da molécula de mRNA que é puxado até que um códon contendo a seqüência de aminoácidos AUG seja encontrada. Sequência essa complementar ao anticódon presente no tRNA. Posteriormente, ocorre a ligação da unidade ribossomal maior onde outro tRNA se encaixará trazendo um determinado aminoácido. Este, através de uma ligação peptídica, une-se ao primeiro aminoácido. Devido às mudanças conformacionais no ribossomo, este move o mRNA um códon à frente, possibilitando o acoplamento de um outro tRNA. Esse processo se dá até que um códon de liberação seja encontrado e unido a ele um fator de liberação, que promove a liberação da cadeia polipeptídica, do mRNA e das subunidades ribossomais, finalizando o processo de tradução (ALBERTS *et al*, 2004).

4. Metodologia

Esta pesquisa fundamenta-se na abordagem qualitativa, portanto busca-se compreender um fenômeno em sua profundidade. A metodologia qualitativa é entendida como sendo aquela capaz de "incorporar a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações, e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas tanto no seu advento quanto na sua transformação, como construções humanas significativas" (Minayo, 1994, p. 10). Liebscher (1998) propõe que a metodologia qualitativa é apropriada para o estudo de fenômenos complexos, sendo necessária a observação, o registro e a análise do fenômeno estudado, visando o entendimento de sua complexidade.

A abordagem qualitativa não pressupõe generalizações e trata-se o objeto em estudo na sua totalidade, tornando a preocupação fundamental do investigador a "estreita aproximação dos dados, de fazê-lo falar da forma mais completa possível, abrindo-se à realidade social para melhor apreendê-la e compreendê-la" (Martins, 2004, p. 292).

Com relação ao tipo de pesquisa, optou-se pela pesquisa descritiva em que se "observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los" (Cervo *et al*, 2007, p. 61). Considerando que a pesquisa descritiva pode assumir diversas formas, destaca-se para esta pesquisa o 'estudo descritivo' que se refere ao estudo e descrição das características, propriedades ou relações existentes na

realidade/fenômeno pesquisada/o. Comumente se incluem nesta modalidade os estudos que visam identificar estruturas, formas, funções e conteúdos.
Assim, para o desenvolvimento desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas: (a.) planejamento e elaboração do modelo dinâmico em papel; (b.) confecção em chapa de fibra de madeira de média densidade (MDF); (c.) avaliação pelos professores especializados na área de biologia e ciências.
Para a avaliação foi utilizado um questionário que buscou investigar a coerência entre as entidades representadas e a definição conceitual; e a potencialidade do material para o entendimento do mecanismo do processo, considerando sua dinamicidade. Após as avaliações, o modelo passou por readequação de acordo com as sugestões dos avaliadores. Cabe ressaltar, por fim, que esta pesquisa, ao pautar-se em abordagem qualitativa, não pressupõe generalizações, mas sim a avaliação de um material específico para o ensino de biologia, visando à adequabilidade do mesmo em termos conceituais.

5. Análise dos resultados

O modelo dinâmico proposto foi desenvolvido a partir do modelo elaborado por Orlando e colaboradores (2009). Para o planejamento, a elaboração e o desenvolvimento do modelo de tradução foram consideradas as representações didáticas presentes nos livros de Bioquímica de Ensino Superior (VOET, 2008; LEHNINGER, 2006; CHAMPBELL, 2000). Posteriormente a esta etapa, realizou-se um estudo para averiguar qual seria o material mais adequado para se confeccionar as peças que comporiam o modelo. Esta escolha embasou-se nos seguintes princípios: durabilidade, portabilidade e custo reduzido.
Entre os diversos materiais encontrados, utilizou-se o MDF por apresentar durabilidade, em condições adequadas de armazenamento. E mais, para que se pudesse ter um material fácil de ser transportado pelo professor foram realizados alguns estudos para dimensionar as estruturas representadas, evitando assim tamanho e formato inadequados. Outra preocupação inerente ao processo de desenvolvimento do material foi com relação ao custo dos materiais, portanto, procurou-se fazer uso daqueles que apresentam baixo valor agregado, sendo eles: MDF para a estrutura; bola de isopor, massa de modelar e tinta colorida para os aminoácidos; lixas e velcro e tintas coloridas para a diferenciação das bases nitrogenadas; e lixas para a representação do RNA. Vale mencionar que a confecção da peça de MDF deve ser feita por um marceneiro devido aos recortes necessários, conforme Figura 1.

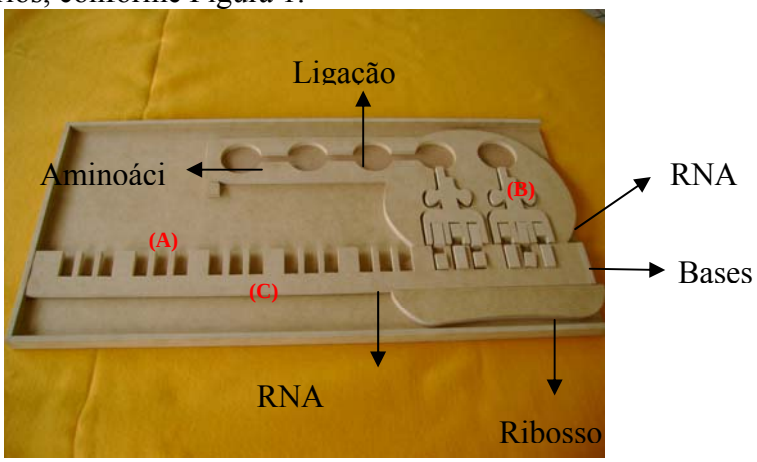


Figura 1 – Modelo que representa o processo de tradução

O material didático é composto por uma peça inferior (A) sobre a qual estão apoiadas todas as outras. A peça (B) desliza sobre (A) e nela estão representadas as duas subunidades do ribossomo e o encaixe para o modelo que representará o aminoácido, o RNA transportador, a ligação peptídica e as bases nitrogenadas. Na peça que representa o tRNA são encaixadas os modelos que representam as bases nitrogenadas. A peça (C) representa o mRNA e está fixa em (A) e encaixada em (B). Os aminoácidos foram representados por bolas de isopor coloridas e as bases nitrogenadas diferenciadas em tamanhos, cores e material. A simulação do processo de tradução ocorre da esquerda para a direita.

Primeiramente, tem-se a fita do mRNA com suas respectivas bases nitrogenadas. Ao iniciar o processo, a sequência de nucleotídeos é lida em tríades, que representam os códons. Cada tríade informa ao tRNA o aminoácido a ser transportado, portanto junto ao encaixe do tRNA, em (B), foi inserido o encaixe para o respectivo aminoácido. Os tRNA, juntamente com um aminoácido específico, encaixa-se nos códons correspondentes do mRNA. Se, por exemplo, o transportador tem anticódon CGA, ele transporta apenas o aminoácido alanina e se encaixa obrigatoriamente no códon GCU. Na peça que representa o tRNA estão os encaixes para os anticódons.

À medida que o ribossomo desliza pelo mRNA, os aminoácidos vão se unindo e formando uma molécula de proteína. Enquanto isso, os transportadores vão se soltando e ficam livres para o transporte de outros aminoácidos. Os dois encaixes para o tRNA, na peça (B), foram desenvolvidos para evidenciar a chegada do tRNA com o aminoácido e sua saída livre do ribossomo. Ainda nesta peça está representada ligação peptídica entre um aminoácido e outro, formando um trecho da proteína sintetizada, conforme Figura 2.

Figura 2 – Modelo de tradução com a identificação de aminoácidos e bases nitrogenadas.

No que diz respeito à avaliação dos professores, foi aplicado um questionário que versava sobre as características da estruturas representadas e a potencialidade do modelo em representar o aspecto dinâmico do mecanismo de tradução. Para o grupo de professores-avaliadores o modelo apresenta adequação conceitual parcial, pois sugeriram que, para as bases nitrogenadas, além da diferenciação de tamanhos e cores, tivessem um encaixe em sua extremidade representando a interação entre elas. De acordo com as percepções dos professores-avaliadores, pela representação proposta, é possível que o aluno perceba a representação dos códons e anticódons durante o processo de tradução. Além disso, para a representação do tRNA, inclui-se a diferenciação das extremidades 3’ e 5’.

Com relação ao aspecto dinâmico, consideram que o modelo evidencia esta característica, entretanto, sugeriram a utilização de um material que facilitasse o deslizanmento entre o encaixe do mRNA e o ribossomo para ampliar o movimento. Foi

apontado que as características do material podem auxiliar a aprendizagem, em especial devido à utilização de diferentes tamanhos, formas e cores. O processo de síntese de proteína ocorre por meio da transcrição do DNA em RNA mensageiro e a seguir a sua tradução em proteína. As moléculas de RNA apresentam nucleotídeos que formam o código para a ordenação dos aminoácidos das cadeias peptídicas. Esse código é decodificado nos ribossomos, para onde os tRNAs transportam os aminoácido de acordo com a sequência de nucleotídeos do mRNA, dando origem à proteína. Pela análise dos avaliadores, pode-se afirmar que o modelo representa cada etapa da tradução.

6. Conclusão

Segundo Alberts (2004) o processo de síntese de proteína ocorre por meio da transcrição do DNA em RNA mensageiro e a seguir sua tradução em proteína. As moléculas de RNA apresentam nucleotídeos que formam o código para a ordenação dos aminoácidos das cadeias peptídicas. Esse código é decodificado nos ribossomos, para onde os tRNA transportam os aminoácidos de acordo com a seqüência de nucleotídeos do mRNA, dando origem a proteína. Pela análise dos avaliadores pode-se afirmar que o modelo pode representar o processo da tradução na síntese de proteína, sendo observada a coerência conceitual tanto das estruturas que o constitui quanto do mecanismo. No que diz respeito às estruturas, os aspectos que o caracteriza como adequado dizem respeito à adequabilidade da representação das seguintes estruturas: ribossomo, mRNA, tRNA, bases nitrogenadas, aminoácidos e ligações peptídicas. Agora a dinamicidade possibilita a facilitação para o entendimento do mecanismo do processo de tradução.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do MEC (PROEXT/2010 MEC/SESu), do CNPQ e da Fapemig.

8. Referências

Alberts, B., Johnson, A., Walter, P. (2004). *Biologia molecular da célula*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed.

Bunge, M. (1973) Filosofia da Física. Lisboa: Portugal.

Cervo, A.L.; Bervian, P.A.; Silva, R. (2007). *Metodologia científica.* 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Champbell, M.K. (2000). *Bioquímica.* 3ª ed. Porto Alegre: Artmed.

JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lehninger, A.L.; Nelson, D.L.; Cox, M.M. (2006). *Princípios de Bioquímica*. 4ª ed. São Paulo: Sarvier.

Liebscher, P. (1998). Quantity with quality ? Teaching quantitative and qualitative methods in a LIS Master's program. *Library Trends*, 46(4), p. 668-680.

Martins, H.H.T.S. (2004). Metodologia qualitativa de pesquisa. *Educação e Pesquisa*, 30(2), p. 289-300.

Masini, E.F.S.; Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa*: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor.

Minayo, M.C.S. (1994). *O desafio do conhecimento*: pesquisa qualitativa em saúde. Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco.

Moreira, M.A. (1996). Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 193-232.

Orlando, T.C. *et al.* (2009). Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*. 1. Disponível em http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=535&idiomaMaterial=pt. Acesso em: 10/06/2011.

Tauceda, K. C.; Pino, J. C. del. (2010). Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(2), 337-354.

Voet, D.; Voet, J.G. (2008). *Bioquímica*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed.

RELACIÓN ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA PSICOLOGÍA A TRAVÉS DE LAS PRODUCCIONES DE LOS ALUMNOS

Graciela Lavinia ; Cristián Delgado ; Eduardo Audisio
Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Rosario
eaudisio@unr.edu.ar

Resumen
El objetivo de este trabajo, sustentado en el marco teórico del constructivismo, fue el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de contenidos biológicos en la carrera de Psicología de la UNR. Se procedió al análisis de los trabajos presentados por los alumnos para promover una asignatura biológica, considerando qué temas eligieron, cómo fundamentaron la elección y qué grado de integración alcanzaron. Al finalizar la defensa de las monografías se aplicó una encuesta requiriendo sus opiniones sobre la tarea realizada. Los estudiantes eligieron mayoritariamente distintos trastornos de la salud con los que lograron establecer interrelaciones entre las ciencias biológicas y la psicología. Se observó que muchos estudiantes fueron influidos en su elección por los distintos problemas que afectan a la sociedad. Conocer los temas preferidos permitirá elaborar, a partir de los mismos, situaciones problemáticas para las clases de trabajos prácticos, que resultaran motivadoras para el estudio de los contenidos curriculares.

Palabras clave: psicología – biología – innovación didáctica – educación superior - constructivismo

1. Introducción

El presente trabajo se inscribe en un proyecto cuyo objetivo es el desarrollo de estrategias innovadoras para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de contenidos biológicos en la carrera de Psicología de la UNR (Audisio *et al.*, 2008; 2009). El marco teórico de este proyecto se sustenta en una concepción constructivista del aprendizaje, entendiendo al mismo como un proceso continuo, donde nuevos y viejos contenidos se van articulando y reestructurando. Se presta especial atención al concepto de aprendizaje significativo como contrapuesto al aprendizaje mecánico. Desde esta perspectiva, los docentes deben concentrar sus esfuerzos en propiciar que los estudiantes integren los nuevos conocimientos a su estructura cognitiva estableciendo relaciones sustanciales. En este contexto, resulta relevante la permanente búsqueda de estrategias innovadoras que den como resultado una mejora de la práctica educativa.
La investigación se realizó en el marco de la primera asignatura biológica de la carrera, y se trabajó en búsqueda de innovaciones a partir de algunos problemas observados y analizados, como falta de motivación para el estudio de conceptos biológicos, dificultades para operar con ellos y gran incidencia de abandonos del cursado. La escasez de motivación se pone de manifiesto en frecuentes objeciones por parte de alumnos hacia la inclusión de materias con este tipo de contenidos, con base en una supuesta falta de relación de las mismas con la futura práctica profesional como psicólogos (Delgado *et al.*, 2009).
Encontramos referencias bibliográficas que plantean problemas similares en la formación del psicólogo a nivel internacional, en algunas de ellas se indica que: los estudiantes de psicología manifiestan menor interés por el área biológica que por otras (Stalder y Stec, 2007); se observa cierto aislamiento de la psicología con respecto a

otras ciencias, por la perpetuación del dualismo mente-cuerpo y por un desacuerdo en esta disciplina entre la investigación básica y la aplicación práctica (Rand, 2005); la psicólogos requieren una pluralidad de conocimientos y capacitación, entre ellos los biológicos (Carr, 2008; Zittoun *et al*., 2009). En nuestro país podemos mencionar los resultados de una encuesta dirigida a indagar aspectos relacionados con la pertinencia y la suficiencia de los contenidos biológicos enseñados en las distintas carreras de Psicología de las universidades nacionales. La encuesta, que fue dirigida a docentes que trabajan en el área biológica, mostró que los mismos estiman necesario el desarrollo de un trabajo interdisciplinario y, además, perciben que muchos profesores de otras áreas consideran que la formación relacionada con las neurociencias es innecesaria y llegan a posiciones de rechazo (Sarubbi, 2004).

La asignatura en cuyo contexto se realizó esta investigación es Estructura Biológica del Sujeto I (Biología Humana) y se cursa en el segundo año de la carrera, con régimen anual. Como condiciones para la regularización se exige un mínimo de 75% de asistencia a clases de trabajo en comisiones y la aprobación de dos exámenes parciales escritos, cada uno con derecho a un recuperatorio. En la evaluación final se tiene en cuenta el desempeño del alumno a lo largo del cursado: exámenes parciales, tareas de aula y concepto global resultante del proceso de evaluación continua.

La cátedra también ofrece la posibilidad de acceder a la promoción directa, para lo cual los alumnos deben alcanzar las condiciones para la regularización y a esto se agrega un 75% de asistencia a las clases teóricas, una nota promedio de 8 (ocho) entre los dos exámenes parciales (que deben ser aprobados en primera instancia) y finalmente la presentación y aprobación de un trabajo de carácter monográfico, de elaboración grupal (hasta 3 integrantes), sobre algún tema relacionado con los contenidos de la materia, y preferentemente que permita integrar varios de ellos y relacionarlos con la psicología. La instancia de aprobación de dicho trabajo requiere su defensa oral en un coloquio integrador.

Precisamente, y con la finalidad de obtener información valiosa a los fines de nuestro proyecto, se procedió a analizar los trabajos presentados por los alumnos para alcanzar la promoción en el año 2010 y se los comparó con un análisis similar realizado para el año 2009 (Lavinia *et al*., 2010). Los objetivos de este estudio fueron realizar:

a) un relevamiento de los temas que eligieron los alumnos para intentar lograr la integración de los contenidos de la materia con temas relacionados con la psicología;

b) el estudio de cómo fundamentaron la elección de los temas;

c) una caracterización del tipo de integración que alcanzaron.

Al finalizar la defensa oral de los trabajos se les solicitó a los alumnos que contestaran una encuesta con cuatro preguntas abiertas, donde se los consultaba sobre su opiniones acerca del trabajo realizado, si habían podido integrar los contenidos biológicos y si habían modificado su opinión sobre la inclusión de contenidos biológicos en la carrera de Psicología. Además, se les proponía que realizaran aportes críticos acerca de los contenidos de la materia, la modalidad de dictado, la forma de evaluación u otras cuestiones que consideraran relevantes.

2. Desarrollo

En el período analizado se presentaron 60 trabajos elaborados por un total de 140 alumnos, que representan aproximadamente un 18 % del total de cursantes efectivos de la asignatura.

Hasta el año 2009 las pautas para la presentación de estos trabajos no habían sido muy estrictas en cuanto a aspectos formales y, en consecuencia, en ese año se observó un elevado nivel de heterogeneidad en los mismos. En este sentido, las principales observaciones fueron, entre otras cosas, precisamente la heterogeneidad en la presentación de las portadas –algunas de las cuales, incluso, exhibían el isologotipo de la Universidad como si se tratara de documentos oficiales–, la ausencia de índice general en no pocos casos, deficiencias en las citas y bibliografías que omitían datos de interés. A partir del curso de 2010 se entregó a los alumnos las pautas generales que debían tener en cuenta y la mayoría de los trabajos alcanzaron condiciones de presentación acordes con el nivel universitario. Esto constituyó un primer logro en la formación de los estudiantes.

En cuanto a las fuentes bibliográficas los alumnos utilizaron: páginas de Internet (265 citas), libros (227), cuadernillos de la cátedra y apuntes de clases (39), revistas científicas (19), diccionarios (2) y entrevistas (3). Se destaca claramente que los alumnos utilizaron como principal fuente de consulta a páginas de Internet. Estos resultados son similares a los del año anterior. Como datos nuevos tenemos la realización de entrevistas a profesionales relacionados a los temas elegidos y el agregado de apuntes tomados en clases teóricas y/o prácticos.

Con referencia a los temas elegidos por los alumnos, 51 trabajos se refirieron a distintos trastornos de la salud humana. Las afecciones más desarrolladas fueron las siguientes: distrés (8 trabajos), adicciones (7), anorexia-bulimia (7), VIH-SIDA (4), depresión (3), síndrome de Down (3) y desnutrición (2). Además, se contabilizó una monografía para cada uno de los siguientes temas: psoriasis, lupus, cáncer de mama, enfermedad celíaca, duelo, psicopatología femenina, autismo, enanismo psicosocial, embarazo psicológico, anovulación, rubéola, síndrome de Rett, distrofia muscular de Duchenne, esclerosis múltiple, obesidad, hipotiroidismo y ambigüedad sexual. Por otra parte, en 7 trabajos encontramos temáticas que hicieron referencia a la fisiología normal, 2 de ciclo menstrual y 1 de cada uno de las siguientes cuestiones: células troncales, formación y desarrollo de gemelos, embarazo y lactancia, nutrición y transplantes. Finalmente, 2 producciones tuvieron que ver con la contaminación del medio ambiente.

Estos resultados, que coinciden con observaciones anteriores, indican que los alumnos manifestaron una motivación especial para trabajar con distintos trastornos de la salud, y los eligieron en el momento de establecer interrelaciones entre los contenidos de las ciencias biológicas y la psicología.

En estas producciones integraron contenidos de la asignatura (fundamentalmente referidos a reproducción y desarrollo, sistema inmunitario, sistema nervioso, sistema endocrino y genética) y establecieron relaciones con algunas dimensiones psicológicas. Cabe destacar que la principal diferencia con el período académico anterior es la aparición del grupo de producciones referidas a distintos tipos de adicciones, donde los alumnos marcaron relaciones con diferentes aspectos de la vida social.

En lo que respecta a los motivos para la elección del tema a tratar, enunciaron varias razones interesantes de resaltar, entre las cuales podemos reproducir los siguientes: "… es una problemática actual que afecta en mayor medida a los adolescentes y en la cual intervienen tanto factores biológicos como psicológicos, sociales y culturales (…) los medios de comunicación presentan constantemente la imagen ideal, a la que se llega con

dietas y gimnasias especiales…"; "… es de sumo interés lograr una concientización acerca de los riesgos que produce la ingesta de alcohol durante ésta época (…) destacar el papel social que ha llegado a adquirir el alcohol en la juventud en nuestros días"; "…problemática generalizada en la actualidad (…) además nos permitió aplicar los conceptos biológicos que hemos adquirido durante el año";"…porque es una problemática muy poco difundida"; "…tópica que consideramos no fue ampliamente desarrollada en la cátedra de la materia y que nos resultaba de interés indagar…".

Se observa que muchos alumnos fueron fuertemente influidos por los distintos problemas que afectan a la sociedad de la que forman parte. El conjunto importante de trabajos relacionados con la adicción a la drogas podría ser un indicador de esto. Fue interesante observar cómo influyó la epidemia de gripe A en el año 2009, donde se presentaron varias monografías sobre el tema, y en el 2010 ninguna se refirió a esta cuestión.

La integración de contenidos abordados en la asignatura estuvo presente en numerosos casos: "…la modalidad de abordaje del tema, nos permitió elaborar una visión abarcativa de la problemática, integrando los distintos contenidos de la materia, que se suceden desde el nivel subatómico hasta el cultural"; "La biología es ahora para nosotras una ciencia que no sólo la podemos estudiar a partir de desarrollos teóricos, sino que también, la podemos aplicar en nuestro día a día".

La integración con contenidos de otras asignaturas de la carrera, quedó demostrada a través de algunos enunciados de los alumnos, por ejemplo: "A partir de nuestro interés interdisciplinario plantearemos posibles relaciones de dicha patología desde la teoría sistémica y desde el aspecto psicoanalítico"; "El tema elegido nos atrajo muchísimo y fue para nosotras una instancia más de aprendizaje. Podemos concluir diciendo que el duelo es una experiencia dolorosa y puede traer aparejado consecuencias somáticas de gran importancia, como ser estrés, depresión, depresión del sistema inmunitario, cáncer..."; "…pudimos profundizar más en el tema y darnos cuenta el sentido de la materia en la carrera…"; "…logramos arribar a la conclusión de que el cerebro no es un órgano mágico, muy por el contrario, hay todo un contenido de moléculas que manejadas tanto por nuestros genes, como también por nuestras experiencias, conforman todo el entramado cerebral tan importante para el desarrollo de la vida humana…"; "…esta temática nos permitió situarnos desde una perspectiva psicoanalítica, desde la cual, utilizando algunos conceptos freudianos, analizamos la drogadicción, principalmente el alcoholismo, como un problema cultural…".

La encuesta nos proporcionó la siguiente información: la gran mayoría de los alumnos resaltaron la importancia de poder elegir el tema, siendo por lo tanto de su interés y pudiendo comprenderlo no sólo en el contexto de la futura práctica profesional sino también relacionarlo con conocimientos biológicos. En cuanto a la posibilidad de integración manifestaron que la pudieron lograr en función de trabajar con una problemática en particular, mientras que durante el cursado les había resultado difícil, y sobre todo con los contenidos biológicos a nivel molecular y celular. También señalaron que la interrelación entre los contenidos de las diferentes asignaturas de la carrera, entre ellos los biológicos, es dificultada porque cada cátedra está muy abocada a sus propios conceptos y explicaciones.

3. Consideraciones finales

El presente estudio aportó información sumamente valiosa, tanto desde el punto de vista de la introducción de mejoras en la organización del dictado de la asignatura –lo cual

incluye un cierto enriquecimiento de sus temáticas– como desde lo atinente a las propias pautas que deben encuadrar la confección de los trabajos por parte de quienes acceden a la promoción directa.

Es totalmente relevante la relación establecida por los alumnos con temáticas propias del psicoanálisis y de las psicologías sistémica y cognitiva, contradiciendo los postulados de aquellos que oponen resistencia a la transmisión de los conocimientos biológicos por falta de relación con la práctica profesional del psicólogo.

También quedó evidenciado que los alumnos prefieren trabajar con trastornos de la salud humana para elaborar los trabajos monográficos que integren los contenidos biológicos de la asignatura. Las preferencias de los alumnos en la elección de determinadas afecciones nos pueden orientar al empleo de las mismas para la elaboración de situaciones problemáticas, que podrán ser utilizadas en las clases de trabajos prácticos a partir de casos clínicos.

Consideramos de gran importancia organizar las actividades del aula a partir de los temas elegidos por los alumnos para alcanzar la integración de los contenidos curriculares, fundamentalmente por su potencialidad favorecedora de la motivación para el estudio de los mismos.

4. Bibliografía

Audisio, E., Delgado, C., García, N., Lamas, C., Lavinia, G., Scaglia, R., Tahuil, A., Terradez, M. (2008). *En búsqueda de innovaciones para la enseñanza de la biología en la formación del psicólogo.* La revista del Instituto 16 (Rosario), 9: 108-112.

Audisio, E., Delgado, C., García, N., Lamas, C., Lavinia, G., Scaglia, R., Tahuil, A., Terradez, M. (2009). *Aportes innovadores a la problemática de la enseñanza de contenidos biológicos en la carrera de Psicología*. Comunicación presentada en el 12º Congreso Nacional y 9º Congreso Internacional Aula Hoy, Rosario.

Delgado, C., Breuza, M. C. y Pascasio, A. (2009). *Problemas que se presentan en el aprendizaje de la biología según alumnos de la carrera de Psicología*. Comunicación presentada en el VI Encuentro Nacional y III Latinoamericano "La Universidad como objeto de investigación", Córdoba.

Carr, J.E. (2008). *Advancing psychology as a bio-behavioral science*. J Clin Psychol Med Settings, 15(1): 40-44.

Lavinia, G., Delgado, C. y Audisio, E. (2010). *Integración de temáticas biológicas a través de trabajos de alumnos de segundo año de la carrera de psicología*. Comunicación presentada en el I Congreso Internacional, II Congreso nacional y III Congreso Regional de Psicología, Rosario.

Rand, K.L. (2005). *The return of science to education in clinical psychology: A reply to Snyder and Elliot*. Journal of Clinical Psychology, 61(9): 1185-1190.

Sarubbi, E. (2004). *Diferentes miradas sobre las neurociencias en la formación de psicólogos*. Comunicación presentada en las VII Jornadas Nacionales de Cátedras de Neurociencias, Luján.

Stalder, D.R., Stec, D.A. (2007). *Topical and applied interests of introductory psychology students*. Journal of Instructional Psychology, 34(4): 226-223.

Zittoun, T., Gillespie, A, Cornish, F. (2009). *Fragmentation or Differentiation: Questioning the crisis in Psychology*. Integrative Psychological & Behavioral Science, 43(2): 104-115.

ANÁLISIS DE LA ACTUACIÓN PEDAGÓGICA DE UNA PROFESORA DE BIOLOGÍA Y SUS OBSTÁCULOS DIDÁCTICOS

Eduardo Ravanal[1]; Mario Quintanilla[2]; Fabián García[1] ; María José Rivera[1]
[1]Universidad Central de Chile
[2]Pontificia Universidad Católica de Chile
lravanalm@ucentral.cl; mquitag@puc.cl; fgarcia5326@gmail.com;
maria.jose.rivera.otero@gmail.com

Resumen
La actuación pedagógica del profesor de biología es, incuestionablemente, particular y compleja; por ello, el análisis y reflexión sobre el hacer, permitirá identificar y caracterizar los ámbitos del saber didáctico que se movilizan a la hora de enseñar de una noción científica; en esa dirección, el análisis de clase es un valioso aporte. Desde esa perspectiva, se realiza un estudio de clase con el objetivo de describir e interpretar la actuación de una profesora que aborda la enseñanza de los ciclos biogeoquímicos y, desde ahí, la promoción de una competencia de pensamiento científico. La investigación es de carácter cualitativo con estudio de caso. Para la recolección de información se ha utilizado un instrumento de análisis de prácticas educativas, a partir del cual, evidenciamos que los obstáculos didácticos de un docente transitan por: qué se enseña, cómo se enseña, qué hacen los alumnos, cómo interactúa el profesor y los alumnos.

Palabras clave: Actuación pedagógica, clase de biología, profesora de biología, obstáculos didácticos.

1. Introducción

Para muchos docentes la enseñanza de la biología considera la adquisición de numerosos y variados conceptos complejos y, en que muchas ocasiones, parecen inabordables cognitivamente por los estudiantes. Se insiste en promover una enseñanza tradicional – conservadora, caracterizada, principalmente, por un tratamiento fragmentado y jerárquico del conocimiento disciplinar, muy próximo a la propuesta de Gagné (1971). En esa dirección, las investigaciones que hemos desarrollado nos lleva a afirmar que, el profesorado en ejercicio y, aquellos que no siendo docentes de formación inicial; sí ejercen en las escuelas, orientan e implementan una sesión de clase, a partir de una secuencia instructiva, que sigue la lógica de las nociones científicas que se desea enseñar. Dicha acción, no obliga a los docentes conocer los aspectos teóricos que nutren la psicología desde la dimensión didáctica, sino sólo, disponer de un buen manual de instrucción que considere *requisitos previos* para alcanzar un aprendizaje de tipo declarativo.

Sin embargo, cuando deseamos hablar con los estudiantes sobre las teorías que aprenden desde el mundo en donde ellos están insertos, nos encontramos con dificultad para elaborar ideas consistentes o coherentes sobre algunos de estos tópicos. Si los enfrentamos a alguna situación que obligue la transferencia del "conocimiento" para la toma de decisiones, los estudiantes no pueden abordar de buena manera la situación. En verdad, las teorías científicas tratadas en la clase de biología cumplen sólo un rol propedéutico, es y será útil para la evaluación (calificación) que tendrá que rendir en los próximos días. No existe una noción clara y consciente de que las teorías científicas discutidas en la sala de clase permitirán interpretar fenómenos o sucesos del mundo en

el cual viven estos estudiantes con la garantía de poder participar activamente de el. Desde ahí, el profesorado debe propiciar una enseñanza que favorezca la elaboración y uso de modelos –científicos escolares- producto de un diseño de clase que atienda a dichos propósitos; lo que implica no sólo, situar la atención al orden lógico de la estructura conceptual que configura una noción científica, sino que, a la secuencia de actividades de aprendizaje que favorezcan la construcción del modelo científico en discusión, es decir, poner atención al diseño de enseñanza, y de esa manera, evitar que el aprendizaje se conciba externo al sujeto.

2. El saber didáctico y la actuación docente

La formación de profesores en Chile; como la actuación pedagógica de quienes ejercen, es hoy, un tema de preocupación pública; la búsqueda incesante de modelos teóricos y metodológicos que permitan entender los procesos implícitos en la enseñanza para la promoción de aprendizajes de calidad que convoquen a niños, niñas y jóvenes a participar activamente en la sociedad, nos llevan a discutir y a debatir, sobre el modo en que debemos enfrentar esta tarea; así como, cautelar lo que día a día se hace en la escuela. En esa dirección, la reflexión no ingenua sobre el pensamiento y acción docente, son quizás, nuevos modos de entender la profesión docente. Una manera de aproximarnos a la toma de consciencia sobre el conocimiento profesional de un docente, es a partir del análisis de clase, asumiendo que ésta es peculiar y compleja, en la que ocurren una variedad de relaciones comunicativas entre sus agentes y el saber erudito que permiten la circulación de conocimiento (Bertelle, et. al., 2006) considerando los componentes que constituyen una clase, como son: profesor, estudiante, objeto de conocimiento, contextos, relaciones y procesos (De Longhi, 2000).

No obstante, cuando los profesores asumen la complejidad del contenido científico que se debe enseñar; existe dificultad para explicar**,** por lo tanto, el profesor busca instancias de enseñanza, que aproximen a los jovenes al conocimiento científico como cotidiano. Sin embargo, esta situación se hace aún más persistente, si consideramos el compromiso con su rol como profesor. En ese sentido y en la configuración de un nuevo marco educativo global, habría que dar un paso adelante en la perspectiva de superar la dependencia de la formación, la enseñanza y el aprendizaje respecto de los hábitos y modelos 'clásicamente académicos'. A pesar estas dificultades, se hace imperativa más investigación al respecto, así como propuestas de mediación profesional que permitan la evolución teórica de los profesores sobre su *saber sobre el hacer* y la práctica pedagógica. Algunos autores (Moreno y Azcarate, 2005; Friedrichsen y Dana, 2005) afirman que el profesorado piensa en diversos contenidos y su discusión está centrado siempre en la terminología científica y en la comprensión sólida de los conceptos científicos. En un estudio realizado con profesores de biología (Ravanal, 2009), particularmente, observando y analizando sus clases; se evidenció que el 35% de los dominios discursivos de los profesores está referido a un concepto biológico explícito y un 7% a un contenido biológico implícito. Disponer de protocolos o modos de acción para abordar una tarea (aspecto vinculado con el método); mecanismos de planificación y verificación de una tarea (aspecto vinculado con evaluación) y la capacidad de representar y representarse el conocimiento científico escolar desde la problematización, comunicación y toma de decisiones debidamente argumentadas (aspecto vinculado con las finalidades de la enseñanza de la biología), son escasamente promovidas en la clase. Situación que en el imaginario del docente no son visibilizados y que la mediación profesional, como proceso de desarrollo (Warford, 2011), debe poner en discusión si queremos realmente promover cambios graduales en el

profesorado, desde su racionalidad como en su práctica pedagógica. Estas aportaciones de alguna manera se vinculan con la formación inicial y continua del profesorado, dado que, un profesor aprende a enseñar orientando, ejecutando y regulando la acción (Angulo, 2002). Definitivamente, las concepciones docentes sobre la ciencia que enseñan son complejas y dificiles de cambiar o hacer evolucionar; desde ahí, asumimos que el conocimiento del profesor es personal, integrado, situado y social (Fan Tang, 2010) que exige conocimiento sobre el saber que enseña, acerca del aprendizaje y sobre el desarrollo de los estudiantes (Meijer et al., 2011), por lo anterior, nos parece interesante y necesario comenzar a "mirar" en profundidad la actuación del profesorado. Esta comunicación pretende caracterizar la actuación pedagógica de una profesora de biología a través del análisis de una clase y, desde ahí, detectar, inicialmente, algunos obstáculos didácticos desde el diseño propuesto.

3. Orientación metodológica

El estudio tiene un enfoque descriptivo e interpretativo con estudio de caso, dado al interés particular de comprender la actuación pedagógica de una profesora de biología, que llamaremos Andrea. Desde ahí que, el foco está situado en el estudio de clase sobre los ciclos biogeoquímicos y el desarrollo de competencias de pensamiento científico; en este caso particular, análisis y formulación de preguntas. El carácter analítico que orienta el enfoque interpretativo de la investigación, deriva de las relaciones causales entre la visión epistemológica de la docente y los obstáculos didácticos para el diseño y su implementación en la sala de clases.

Con el objeto de identificar y caracterizar la práctica o actuación pedagógica de Andrea, el diseño de investigación, para esta fase, distingue dos momentos. El primero de ellos, un taller de reflexión (TR) con 4 profesores de biología, en el cual está Andrea. El TR considera 8 sesiones de trabajo, desde las cuales se discute el diseño de una unidad didáctica (UD) para la promoción de una competencia de pensamiento científico, en este caso, *análisis y formulación de preguntas* desde la noción científica en discusión y construcción. El segundo momento, consiste en implementar la UD en la escuela. De los cuatro profesores participantes del TR; dos de ellos lo hacen. Ahora bien, para efectos de esta comunicación, se analizan y describe la práctica pedagógica de Andrea.

3.1. Implementación del diseño de la UD

La UD fue diseñada desde las orientaciones del ciclo de aprendizaje constructivista por el colectivo de profesores y fue implementada por Andrea en un tiempo de 6 horas pedagógicas, entendiendo que cada hora es de 45 minutos. El diseño propuesto atiende a niños y niñas de 14 – 15 años de un colegio subvencionado de la Región Metropolitana de Chile. Cada una de las sesiones de clase fueron videograbadas y luego transcritas total y literalmente.

3.2. Instrumento de análisis de actuación pedagógica

El instrumento utilizado para describir y analizar la práctica o actuación pedagógica de Andrea fue propuesto por Fernández, et al. (2009) para el análisis de prácticas educativas constructivistas. Originalmente el instrumento considera cuatro dimensiones: a) qué enseñan los profesores; b) cómo enseñan; c) qué hacen los alumnos y d) cómo interaccionan los profesores y alumnos. El análisis de estas dimensiones se realiza a través de dos unidades de análisis: las actividades educativas y los episodios.

3.3. Análisis de la clase

Para esta comunicación se presenta el análisis descriptivo-interpretativo de una sesión de 45 minutos de clase. Para lo cual, se definieron 12 episodios según objetivo. El análisis emerge de las siguientes categorías: objetivos del episodio, acciones de la profesora, estrategias de evaluación, estrategias de participación, organización de los estudiantes, estructura comunicativa, acciones del alumno y grado de participación del estudiante.

E1	D: ya eh lo que vamos a empezar a trabajar ((la profesora camina hacia el fondo de la sala)). ==se acuerdan que eh habíamos dicho no más pero después quedo en la nebulosa que íbamos a empezar a ver los ciclos de la naturaleza como una nueva unidad entonces vamos a empezar de una manera distinta eh ((la persona que está grabando le pasa unos papeles a la profesora)). == para que para ver si ustedes les motiva de esta forma lo que primero vamos hacer les voy a entregar esto que es un cuestionario que ustedes tienen que desarrollar eh solamente por ejemplo el primer ítem ustedes tienen que marcar ↓((la profesora mira los papeles y mira a la persona que está grabando)). Acá una sola tienen que marcar? ==de una a tres ==de una a tres vayan leyendo si tienen dudas van preguntando pero háganlo a conciencia por favor ((un alumno hace gestos a la cámara)) == después de eso lo que vamos a hacer es que vamos a empezar como a conectarnos con lo que es la naturaleza pero no lo vamos a hacer directamente con una clase sino que vamos a entrar en contacto primero con nosotros y que nos hace sentir la naturaleza, para eso yo traje una música que tiene que ver con sonidos de la naturaleza y como yo soy bióloga me gustan los mamíferos marinos así que traje por ejemplo el sonido de las ballenas A: ==del mar D: == de mar si también, entonces vamos a empezar con eso, pero lo primero esto ya |

Tabla 1. Fragmento de clase de biología (E1:episodio 1)

4. Caracterización y análisis de la actuación pedagógica

La clase de biología implementada por Andrea se caracteriza por el tipo de contenido que promueve, principalmente *contenido procedimental*, estrechamente vinculado con la *elaboración de preguntas* (E1, E27 y E10). En esa dirección, el cómo enseñar a elaborar preguntas exige del docente, permanentemente, presentar las instrucciones (E1-12) y, en ocasiones, describir conceptos (E4) o proponer una explicación relacionado con ello (E9). Desde esa perspectiva, las estrategias de evaluación no se visibilizan en la actuación pedagógica de Andrea (E1-12), si algunas estrategias de participación, directamente relacionadas con control de la disciplina (E2, E3, E4, E7, E9 y E12) y promover clima de confianza y motivación en los estudiantes (E4, E5, E7-12). Ahora bien, desde la estructura comunicativa se aprecia que la profesora, frecuentemente, se dirige a los estudiantes, ya sea, para controlar la disciplina, socializar instrucciones o describir conceptos relacionados con el contenido procedimental que se intenta enseñar (E1-4; E7-12). Por su parte, los estudiantes generan preguntas cerradas vinculadas con la tarea; preguntas que habitualmente Andrea responde (E3, E4, E8 y E11). Todo lo anterior, lleva a un grado de participación de los estudiantes, baja; esto ocurre cuando se han organizado como grupo curso o desde el trabajo individual que se sugiere en algunas ocasiones (E2-5; E7, E10). Un aspecto importante, y que no ha sido considerado por la profesora, es la atención a identificar las ideas previas de los estudiantes. Particularmente, Andrea no genera preguntas abiertas que promuevan narraciones por parte de ellos sobre la noción científica en discusión. Del mismo modo, las acciones educativas de la profesora no están planificadas para enseñar la noción científica de los *ciclos biogeoquímicos*, sino para la elaboración de preguntas, quizás sea un aspecto que se deba cautelar. Agregamos que, el rol del estudiante en esta sesión de clase fue escuchar las instrucciones sobre la tarea dada por la profesora (E1-12) y, escasamente compartir ideas u opiniones (E6 y E10).

	Episodio 1	Episodio 2	Episodio 3	Episodio 4	Episodio 5	Episodio 6
1. Actividades educativas		1.7. Contestar preguntas por escrito o de forma oral		2.2.1. Elaborar preguntas		
2. Objetivos	1. Gestión	1. Gestión. 2.2.2 Procedimientos.	1. Gestión 3.2. Procedimientos	1.Gestión 2.2.1 Conceptos 3.1 Conceptos 3.2. Procedimientos	1.Gestión	
3. Acciones docentes	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea	1.Presentación de instrucciones sobre la tarea	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea 2.1 Descripción de conceptos.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea	
4. Estrategias de evaluación						
5. Estrategias de participación		3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.	3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.	1. Promover la participación de los alumnos. Motivar e implicar al alumno en las actividades educativas. 3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.		
6. Organización de los alumnos	1. Grupo curso	2. Trabajo individual.	2. Trabajo individual.	2. Trabajo individual.	2. Trabajo individual.	
7. Estructura comunicativa	A.1. P-A	A.1. P-A	A.1. P-A B.1. A-P	A.1. P-A B.1. A-P	B.1. A-P	B.1. A-P
8. Acciones del alumno	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea. A.2. escucha la información sobre conceptos.	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	C.7. Expresa sus opiniones a partir de la experiencia cotidiana
9. Grado de participación	1. Baja	1. Baja	1. Baja	2. Baja	1. Baja	1. Baja

Tabla 2. Análisis de los episodios de la sesión de clase (E1-6)

	Episodio 7	Episodio 8	Episodio 9	Episodio 10	Episodio 11	Episodio 12
1. Actividades educativas	2.2.1. Elaborar preguntas		1.1.8. visionado de videos con preguntas	2,1 Elaborar preguntas		
2. Objetivos	1. Gestión 3.2. Procedimientos.	1. Gestión.	1. Gestión. 2.2.1. Conceptos	1. Gestión 2.2.1 Conceptos 3.2. Procedimientos.	1. Gestión	1.Gestión 3.2 Procedimientos.
3. Acciones docentes	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea. 2. 4. Explicación de un fenómeno.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea.	1. Presentación de instrucciones sobre la tarea.
4. Estrategias de evaluación						
5. Estrategias de participación	1. Promover la participación de los alumnos. Motivar al alumno en las actividades educativas. 3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.	1. Promover la participación de los alumnos. Motivar al alumno en las actividades educativas.	2. Promover un clima de confianza y respeto en el aula. 3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.	1.Promover la participación de los alumnos. Motivar al alumno en las actividades educativas.	1. Promover la participación de los alumnos. Motivar al alumno en las actividades educativas. 2. Promover un clima de confianza y respeto en el aula.	1. Promover la participación de los alumnos. Motivar al alumno en las actividades educativas. 3. Control de la disciplina. Dirigir o reprender el comportamiento de los alumnos.
6. Organización de los alumnos	2. Trabajo individual.	1. Grupo clase	1. Grupo clase	2. Trabajo individual	1. Grupo curso	1. Grupo curso
7. Estructura comunicativa	A.1. P-A	A.1. P-A B.1. A-P	A.1. P-A	A. 1. P-A	B.1. A-P A.1. P-A	A.1. P-A
8. Acciones del alumno	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea	A.2. Escucha información sobre procedimientos	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea. C.7 Expresar sus opiniones o lo que sabe sobre un tema a partir de la experiencia cotidiana.	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea.	A.1. Escucha instrucciones sobre la tarea.
9. Grado de participación (Paso 9)	1.Baja	1.Baja	2. Baja	2.Media	1. Baja	1. Baja

Tabla 3. Análisis de los episodios de la sesión de clase (E7-12)

5. Reflexiones finales

La actuación docente no sólo exige dominio del saber disciplinar, sino también del conocimiento didáctico que permite hacerlo enseñable (Valbuena, 2007). En esa dirección, la reflexión en la acción de un profesor, es incuestionablemente, un espacio de desarrollo que promueve este tipo de conocimiento. Desde esa perspectiva, el análisis de clase propuesto deja en evidencia que la fragilidad teórica de y sobre el conocimiento didáctico, genera obstáculos didácticos, tales como:

a) En el marco de **qué enseñar** podemos afirmar que:

i. Un diseño de enseñanza para la promoción de competencias de pensamiento científico (como fue el caso de Andrea), invisibiliza el conocimiento disciplinar, lo que lleva a entenderlo como "algo" instrumental.

ii. Concebir que la instrucción docente, es en si misma, valiosa para representarse, adecuadamente, la tarea.

b) En el marco de **cómo enseñar** podemos afirmar que:

i. Concebir el aprendizaje desvinculado de las estrategias de evaluación, es asumir que la construcción del conocimiento en la escuela, no implica la acción integral del estudiante en el proceso de significación.

ii. Los procesos de regulación docente, exigen una reflexión permanente y continua, para re-significarlo. Asunto que en la actuación del profesor se ha invisibilizado, dado que, lo importante es el contenido y no cómo lo "pongo en juego" para que el otro lo aprenda con sentido.

c) En el marco de **qué hacen los alumnos** podemos afirmar que:

i. Creer que los estudiantes aprenden un tipo de información por sobre otra, ha llevado a intentar centrar la tarea en "controlar" que esto ocurra. Desde ahí, que los alumnos responden, frecuentemente, preguntas cerradas y objetivas, más que preguntas que movilicen sus conocimientos, ideas o creencias.

ii. Creer que los estudiantes no son protagonista de sus aprendizaje, implica re-pensar la enseñanza que se promueve. Particularmente, cuando apreciamos que el grado de participación es baja en una clase de biología que se ha diseñado para el aprendizaje de un "saber hacer".

d) En el marco de **cómo interactúan profesor(a) – alumnos** podemos afirmar que

i. Emerge la representación que el profesor debe dirigirse a los alumnos para compartir instrucciones, conocimientos o situaciones, mermando espacios democráticos para tomar decisiones sobre qué y cómo hacer las cosas en y durante la tarea o sesión de clases.

Finalmente, la actuación docente, implica entre otros ámbitos, identificar aquellos obstáculos didácticos que restringen y limitan la enseñanza para el aprendizaje, de manera que, el profesorado pueda cautelar y resignificar su acción educativa.

Esta comunicación se inscribe dentro de las directrices teóricas y metodológicas de los proyectos FONDECYT 1110598 y AKA-04 que dirige el Dr. Mario Quintanilla, académico e investigador de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

6. Referencias

Angulo, F. (2002). Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de Biología. *Tesis doctoral*. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona. España

Bertelle, A.; Iturralde, C. y Rocha, A. (2006). Análisis de la práctica de un docente de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37, 4, pp. 1-9.

De Longhi, A. (2000). El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 18(2), 201-216.

Fan Tang, S. (2010). Teachers´professional knowledge construction in Assement for Learning, *Teacher and Teaching: theory and practice*, 16, 6, 665 – 678.

Fernández, M.; Tuset, A.; Ross, G.; Leyva, A. y Alvídrez, A. (2009). Prácticas educativas constructivistas en clases de ciencias. Propuesta de un instrumento de análisis. *Revista Iberoamericana sobre calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 8, N°1, pp. 26 – 44.

Friedrichsen, P. y Dana, T. (2005). Substantive-level of highly regarded secondary biology teachers´science teaching orientation. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 2, 218 – 244.

Gagné, R. M. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Ed. Aguilar, Madrid.

Meijer, P.; Graaf, G. y Meirink, J. (2011). Key experiences in student teachers´ndevelopment, *Teacher and Teaching: theory and practice*, 17, 1, 115 – 129.
Moreno, M. y Azcarate, C. (1997). Concepciones de los profesores sobre la enseñanza de las ecuaciones diferenciales a estudiantes de química y biología. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias,* 15, 21 – 34.
Ravanal, E. (2009). Racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de Biología en activo sobre la enseñanza y aprendizaje del metabolismo: Aportes para el debate de una "nueva clase de ciencias". *Tesis Doctoral*. (FONDECYT 1070795). Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Santiago de Chile (No publicada).
Valbuena, E (2007). El conocimiento didáctico del contenido biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). *Tesis Doctoral*, Madrid. ISBN: 978-84-669-3101-4
Warford, M. (2011). The zone of proximal teacher development, *Teaching and Teacher Education,* 27, 252 – 258.

AULAS PASSEIO, ESTUDO DO MEIO E ECOLOGIA DA PAISAGEM: ALTERNATIVAS METODOLÓGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE CAMPO NO AGRESTE SERGIPANO

Brenda Libório Prado Moraes Motta ; Paulo Sérgio Maroti ; Simone Marcela dos Santos Souza
Universidade Federal de Sergipe
brendalprado@hotmail.com

Resumo
Este trabalho aborda aspectos principais das atividades realizadas pelo projeto "o que tem na água que você bebe?" desenvolvido durante dois semestres letivos junto a alunos dos Colégios Estaduais "Murilo Braga" e o "Dr. Augusto César Leite", ambos situados na região agreste, estado de Sergipe, Brasil. O objetivo principal consistiu na implementação junto a alunos da educação básica de conteúdos interdisciplinares tendo como tema-gerador a água assim como, apresentar como possibilidade de prática docente a futuros professores em ciências e biologia a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). As atividades foram desenvolvidas em três fases a saber: 1) discussão teórico/prática referentes a temática água como recurso; 2) aplicação das metodologias do estudo do meio, aulas passeio e ecologia da paisagem em campo, realizados em dois corpos d'água locais; 3) e por último, análise e discussão dos resultados com a comunidade escolar.

Palavras Chave: Aulas-passeio, ensino de ciências e Estudo do meio.

1. Introdução

Este projeto, que teve como questão orientadora de suas práticas "o que tem na água que você bebe?", buscou aproximar professores, licenciandos (futuros professores em ciências e biologia) e principalmente alunos de duas escolas do município de Itabaiana, estado de Sergipe, Brasil na questão da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), tendo como tema-gerador a água. A ABP é considerada como um método sistemático de ensino que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e de habilidades por meio de um extenso processo de investigação estruturado em torno de questões complexas e autênticas e de produtos e tarefas cuidadosamente planejados (Markahm, Larmer & Ravitz, 2008). O período de duração do referido projeto consistiu de todo o ano letivo, envolvendo a participação principalmente dos alunos e de forma menos intensa, professores e direção.

A questão problema "o que tem na água que você bebe?" de alguma forma norteou as passadas do projeto buscando trazer a aprendizagem a partir de questões do cotidiano a serem solucionadas e principalmente, fazendo-se uso da pedagogia de Célestin Freinet, através principalmente das "aulas-passeio", do estudo do meio (EM) e da ecologia da paisagem.

Celestin Freinet, tido como um dos expressivos nomes da Escola Nova, desenvolveu projeto de escola popular, moderna e democrática composto por atividades diversas, como o texto livre, as correspondência interescolares, o estudo do meio local (aulas passeio), o fichário e o jornal escolar, o desenho como expressão artística entre outras (FREINET, 1979). O EM é definido por Pontuschka (1994) como um método – na medida em que permite ao estudante observar, descobrir, documentar, utilizar diferentes

meios de expressão, desenvolvendo, assim, um espírito de síntese; ou como técnica pelo seu valor informativo em diferentes áreas do conhecimento, de forma não "livresca", por meio da experiência vivida. A paisagem, conforme apontam Albero & Benayas (1994), nos oferece uma fonte de estímulos e recursos educativos inesgotáveis que podem ser interpretados e valorados mediante a aplicação de diversas didáticas. Complementam que, a paisagem é como um recurso natural valioso cuja gestão e proteção requerem tanto um bom nível de conhecimento como de uma grande sensibilidade, implicando completar a aprendizagem da leitura de símbolos e processos paisagísticos com a descoberta de valores afetivos trazidos. A utilização da paisagem como fio condutor em programas educativos apresenta grandes vantagens didáticas, na motivação, como estimulador de sentidos, como potencial interdisciplinar e para a mudança de atitudes e ações. Paisagem, segundo Emídio (2006), refere-se à parte integrante do meio ambiente, não sendo apenas um componente visual, mas tecida por fatores bióticos e abióticos, em constante mudança pelo fato de ser resultante de processos físicos, biológicos e químicos, todos eles ativos, interagindo, reagindo e se alterando entre o dinâmico e o estático, obedecendo as leis que regem um ecossistema.
As atividades e projetos que serviram de referência para a estruturação deste trabalho foram: Proyecto Rios (Província da Cantabria/Espanha) (PROYECTORIOS, 2011) que conta com a ação de voluntários munidos de guias de campo e que realizam levantamentos da qualidade da água e da paisagem dos rios desta província espanhola; as experiências didáticas entre o CDCC/USP São Carlos, SP, Brasil (Centro de Divulgação Cultura e Científica/Universidade de São Paulo) e o Instituto Domingo Faustino Sarmiento (Ensino Médio) e a Universidad Nacional de Córdoba, Província de Córdoba, Argentina. Neste trabalho o foco para as atividades interdisciplinares foi a bacia hidrográfica (SCHIEL *et al,* 2003); o projeto água de Shutesbury, Massachusetts (EUA) com professores de uma escola rural do ensino fundamental que definiram a temática da água como tema interdisciplinar e integrador para todas as séries. A questão norteadora deste projeto foi: a água que bebemos é segura? (BERGER, 1996).
De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais ou PCNs (Brasil, 1998) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação ou LDB de 1961, o papel do educador consistia principalmente na transmissão dos conhecimentos por meio de aulas expositivas. Neste contexto, o ensino de Ciências Naturais era visto como um saber neutro e a verdade científica, tida como inquestionável. Influenciado pelo movimento da "Nova Escola" a proposta de renovação do ensino teve forte tendência para a mudança de seus papéis e objetivos, até então preponderantemente informativos. Tal fase é marcada pelo uso de atividades práticas, considerada elemento importante para auxiliar na compreensão ativa dos conceitos (BRASIL, 1998, p.19).
O presente trabalho tem o objetivo principal apresentar e discutir os principais aspectos das metodologias adotadas para o projeto "o que tem na água que você bebe?" desenvolvido junto a escolas do ensino básico. Tais considerações buscam de alguma forma trazer para o campo da discussão das metodologias de ensino, às possibilidades de trabalhos de campo e de sensibilização ambiental junto a alunos, professores e administradores do ensino fundamental brasileiro.

2. Metodologia

Nas atividades de campo, trabalhou-se com grupo de dez (10) alunos dos Colégios Estaduais "Murilo Braga" (1° ano do ensino médio) e "Dr. Augusto César Leite" (9° ano do ensino fundamental), localizadas no município de Itabaiana, no Estado de Sergipe,

Brasil (Figura 1). As duas escolas adotadas pelo projeto estão localizadas na região agreste do nordeste brasileiro. A região nordeste do Brasil possui sérios problemas socioeconômicos o que refletem de alguma forma na estrutura de suas escolas e performance de professores e alunos.
De acordo com dados do Ministério da Educação, em Censo Escolar realizado em 2010, os Colégios participantes deste projeto apresentam os seguintes perfis: **Colégio Estadual Murilo Braga - Média de alunos/turma**: Ensino Fundamental (EF) **35.1** alunos e Médio (M) **42.5** alunos; **Taxa de Reprovação**: EF **32.7%**/M **30%**; **Taxa de Abandono** EF **12.9%**/M **25.9%. Colégio Estadual Dr. Augusto César Leite**: **Média de alunos/turma**: Ensino Fundamental (EF) **41,8 alunos** e Médio (M) **41,3 alunos**; **Taxa de Reprovação**: EF **38.4%**/M **11,2%; Taxa de Abandono** EF **10.9%**/M **17% (BRASIL/MEC, 2010).**

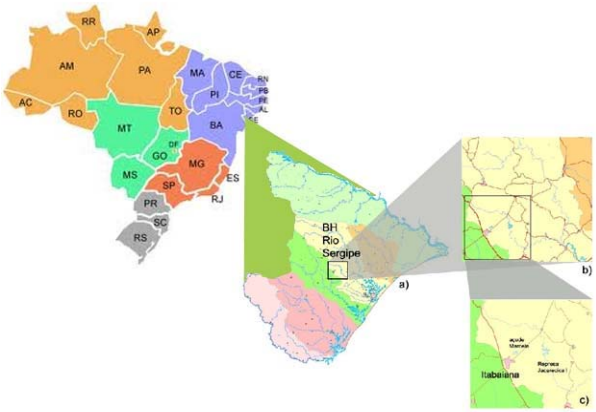


Figura 1- Representação esquemática dos locais de coleta: Mapa do Brasil com destaque para o estado de Sergipe e a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (a) e as áreas amostrais de coleta (b e c);

O início da atividade consistiu em estabelecer parcerias entre a universidade e a direção das respectivas escolas, através da Secretaria de Educação do Estado de Sergipe (SEED-SE), visando garantir o apoio dos profissionais além da logística para as atividades (transporte, salas de aula, laboratórios).
Foram desenvolvidas atividades iniciais com os licenciandos (estudantes de licenciatura da graduação em ciências biológicas da Universidade Federal de Sergipe/Campus Itabaiana) visando à sensibilização destes quanto às possibilidades de aprendizado baseado em projetos (ABP). Nesta fase, também foram trabalhadas questões ligadas à responsabilidade para atividades de campo, como quanto ao modo de conduzir os alunos, ao uso de roupas adequadas e também, no caso do uso de produtos químicos para a análise da água, os cuidados quanto ao descarte no ambiente e também de seu manuseio.
Os locais para a realização das coletas de água e análise foram previamente estudados pelos licenciandos e definidos como: o Açude da Marcela e a Barragem Jacarecica. Os dois corpos d'água foram construídos dentro das políticas públicas estaduais do nordeste brasileiro dos anos 60 e 70, visando o barramento de rios e córregos para a irrigação agrícola. Hoje, o primeiro destes está praticamente dentro do município de Itabaiana, SE sendo pouco usado para a irrigação mas sim, para o descarte de todo o esgoto doméstico. Já o segundo corpo d'água estudado, vem ainda sendo usado para a irrigação e por estar distante do centro urbano, possui melhor qualidade da água. Conforme o trabalho de SCHIO *op. cit.,* sugere-se a comparação entre corpos d'água em diferentes

estágios de qualidade da água como alternativa didática e de facilitação para o entendimento dos diferentes fenômenos, visando à comparação de dados pelos alunos. Nos dois corpos d'água estudados foram determinados três pontos de coleta a serem realizados durante os períodos de seca (dezembro a março) e chuvas (junho a setembro). Na saída para as atividades de campo, os alunos desenhavam o mapa de trajeto da escola até o corpo d'água. Para as atividades de coleta os alunos foram divididos em dois grupos, que munidos de fichas de campo (figura 4) e câmeras fotográficas, foram instruídos a observar e registrar as características do ambiente como: Paisagem - detalhes da fauna e flora do corpo d'água, presença ou não de resíduos, condições climáticas, fluidez da água entre outros; Dados físico-químicos - pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrato e fosfato, temperaturas do ambiente e da água e direção e velocidade do vento (Figuras 5 e 6).

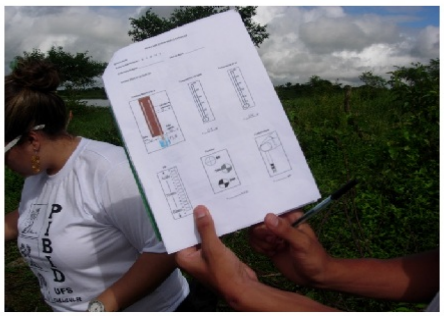


Figura 4 - Ficha de campo utilizada com detalhe para o registro da temperatura do ambiente e da água, pH e turbidez.

Figura 5 - Alunos em campo coletando dados físico-químicos da água;

Figura 6: Alunos com lupas para visualização de pequenos invertebrados;

A atividade foi desenvolvida utilizando-se do kit de análises Ecokit (www.alfakit.com.br) (figuras 6 e 7). Neste kit são utilizadas análises colorimétricas de dados físico-químicos da água. Outros equipamentos utilizados para as coletas e EM e Ecologia da Paisagem foram: bússola, kit de mapas da localidade (1:60.000), anemômetro, oxímetro, condutivímetro, pHmetro, termômetro, psicrômetro, GPS e máquinas fotográficas.

Figura 6 - Kit usado para análise de dados físico-químicos;

Figura 7 - Fita com gradiente de cor para medir o pH da água;

Durante as coletas, eram discutidos os conceitos científicos envolvidos em cada processo. Dentre os protocolos de coleta adotados para as várias coletas em tempo de seca e chuva foram: 1) levantamento de dados da paisagem utilizando-se da ficha de campo; 2) localização e levantamento das coordenadas geográficas com carta temática e GPS; 3) levantamento da velocidade e direção do vento utilizando-se de bússola e biruta; 3) levantamento da umidade relativa do ar com psicrômetro; 5) análises físico-químicas da água. Após o final da atividade os alunos seguiam para a universidade para triagem do material e análise dos dados para posterior elaboração de relatórios.

4. Resultados e discussão

4.1 - Resultados sobre a paisagem local

Antes das coletas de dados para análise da paisagem, os alunos dos dois colégios desenharam mapa do trajeto feito da escola até o corpo d'água (Figura 8 - A). Após as atividades de análise da paisagem os alunos redigiram relatório abordando detalhes do campo (Figura 8 - B).

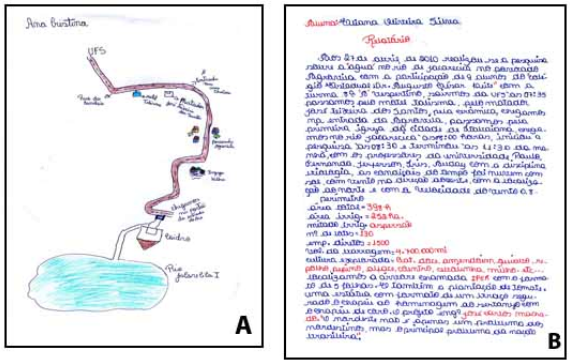


Figura 7 - a) Mapa de trajeto realizado durante atividade de análise da paisagem; b) relatório sobre o que foi observado na "leitura" da paisagem.

Nos mapas de trajeto, pode-se observar diferenças significativas quanto a elementos da paisagem do entorno dos corpos d'água e seus impactos elaborado por alunos dos Colégios participantes. Os alunos do Colégio Estadual Murilo Braga (escola localizada no centro da cidade com maioria de alunos moradores nos limites da cidade) representaram em seu trajeto poucos elementos representativos enquanto os desenhos dos alunos do outro Colégio (escola localizada na periferia com alunos moradores de área rural) eram mais ricos de detalhes. Uma justificativa para tais diferenças se deve ao fato de uma das escolas com público totalmente urbano não estarem atentas à paisagem rural e a outra, com alunos de área rural, os detalhes desta deste tipo de paisagem são mais familiares e portanto mais representados nos mapas de trajeto. Os relatórios

possibilitaram a constatação da dificuldade que os alunos tem com a escrita no relato dos fatos ocorridos no campo.

4.2- O que tem na água que se bebe?

4.2.1 - Atividades prévias ao campo:

O que tem na água que bebemos foi a questão orientadora lançada para a busca de várias respostas surgidas. Antes das idas para campo, várias foram as atividades em sala de aula abordando detalhes sobre a água: (1) a água como recurso (Figura 8 - A); (2) as propriedades físicas da água e (Figura 9 - A) (3) a biologia dos corpos d'água e sua importância para a mata ciliar (Figura 8 - B).

Figura 8 - a) Representação do ciclo d'água por um dos alunos; b) A importância da mata ciliar ou ripária para a "saúde" dos corpos d'água.

Ainda dentro da temática da biologia dos corpos d'água foi realizado levantamento dos organismos microscópios existentes na água: as algas. Inicialmente foram coletadas duas garrafas PET uma de cada corpo d'água e colocadas lado a lado e questionados sobre qual era a mais limpa (Figura 9 - B).

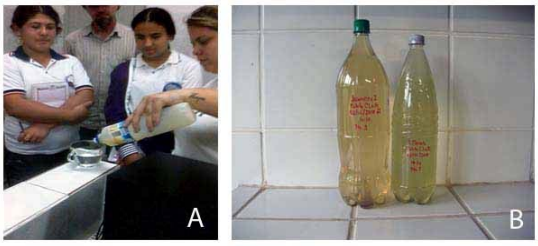


Figura 9 - a) Os alunos fazendo experimentos para observar a tensão superficial da água; b) Atividade com algas: Quais das amostras de água são mais limpas?

A partir da questão proposta sobre a água mais limpa e a mais suja entre as garrafas, pode-se desenvolver atividade que abordava a presença acentuada em um dos corpos d'água. Algumas questões lançadas como: por que a existência de mais algas em um do que em outro corpo d'água? Quais implicações da existência das algas e a limpeza da água?

4.2.2 - Atividades de Campo

As atividades de campo (Figura 10) realizadas durante o ano letivo, duas durante o período de seca e duas durante o período das chuvas possibilitaram algum contato com a realidade local além de os alunos, tanto do ensino fundamental e médio como os licenciandos, terem contato com atividades que se baseiam no princípio da metodologia científica, com levantamento de hipóteses, realização da pesquisa, discussão dos resultados e conclusão.

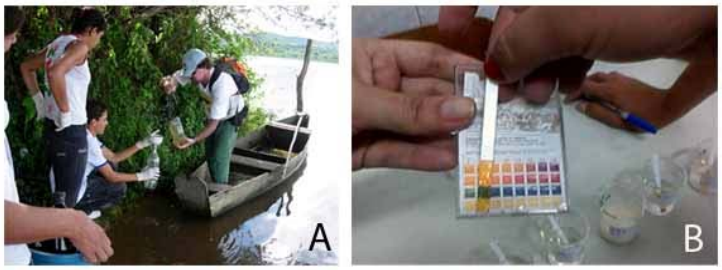


Figura 10 - a) Coleta de água para análise físico-química; b) análise do pH.

4.2.3 - Análise dos Resultados obtidos nas duas fases anteriores

Os resultados obtidos foram tabulados pelos alunos e plotados em gráficos, completando-se a atividade com discussão (Figura 11 A e B).

Figura 11 - A) Discussão dos dados obtidos nos gráficos elaborados pelos alunos; B) Apresentação e discussão dos resultados.

5. Conclusão

As alternativas metodológicas propostas e discutidas neste trabalho possibilitaram contato de forma diferenciada do conhecimento científico e, de forma contextualizada com a realidade local. As atividades desenvolvidas, tanto em sala de aula como em campo, contribuíram primeiramente com a imersão nos problemas locais e, de tal forma, trabalhar com a escola (alunos e professores) e com futuros professores, constatando que tais temas são passíveis de serem trabalhado durante as práticas pedagógicas. A realidade onde está inserida a escola deve ser melhor aproveitada para as práticas pedagógicas.

Tanto os colégios onde foram desenvolvidas as atividades como a universidade, ainda não estão preparados para um trabalho interdisciplinar e através da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Tal constatação se deve a demanda de tempo para se conseguir o devido apoio, tanto junto à Secretaria de Educação e Colégios como a universidade, para a realização das atividades previstas.

Os despreparo ou o não costume do professor, assim como dos alunos, em aderirem a ABP.

Quanto aos resultados obtidos, estes comporão um dossiê formado por fotos da paisagem feitas pelos alunos e dados físico-químicos obtidos e serão entregues à Promotoria de Meio Ambiente do município de Itabaiana, visando demonstrar a mobilização da sociedade civil para a questão da exigência por qualidade e "saúde" dos corpos d'água, solucionados com saneamento básico.

6. Referências Bibliográficas:

Brasil. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília. MEC/SEF, 1998.

Emídio, T. (2006). Meio Ambiente & Paisagem. Editora SENAC, São Paulo.

Markam, T., Larmer, J. & Ravitz, J. (org.) (2008). Aprendizagem baseada em projetos - guia para professores de ensino fundamental e médio. 2a ed.. Porto Alegre: Artmed, 200 pp.

Proyecto rios (2009). Manual de inspección básica de rios. Cantábria, España. http://www.proyectorioscantabria.com/informe_rios_2010.pdf<acessado em 13 de junho 2011>

Schiel,. D., Mascarenhas, S.; Valeiras, N. & Dos Santos, S.A.M. (2003) O estudo de Bacias Hidrográficas - uma estratégia para educação ambiental". Ed. Rima, São Carlos, SP, Brasil,.

Sorrentino, M. & Lestinge, S. (2008). As Contribuições a Partir do Olhar Atento: Estudos do Meio e a Educação para a Vida. Revista Ciências e Educação, v.14.n.3 p.601-19.

Albero, C.M. & Benayas, J.B.A. (1994). Aprendiendo a través del paisaje. In: Benayas, J.B.A., Hernandéz, F.H., Lucio, J.V., Albero, C.M., Escudero, E.P., Ruiz, J.P. Viviendo el paisaje - guía didáctica para interpretar y actuar sobre el paisaje. Fundación NatWest, Madrid, 79-96 p.

Berger, R. Water: a whole school expedition. Shutesbury, Massachusetts: Shutesbury Elementary School, 1996. In: Markam, T., Larmer, J. & Ravitz, J. (org.) Aprendizagem baseada em projetos - guia para professores de ensino fundamental e médio. 2a ed.. Porto Alegre: Artmed. 2008. 200 p..

Freinet, E. O itinerário de Celestín Freinet. Ed. Francisco Alves, 1979.

Brasil, ministério da educação Censo Escolar de 2010. <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16179> acessado em 04/abri/2011.

Pontuschka, N. N. (1994). A formação pedagógica do professor de geografia e as práticas interdisciplinares. 1994. 343f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONOCIMIENTO DIDACTICO DEL CONTENIDO DE FUTUROS DOCENTES DE BIOLOGÍA

Arteaga Quevedo, Yannett Josefina ; Tapia Luzardo, Fernando José
Universidad del Zulia. Maracaibo – Estado Zulia. Venezuela
yarteagaq@yahoo.com.mx ; fernanjtl@yahoo.com.mx

Resumen
La presente comunicación forma parte de un proyecto de investigación sobre la construcción del conocimiento didáctico de un grupo de futuros docentes de la licenciatura en educación biología. Nos fundamentamos en los aportes teóricos de Shulman (2005). En este primer avance, exponemos los resultados del análisis de las concepciones de treinta estudiantes cursantes del noveno semestre, referidas a lo que ellos consideran necesitan saber y saber hacer para ser buenos docentes. Este estudio se ha abordado bajo los principios de la metodología cualitativa, privilegiando la etnografía educativa. La información se recaudó a través del análisis de informes personales y entrevistas semi estructuradas. Los hallazgos nos permitieron concluir que el conocimiento de la materia constituye el principal saber valorado por este grupo y el saber hacer lo relacionan con elaborar y aplicar estrategias didácticas.
Palabras claves: conocimiento didáctico, conocimiento disciplinar, formación de docentes.

1. Introducción.

A partir de la década de los 80 del siglo XX, las investigaciones referidas al pensamiento del profesor, fueron convergiendo en considerar como objeto de estudio e indagación el conocimiento del profesorado, para luego desembocar en lo que deben saber y saber hacer un docente para enseñar su disciplina. (Marcelo, 2005, Acevedo, 2009). Una vía de aproximación se abrió a partir de las investigaciones de Shulman (1987) y constituyó un avance significativo en este aspecto al estructurar diferentes tipos de conocimientos que los profesores pueden llegar a poseer. Los tipos de conocimientos a los que se refiere Shulman (2005), en su búsqueda del conocimiento base para la enseñanza, son: conocimiento del contenido, conocimiento didáctico general (teniendo en cuenta especialmente aquellos principios y estrategias generales de manejo y organización de la clase que trascienden el ámbito de la asignatura), conocimiento del currículo (con un especial dominio de los materiales y los programas que sirven como herramientas para el oficio del docente); conocimiento didáctico del contenido (esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional), conocimiento de los alumnos y de sus características, conocimiento del contexto educativo (que abarcan desde el funcionamiento del grupo o de la clase, la gestión y financiación de los distritos escolares, hasta el carácter de las comunidades y culturas) y conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y de sus fundamentos filosóficos e históricos. Entre estas categorías, el conocimiento didáctico del contenido adquiere particular interés porque identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza. Representa la mezcla entre materia y didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los alumnos, y se

exponen para su enseñanza. El conocimiento didáctico del contenido, incluye lo que los profesores saben sobre la materia que enseñan y el saber como ese conocimiento se transmite a los alumnos en las situaciones concretas de la clase. Este conocimiento es específico del dominio, de la materia que se enseña, e incluye el conocimiento de los profesores sobre los intereses de los estudiantes, sus motivaciones para aprender tópicos determinados dentro de la disciplina y las ideas previas de los estudiantes que pueden interrumpir o frenar su aprendizaje.

A partir de entonces, profusas investigaciones han aportado componentes a este conocimiento, considerado base para enseñar; así como se han desarrollado modelos para intentar explicar la formación del conocimiento didáctico del contenido (reseñadas por Bolívar, 2005 y Acevedo, 2009, entre otros).

En este contexto, Valbuena (2007) expresa en relación a la construcción del conocimiento didáctico que hay investigaciones que proponen que el conocimiento pedagógico madura con la experiencia y otras manifiestan que más bien es propio de la formación inicial.

En virtud de lo anterior nos propusimos contrastar las posibles vías de construcción del conocimiento didáctico del contenido en los docentes de biología. Estamos culminando la primera fase y los principales hallazgos los compartimos en esta comunicación.

2.- Aspectos metodológicos.

Esta investigación se abordó bajo los principios de la metodología cualitativa, como proceso activo, sistemático y riguroso de indagación dirigida, en el cual se toman decisiones sobre lo investigado en tanto se está en el campo de estudio, siendo el foco de estudio las descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables, incorporando la voz de los participantes, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal y como son expresadas por ellos mismos (Sandín, 2003).

Dentro de la metodología cualitativa, privilegiamos la etnografía educativa como proceso que nos permite desarrollar esta investigación. En ese sentido se expresa que la etnografía educativa, contribuye a develar la complejidad que encierran los fenómenos educativos posibilitando un conocimiento más cercano y profundo de la realidad, orientando la introducción de reformas e innovaciones, así como la toma de decisiones. (Goetz & LeCompte, 1988).

Coherentes con el enfoque asumido, seguimos la ruta metodológica descrita en el gráfico 1, la cual fue ideada siguiendo los principios fundamentales de la etnografía educativa.

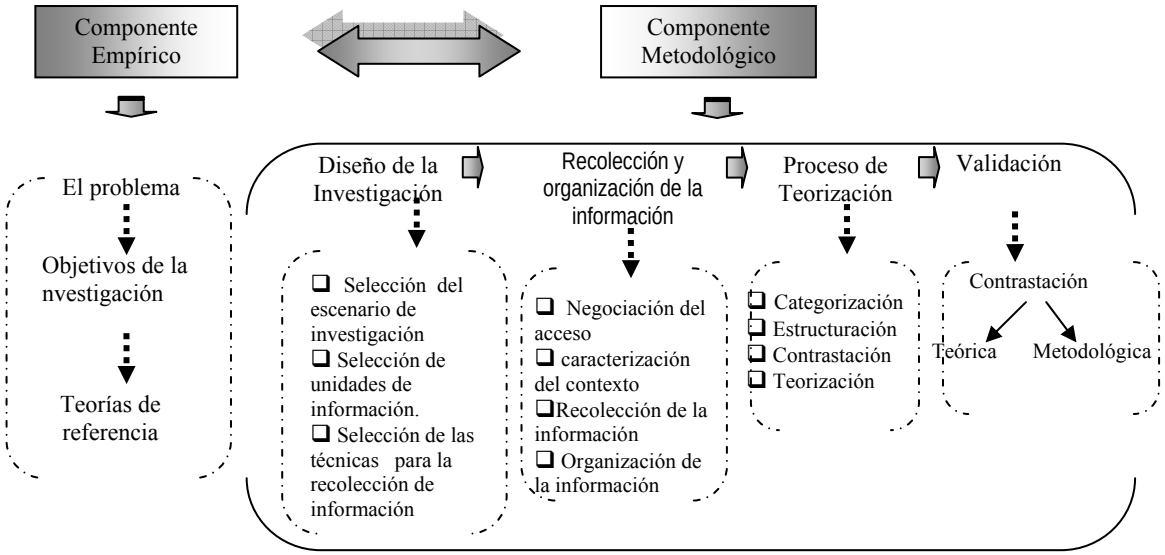
Componente Empírico: en esta fase se identificaron y delimitaron los aspectos del conocimiento didáctico que se desean estudiar. Esto nos llevó a la formulación de los propósitos, presentándose como el sistema que orienta el proceso de investigación.

Se concretaron las teorías de referencia, las cuales nos permitieron establecer la primera aproximación con el proceso de categorización. Es importante aclarar, que los puntos de vista de otros investigadores iluminaron los caminos que nos facilitaron develar y comprender lo que los futuros docentes querían expresarnos.

Componente metodológico: a) Diseño de la investigación: en esta fase se seleccionó el escenario, las unidades de información y de las técnicas e instrumentos para recolectar la información. En cuanto al escenario, la información se recabó durante el desarrollo de las clases de la asignatura didáctica especial de la biología; las unidades

de información la constituyeron treinta alumnos cursantes de esta asignatura. Estos alumnos estaban cursando para el momento de la investigación el noveno semestre de los diez de su carrera. En relación a técnicas e instrumentos para recabar la información, se utilizó en una primera etapa el informe personal, realizado en un taller de aula donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de reflexionar y expresar que consideran ellos necesitan y necesitan saber para ser bueno docentes así como las principales vías de adquisición de estos conocimientos.
Luego realizamos entrevistas semiestructuradas las cuales fueron grabadas y posteriormente transcritas. La información se organizó siguiendo los lineamientos para la codificación y categorización presentados en Flick (2004). Las categorías fueron develadas de la información recolectada

Gráfico 1



Arteaga, Yannett (2008)
Ruta Metodológica para abordar el estudio de la construcción del Conocimiento didáctico de los futuros docentes de Biología

3. - Principales Hallazgos.
De la información recolectada fueron surgiendo las categorías, las cuales se resumen en la tabla 1

Tabla 1

Dimensión	Categoría	Propiedades
Saber	Conocimiento de la biología	- Teoría, principios y leyes de los descubrimientos biológicos. - Biografía de científicos. - Finalidad de los descubrimientos biológicos. - Contenidos biológicos y su relación con la

		cotidianidad
	Conocimiento de aspectos didácticos	- Teorías de aprendizaje - Modelos de enseñanza - Estrategias de enseñanza - Finalidades de la enseñanza de la biología
Saber Hacer	En relación a la biología	- Manejo de instrumentos para el estudio de la biología. - Proyectos de investigación en biología.
	En relación a la enseñanza	- Planificación de clases - Diseño de estrategias. - Manejo de grupos - Evaluación de los aprendizajes. - Diseño de recursos - Búsqueda de información

Arteaga y Tapia (2011)
Resumen de principales hallazgos relacionados con lo expresado por futuros docentes acerca de lo que necesitan saber y saber hacer para se buenos docentes.

4.- Análisis y discusión.

Tal como se expresa en la tabla 1, los estudiantes manifestaron una tendencia muy elevada a considerar como principal conocimiento los relacionados con la biología como disciplina, manifestaron gran preocupación por dominar aquellos contenidos como los de genética y biotecnología, entre otros, que según ellos están en constante cambios tal como se muestra en estractos de entrevistas.

- *yo creo profe, que nosotros debemos saber acerca de los nuevos descubrimientos sobre todo en genética, porque los muchachos preguntan mucho y les interesa lo de la clonación y todas esas cosas. …….*
- *para ser buen docente hay que saber mucho de biología, para poder explicar a los alumnos los conceptos, las teorías…… bueno todas esas cosas difíciles de la biología como la célula , la respiración celular, la fotosíntesis……*

Este conocimiento lo relacionamos con el identificado por Shulman (2005) como el conocimiento de la materia, caracterizado por las teorías, principios y leyes provenientes de las ciencias naturales aceptados por la comunidad científica y disponibles en la actualidad, los cuales se conjugan con conocimientos teóricos provenientes de de las ciencias pedagógicas que el docente utiliza en el proceso de enseñanza, ya que los futuros docentes expresaron:

- *también es importante conocer acerca de cómo vamos a dar las clases, bueno todas las teorías que nos enseñaron acerca del aprendizaje y las estrategias de enseñanza…….*

Sin embargo también expresaron que el saber acerca de la vida de los científicos los podría ayudar a mejorar su comprensión de los fenómenos biológicos.

Otros aspectos reseñados fueron: la finalidad de los contenidos biológicos, las aplicaciones de los contenidos biológicos en la cotidianidad, ya que lo relacionan con el

aprendizaje significativo y consideran que necesitan tener competencia para relacionar los contenidos biológicos expresados por la ciencia con las vivencias cotidianas de sus alumnos.

En función de lo anterior distinguimos que los futuros docentes identifican como saberes necesarios el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico. Convenimos con Marcelo (1993), quien identifica entre los conocimientos que conforman el conocimiento profesional de los profesores, el denominado conocimiento de la materia, que incluye tanto su contenido como el de su estructura sintáctica y semántica y el conocimiento pedagógico general que hace referencia al conocimiento que tienen los docentes sobre los alumnos, el aprendizaje, la gestión de clase, el currículo y la enseñanza.

Lo anterior pone en evidencia que los futuros docentes están conscientes de la importancia de relacionar los contenidos biológicos y de "transformarlos" en contenidos más cercanos a los alumnos lo que nos devela que ellos consideran relevante hacer enseñable los contenidos biológicos. Así pues lo expresado, está en concordancia a lo expuesto por Shulman (2005) cuando describe los componentes del conocimiento didáctico del contenido. Sin embargo ellos expresan que el saber hacer enseñable los contenidos aun no es una competencia que han desarrollado.

Están conscientes que durante su formación inicial han logrado conocimientos disciplinares y pedagógicos *muy buenos* sin embargo no ven la conexión entre ambos, para ellos aun son conocimientos inconexos que aprenderán a conectarlos cuando cursen la práctica profesional III.

Esta afirmación la sustentamos cuando analizamos las respuestas relacionadas con el saber hacer. Reafirmaron que tienen que saber manejar instrumentos para el estudio de la biología., realizar proyectos de investigación concernientes a la biología. Por otro lado consideran que tienen que tener competencias para saber hacer las planificaciones de las clases, diseñar nuevas estrategias, controlar a los alumnos en el aula, diseñar recursos adecuados a los contenidos, en fin competencias didácticas.

Estos primeros hallazgos, nos permite inferir que los futuros docentes están claros y conscientes de la importancia del conocimiento de la materia, sin embargo asumen que lo concerniente al saber hacer enseñable los contenidos biológicos es decir el transformar los contenidos científicos en contenidos escolares lo aprenderán con la práctica.

5.- Conclusiones.

Tomando en cuenta que esta comunicación corresponde a los hallazgos de la primera fase del proyecto de investigación relacionado con la construcción del conocimiento didáctico de los futuros docentes de biología adelantamos algunas conclusiones.

Los futuros docentes de biología consideran:

- el dominio de los conocimientos biológicos es fundamental para ser un buen docente. Reconocen que el conocimiento biológico es cambiante y complejo, por tanto requieren de competencias tales como saber buscar información novedosa que les permitan mantenerse actualizados.
- Los conocimientos disciplinares tienen que conectarlos con la cotidianeidad de los alumnos para que sean significativos, por tanto se esboza vinculación con el conocimiento didáctico del contenido.

- Le asignan al conocimiento de los aspectos didácticos y pedagógicos menor relevancia pues creen que los aprenderán y desarrollarán con la práctica, por tanto asumen que este aspecto del conocimiento didáctico del contenido se adquiere con la práctica..
- Mayoritariamente expresaron que durante su formación inicial no les enseñan como transformar los contenidos biológicos en contenidos enseñables.

Para concluir manifestamos nuestra preocupación como formadores de docentes en el área de biología, a tomar en cuenta lo expresado por nuestros estudiantes a fin de ir construyendo aportes teóricos y metodológicos que permitan mejorar su proceso de formación y así contribuir al mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales.

6.- Referencias

Acevedo, J.A. (2009). "Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico" Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 6 (1) pp 21-46

Arteaga, Y. (2008). "Conocimientos y creencias de docentes de ciencias naturales". Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. División de Estudios para Graduados. Doctorado en Ciencias Humanas. Tesis Doctoral.

Bolívar A. (2005). "Conocimiento Didáctico del contenido y Didácticas específicas". Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, 2. Disponible en: http//www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART6.pdf

Flick U. (2004). Introducción a la investigación cualitativa. Ediciones Morata, S.L. Madrid - España

Goetz, J.P. Y Lecompte, M.D. (1988*)*. Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa. Editorial Morata. España.

Marcelo, C. (2005). "La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar". En: Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales. Gerardo Perafán y Agustín Adúriz - Bravo. Compiladores. 2da edición. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.

Marcelo, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido, en Montero, L y Vez, J.M. (Eds). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado.* Santiago de Compostela, Tórculo.

Sandín, Mª. P. (2003). Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. McGraw Hill/ Interamericana de España. Madrid. España.

Shulman, L.S. (1987). "Knowledge and Teaching: foundations of the new reform" Harvard Educational Review, 57(1), 1- 22. Traducción al español. Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza. Fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, (2.) Disponible en: www.ugr.es//local//recfpro/Rev 92ART2.pdf.

Valbuena E. (2007). "El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Tesis Doctoral.

INFLUÊNCIA DO USO DE MODELOS DIDÁTICOS NO DESEMPENHO DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS SOBRE OS TIPOS CELULARES E SUAS ORGANELAS

Rosangela Chimenes Torres[1] ; *Angela Maria Zanon*[1,2] ; *Rodrigo Juliano Oliveira*[1]
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CED/RTRUFMS), Campo Grande - MS, Brasil;
[2]Mestrado em Ensino de Ciências CCET/UFMS, Campo Grande - MS, Brasil.
rjo.ead.ufms@gmail.com

Resumo
O Ensino de Ciências é considerado difícil por exigir alto grau de abstração. Por isso o presente estudo teve por objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente a influência do uso de modelos didáticos no desempenho de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e na aquisição de conceitos sobre os tipos celulares e organelas. Os resultados permitem inferir que alunos foram comprometidos com os trabalhos em grupo, os modelos didáticos possuem adequada qualidade e são capazes de prover as discussões necessárias e as turmas que tiveram aulas com modelos didáticos possuem média geral na avaliação 1,4 vezes maior que as turmas que tiveram aulas tradicionais (expositivas). Estes resultados refletem a necessidade de mudanças na forma de se ensinar os conceitos biológicos.

Palavras-chave: aulas práticas, células, ensino de ciências, ensino de biologia, Educação de Jovens e Adultos

1. Introdução

Relatos de professores indicam que os alunos possuem pouco interesse pelo processo de ensino e aprendizagem e baixo nível de concentração, e acredita-se que as aulas expositivas sejam práticas que levam ao desestímulo. Segundo pesquisas este problema, se repete no Ensino de Ciências, seja no regular ou na modalidade EJA, onde o processo se dá, mesmo mediante as críticas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998a, Brasil, 1998b), focado na transmissão de informações, em um fluxo único e contínuo, professor-alunos, e na memorização (Carvalho, 2006; Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002; Freitas, 2008; Maldaner e Zanon, 2004; Pompeu e Zimmermann, 2009).

Na EJA, apesar de não haver uma adequação da idade e do nível de escolaridade, se deseja promover aprendizagem e qualificação permanentes para a emancipação de um alunado específico (Brasil, 2002; Pompeu e Zimmermann, 2009). Mas, este ensino não tem levado em consideração peculiaridades importantes tais como os diferentes tempos e modos de aprendizagem, a necessidade de diversificação de estratégias de ensino, a busca de alternativas metodológicas que contemplem o diálogo entre o conhecimento cientifico e o conhecimento empírico, valorizando o contexto do aluno, seus conhecimentos prévios e suas formas de expressão permitindo que o mesmo seja sujeito da (re)construção do seu próprio conhecimento (Piconez, 2006; Pompeu e Zimmermann, 2009).

Segundo Moreira (1996) aprender então, não é somente conhecer algo inédito, é principalmente reprocessar amplificadamente o conhecimento prévio por meio da interação com o novo; e para a aprendizagem "ser significativa deve ser substantiva e

não arbitrária, ao invés de nominalista ou meramente representacional" (Moreira, 1996; Oliveira e Rodriguez, 2010). Neste contexto faz-se ainda necessário citar Paulo Freire que afirma que, "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção" (Freire, 2003).

Ao trabalhar com a EJA a prática pedagógica pode embasar-se no conceito de zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento real, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 2003).

A aprendizagem, que se pretende, não é somente a indução de novos conhecimentos. Mas, é principalmente a remodelação daquilo que já estava presente na estrutura cognitiva que será reprocessado pela associação e interação com a nova proposição ancorada em uma estrutura de conhecimento específica, modificando o conhecimento que o estudante já possui (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980).

Para alcançar o proposto anteriormente é necessário um trabalho docente diferenciado que preveja reformulações a fim de reforçar o papel da escola na formação de cidadãos críticos. Nesse contexto, a biologia apresenta-se como uma disciplina relevante e merecedora de atenção nesse processo porque tem em sua gênese a apresentação ao aluno da complexidade biológica, e que paradoxalmente muitas vezes torna-se irrelevante e pouco atraente, dependendo de como o ensino é realizado. Neste ínterim o uso de esquemas, desenhos e demonstrações práticas podem ser reconhecidos como potencializadores do ensino. Mas, eles são cada vez menos frequentes nas salas de aula (Krasilchik, 2004; Gomes, Cavalli e Bonifácio, 2009; Oliveira, Stollar e Moraes, s.d.).

Frente a estas considerações o presente estudo teve por objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente a influência do uso de modelos didáticos no desempenho de alunos da EJA e na aquisição de conceitos sobre os tipos celulares e organelas.

2. Metodologia

A presente pesquisa teve início durante as observações de aula no Estágio Curricular Supervisionado em Ciências do curso de Licenciatura em Biologia a Distância da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Na vivência deste estágio o professor orientador propôs a realização de aulas práticas com o intuito de despertar maior interesse nos alunos e desta forma propiciar uma adequada aprendizagem. Durante as orientações a proposta deste trabalho foi apresentada ao grupo de acadêmicos-estagiários. Discutiu-se, no grupo, a proposta e fez-se as adequações necessária e em seguida iniciou-se o estudo.

O assunto tratado pelos pesquisadores não foi escolhido. Mas, estava previsto para ser ministrado no período em que o Estágio Supervisionado Curricular em Ciências se desenvolveu.

Participaram da pesquisa quatro turmas da 1ª fase do Ensino Médio da EJA com um total de 156 alunos. Cada turma foi dividida em três grupos e a estes foi solicitada a construção de modelos celulares: uma célula procarionte, uma eucarionte animal e uma eucarionte vegetal.

Na fase inicial da pesquisa realizou-se aula expositiva (tradicional) com auxílio de recurso audiovisual e livro didático. Como estratégias didáticas utilizaram também a resolução de problemas na Sala de Tecnologia por meio de pesquisa na *internet*. Estes procedimentos foram realizados com todas as turmas. O passo seguinte foi à escolha de duas turmas que participariam também da aula prática. O professor supervisor

(professor da escola-campo de estágio) indicou aleatoriamente duas turmas para o desenvolvimento da sequência de aulas práticas que consistiam da construção dos modelos didáticos e do seu uso para representação/aquisição dos conhecimentos necessários. Com os alunos das duas turmas onde não foi utilizada a estratégia didática com a construção dos modelos, as aulas foram conduzidas pela estagiária e utilizadas para a resolução de exercícios. Este fato garantiu que o mesmo tempo fosse destinado a trabalhar os conteúdos em duas diferentes estratégias.

A construção dos modelos celulares ocorreu num período de 30 dias dividido em quatro etapas de 3horas/semana: (I) organização dos grupos; (II) seleção do material utilizado respeitando a opinião dos alunos; (III) construção dos modelos celulares em sala de aula (período de duas semanas) e (IV) avaliação do conteúdo.

No decorrer deste período os alunos demonstraram-se estimulados a: (I) a esclarecer dúvidas com o professor supervisor e com a acadêmica-estagiária que ficaram disponíveis durante o período da aula em sala e em outros períodos no ambiente escolar; (II) a usar o livro didático e a sala de tecnologia para pesquisar como deve ser construída cada organela que foi estudada e que constitui a célula de interesse. Durante o processo de confecção os alunos foram orientados diretamente pela acadêmica-estagiária sobre a representatividade e o significado dos modelos e dos conceitos que deveriam ser expressos e aprendidos com base neles.

Ao final dos procedimentos de aulas expositivas ou aulas expositivas + aulas práticas as turmas foram avaliadas por meio do mesmo instrumento (avaliação escrita somativa). Os resultados obtidos foram tabulados e comparados para o estabelecimento de diferenças quantitativas e qualitativas.

3. Resultados

A atividade prática proposta foi bem aceita pelos alunos. A observação da acadêmica-estagiária permitiu inferir adequada aceitação à proposta por parte dos alunos, trabalho em grupo colaborativo e responsabilidade na condução dos trabalhos em sala de aula.

A produção do material didático foi considerada adequada pelo professor supervisor e pela acadêmica-estagiária e exemplos destes materiais encontram-se apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Modelos didáticos produzidos pelos alunos da EJA. A e B – modelos de células procariontes; C e D – modelos de células animais; E e F – modelos de células vegetais.

No dia da avaliação, dos 156 alunos matriculados e frequentes na EJA apenas 97 estavam presentes (62,18%). Esse fato demonstra um dos principais problemas enfrentado pela EJA visto que o índice de faltas é normalmente alto.
Na Tabela 1 estão apresentados os intervalos de nota, o número absoluto e a porcentagem de alunos bem como a média geral da nota nas avaliações. A análise dos dados permite verificar que a média de nota das turmas que tiveram aulas práticas é 1,40 vezes maior que a nota das turmas que tiveram aulas tradicionais. Faz-se ainda necessário relatar que os três intervalos das notas que possui o maior número de alunos (n=32) para as aulas tradicionais são aqueles compreendidos entre 3,1 e 7,0. Já para as turmas que tiveram aulas práticas com os modelos didáticos (n=23) os intervalos das notas com maior número de alunos estão compreendidos entre 6,1 e 9,0. Logo esta observação corrobora a diferença estatisticamente significativa apresentada pelo estudo das médias gerais.

Tabela 1 – Número absoluto e percentual de alunos por intervalo de notas na avaliação.

Intervalos de Notas	Tipos de aulas aplicadas às turmas			
	Aula tradicional		Aula prática	
	Número absoluto de alunos	Número porcentual de alunos (%)	Número absoluto de alunos	Número porcentual de alunos (%)
0,0 – 1,0	0	0,0	0	0,0
1,1 – 2,0	0	0,0	0	0,0
2,1 – 3,0	5	10,63	3	6,00
3,1 – 4,0	11	23,40	2	4,00
4,1 – 5,0	10	21,27	4	8,00
5,1 – 6,0	11	23,40	4	8,00
6,1 – 7,0	7	14,89	8	16,00
7,1 – 8,0	3	6,38	17	34,00
8,1 – 9,0	0	0,0	8	16,00
9,1 – 10,0	0	0,0	4	8,00
Total	47	100%	50	100%
Média±DP	4,96±1,40[a]		6,96±1,80[b]	

Legenda: DP – Desvio Padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas. Teste Estatístico: t-Student ($p<0,0001$).

Outras análises permitem inferir que dos 47 alunos que realizaram a avaliação após as aulas tradicionais somente 44,67% conseguiram notas acima de 5,1. Dos 50 alunos que realizaram a avaliação após as aulas práticas 82% atingiram a nota acima da média. Frente a estes dados pode-se afirmar que a maioria dos alunos que obtiveram a nota mínima, estabelecida para as escolas da rede pública (6,0 pontos), são aqueles que tiveram as aulas práticas, com a construção dos modelos de células.

4. Discussão

Os dados apresentados demonstram qualitativa e quantitativamente que as aulas práticas no Ensino de Ciências e/ou Biologia são de grande importância para que a aprendizagem se dê de forma adequada.

Para análise dos resultados qualitativos foi muito importante verificar o envolvimento dos alunos na confecção do material didático e a responsabilidade com que a atividade foi desenvolvida. Faz-se ainda necessário verificar a qualidade do material didático produzido que indiretamente indica o nível de compreensão dos escolares. É lícito lembrar que os modelos apresentados foram fruto da produção do conhecimento do aluno. Os materiais utilizados bem como as formas de representações foram propostas pelos discentes sem a interferência do professor supervisor ou da acadêmica-estagiária. Logo se verifica que o produto final é realmente fruto da aprendizagem, idealização e do trabalho dos escolares. As interferências, na realidade, foram anteriores às modelagens e caracterizaram-se pelo esclarecimento de dúvidas sobre conceitos e/ou auxílio no momento das pesquisas. Outro fato a ser considerado foi a apresentação dos modelos aos demais alunos da turma e é exatamente este ponto, difícil de ser registrado e apresentado ao leitor, que poderia contribuir significativa para a compreensão de que os estudantes realmente adquiriram habilidades e competência para trabalhar os conceitos biológicos propostos.

A sugestão de aula prática com a construção dos modelos didáticos determinou o uso de um maior tempo da carga horária destinada ao planejamento, desenvolvimento e avaliação da disciplina. Mas, por outro lado os resultados quantitativos foram significativamente maiores quando comparadas as turmas que tiveram as aulas práticas com aquelas que tiveram apenas aulas tradicionais. Este fato sugere questionamentos: Que quantitativo de horas-aula o professor deve destinar aos diferentes conteúdos para que o aluno seja sujeito na aprendizagem significativa? Quanto as aulas práticas podem auxiliar neste processo de aprendizagem significativa? Qual carga horária deve ser atribuída a uma aula prática e também à tradicional sem que haja prejuízo do cumprimento da ementa e conteúdo programático de uma disciplina? Estes questionamentos são de difíceis respostas. Mas, a reflexão é necessária para que o Ensino de Ciências e/ou Biologia seja mais atraente, participativo e vinculado à realidade do aluno.

Outros muitos questionamentos e/ou reflexões podem ser feitos à luz dos dados apresentados. Mas, algumas questões são mais prementes, por exemplo, sabe-se que o Ensino de Ciências e/ou Biologia são realizados de forma abstrata, teórica e muitas vezes sem considerar a realidade do aluno bem como o conhecimento que ele já possui. Logo, dar ao aluno a possibilidade de ser agente de sua aprendizagem pode auxiliar no processo. Diante disso ainda pode-se refletir sobre o que ainda falta para que o Ensino de Ciências e/ou Biologia seja (re)pensado, (re)significado e se torne mais atraente aos alunos? De que forma os alunos da Educação de Jovens e Adultos poderiam se beneficiar de suas experiências para melhor aprender conceitos das Ciências Biológicas que lhes permitiriam melhorias em sua qualidade de vida?

O exemplo aqui mostrado pode ser um início para se (re)avaliar a necessidade do uso de modelos didáticos, jogos e aulas práticas para uma melhor aprendizagem dos conceitos considerados difíceis e quem compõem os conteúdos de Ciências Biológicas. Mas, sabe-se também que este processo demanda dedicação e reformulações de todo um sistema que está arraigado, acomodado e por muitas vezes solidificado e engessado dentro das paredes de uma sala de aula. Tornar esta (re)avaliação palpável significa promover quebra de paradigmas e fazer com que todos os professores envolvidos com o Ensino de Ciência e Biologia (re)pensem seus conhecimentos sejam eles biológicos ou de metodologias de ensino.

Mais um ponto importante a ser abordado é que apesar dos conceitos biológicos serem difíceis, a utilização de diferentes estratégias de ensino pode auxiliar e possibilitar a aquisição de conhecimento para pessoas de diferentes idades e em diferentes fases da vida escolar. Há teorias que relatam que o homem, independentemente de sua idade cronológica, apresenta a tendência de aprender com maior facilidade um terminado conhecimento quando este é apresentado primeiramente de forma geral (Ausubel; Novak e Hanesian, 1980; Ausubel, 2003). Mas, em seguida é necessário buscar os conhecimentos prévios de cada indivíduo e desdobrar as idéias mais específicas para ampliar a compreensão vinculando todo o processo e/ou apoiando os novos conhecimentos em seus subsunçores.

Se o ensino se pautasse nesta perspectiva poder-se-ia inferir que as pessoas não deixariam de aprender independentemente de que situação se encontra na vida escolar.

Faz-se ainda necessário salientar que a ausência da educação escolar representa grande perda para os indivíduos nas esferas pessoais, profissionais e para o desenvolvimento da sua cidadania. No entanto, a EJA pode mostrar-se como uma importante forma de contornar os processos de defasagem idade-série e apresentar uma nova perspectiva, um recomeço, para muitos indivíduos (Cury, 2008; Morais, 2009).

A EJA mostra-se como uma alternativa viável para que muitos cidadãos possam finalizar os seus estudos por meio de propostas curriculares compactas. Mas, infelizmente este fato pode dificultar a aprendizagem em função da sobrecarga de conteúdo em um curto espaço de tempo, principalmente nas disciplinas da área das Ciências Biológicas que abrangem muitas inter-relações com outras áreas do conhecimento, além de muitos termos e descrições científicas (Morais, 2009). Apesar deste apontamento direcionado à EJA, sabe-se que não é somente esta modalidade de ensino que enfrenta tal problema. Mas, retomando as discussões anteriores o uso de modelos didáticos, jogos e aulas práticas, principalmente, podem ser importantes aliados da aquisição de habilidades e competências nestas áreas.

Na tentativa de consolidar uma educação de melhor qualidade ao Brasil a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, desde 1996, já expressava a urgência em reorganizar a Educação Básica e desta forma resolver impasses da sociedade contemporânea impostos pelos processos de globalização, transformações sociais e culturais. Mas, mesmo diante destes fatos verifica-se que na área das Ciências Biológicas, o ensino de Ciências e Biologia se organizam de forma a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para a interpretação e intervenção na realidade, principalmente nas turmas de EJA em que esta visão é mais reduzida e extremamente fragmentada (Borges e Lima, 2007; Dutra, 2007; Morais, 2009). Cabem aqui novamente reflexões. No entanto, ao invés de pontuar e teorizar com o leitor respostas para perguntas já realizadas neste texto talvez seja a hora de mais uma vez afirmar que os professores e pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Biologia precisam fazer valer o real desejo de mudança para que o aluno, independentemente de sua condição escolar, possa iniciar a construção de um conhecimento biológico que seja vinculado a sua realidade e que lhe permita tomar decisões para melhorar substancialmente a sua condição de vida.

5. Conclusão

Frente às presentes considerações pode-se inferir que os modelos didáticos utilizados na EJA podem ser uma boa forma de apresentar ao aluno conceitos abstratos. O manuseio

do material concreto permite ao aluno fazer correlações com conhecimentos prévios e em seguida ancorar nestes os novos conceitos. É fato também a que o trabalho em grupo, a responsabilidade para com o desenvolvimento do plano de atividades proposto e as melhores notas conseguidas nas avaliações, pelas turmas que tiveram as aulas práticas em comparação com as turmas que tiveram aulas tradicionais, sejam os parâmetros necessários para encorajar os professores do Ensino de Ciências e Biologia a proporem novas formas de planejar e desenvolver aulas de forma que a nossa sociedade seja alfabetizada cientificamente e assim possam usar estes conhecimentos biológicos para melhor a sua qualidade de vida.

6. Bibliografia

AUSUBEL, D., NOVAK, J. e HANESIAN, H. (1980). *Psicologia educacional*. 2ª ed.Tradução de Eva Nick et al.. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.

Ausubel, D. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.

BORGES, R. M. R. e LIMA, V. M. do R. (2007). Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências* 6(1), 165-175.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. (1998a). *Parâmetros curriculares nacionais:* terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. (1998b). *Parâmetros curriculares nacionais:* terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. (2002). *Educação de Jovens e Adultos. Ensino Fundamental:* Proposta Curricular - 2º Segmento - 5ª a 8ª série. vol. 1. Brasília.

CARVALHO, A. M. P. de. (2006). *Critérios estruturantes para o ensino das Ciências.* In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). *Ensino de Ciências*: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 1-17.

CURY, C. R. J. (2008). *Por uma nova educação de jovens e adultos*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/ arquivos/pdf/vol1e.pdf.>. Acessado em 28 fev. 2008.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. (2002). *Desafios para o ensino de Ciências*. In: _____. *Ensino de Ciências*: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, p. 31-42.

DUTRA, C. E. G. (2007). *Guia de referência da LDB/96: Com Atualizações.* 2.ª ed. São Paulo: Avercamp: 2.224 p.

FREIRE, P. (2003). *Pedagogia do oprimido.* Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freitas, D. de. (2008). *A perspectiva curricular Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS – no ensino de ciência.* In: Pavão, A. C., Freitas, D. de. (Org.) *Quanta Ciência há no Ensino de Ciências.*São Carlos: EdUFScar, p. 229-237.

GOMES, F. K. S., CAVALLI, W. L. e BONIFÁCIO, C. F. (2008). *Os problemas e as soluções no ensino de ciências e biologia,* 2008. Disponível em: <http://www.unioeste.br/cursos/cascavel/pedagogia/eventos/2008/1/Artigo%2055.pdf>. Acesso em 20 de fev de 2010.

KRASILCHIK, M. (2004). *Prática de ensino de biologia.* Ed. 4. São Paulo: Edusp, 200 p.

MALDANER, O. A. e ZANON, L. B. (2004). *Situação de estudo: uma organização do ensino*
que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: Moraes, R. e Mancuso, R. (Org.) *Educação em Ciências*: Produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, p. 43-64.

MORAIS, F.A. (2009). O ensino de ciências e biologia nas turmas de EJA: experiências no município de Sorriso-MT. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 1-6.

MOREIRA, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 1(3), 196-206.

OLIVEIRA, E.M. de, STOLLAR, H. L. F. e Moraes, K. C. M. (s.d.). *Tonando o ensino de ciências (Biologia Celular) mais dinâmico e eficaz através de atividades práticas*. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0373_0369_02.pdf>. Acessado em 19 abr. 2011.

OLIVEIRA, P.K. e RODRIGUEZ, R. (2010). *Investigação sobre os fatores desmotivadores no contexto ensino-aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia em uma escola pública de ensino médio no município de Pelotas/RS.* 2010. Disponível em:<http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CH/CH_00068.pdf>. Acessado em: 19 abr. 2011.

PICONEZ, S. C. B. (2006). *Educação escolar de jovens e adultos:* das competências sociais dos conteúdos aos desafios da cidadania. 5 Ed. Campinas: Papirus.

POMPEU, S. F. C. e ZIMMERMANN, E. (2009). *Concepções sobre ciência e ensino de ciência de alunos da EJA.* Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/viienpec/index.php/enpec/viienpec/paper/viewFile/812/224>. Acessado em 19 abr 2011.

VYGOTSKY, L. S. (2003). *Psicologia pedagógica.* Porto Alegre: Artmed, 2003.

PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE ECOLOGIA

Camila Diogo Cover ; Marcelo Tadeu Motokane, Caio de Castro ; Freire, Mayumi Yamada
Universidade de São Paulo
cahdcover@hotmail.com

Resumo
O ensino de ciências está relacionado à criação de um ambiente de cultura científica em sala de aula, com o objetivo de que os alunos consigam utilizar o conhecimento científico para argumentar sobre hipóteses. Dessa forma, apresentaremos neste trabalho, o desenvolvimento de uma sequência didática sobre ecologia para alunos de Ensino Médio do município de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, utilizando o modelo "predição-observação-explicação" que estimula o raciocínio permitindo a análise e proposição de diferentes explicações para um mesmo fenômeno. A temática da sequência abrange relações inter-específicas entre abelhas Meliponina e barbatimão. Posteriormente, analisaremos como a interferência corretiva do professor em textos produzidos por alunos afeta a elaboração de novos textos durante a aplicação da sequência didática. O estudo ocorrerá pela análise de conteúdo, a partir do padrão de Toulmin (2006).

Palavras-chave: ensino de biologia, ensino de ecologia, argumentação, sequência didática, enculturação científica.

1. Introdução

A ciência pode ser definida como um processo de definição de um problema, cuja solução está relacionada à produção de explicações com diferentes predições (Kuhn, 1977 *apud* Guisasola *et al.* 2006). Desta maneira, o processo de construção do conhecimento científico pode ser visto como um conjunto de objetivos, métodos e teorias inter-relacionados, em que todos esses fatores juntos podem explicar um fenômeno natural ou predizer novos fatos (McConas, 2000 *apud* Guisasola *et al.* 2006).
Para Guisasola *et al*. (2006) aprender ciência implica em entender a base teórica da disciplina, enquanto que aprender *sobre* ciência implica em aprender como a ciência funciona na sua forma de raciocinar e justificar os acontecimentos. Isto implica no desenvolvimento de técnicas que auxiliem os professores no ensino sobre ciência.
Acreditamos que o ensino de ciências deve estar intimamente relacionado com o processo de enculturação científica, também denominado de forma similar como um processo de alfabetização científica por Sasseron (2008). Isto é, o ensino de ciências deve promover condições para que os alunos possam fazer parte de uma cultura com noções, idéias e conceitos próprios da ciência. E da mesma maneira, é um processo de alfabetização, pois compreende mais do que um simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e ler (Freire, 2005 *apud* Sasseron, 2008), compreende também a construção de uma consciência crítica do cidadão em relação à sociedade que o cerca (Sasseron, 2008). Em suma, a alfabetização científica é uma das finalidades do ensino de ciências, a qual visa à formação da capacidade de utilizar os saberes científicos para enfrentar situações do cotidiano (Fourez, 2003).

Fourez (1994 *apud* Sasseron, 2008) apresenta vários critérios para reconhecer um indivíduo alfabetizado cientificamente, entretanto, apenas três deles serão enunciados aqui: o indivíduo é capaz de utilizar os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, tomando decisões políticas e éticas que envolvem ciências e suas tecnologias; o indivíduo conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas, sendo capaz de aplicá-los; por último, compreende que a produção de ciências depende de processos de pesquisas e de conceitos teóricos, sendo capaz de discernir resultados científicos de opinião própria.

Ainda nesse contexto, Lemke (1998) afirma que a linguagem é uma prática social, a qual possui elementos próprios de nossa cultura. O autor ainda relaciona que, desta maneira, para falar, ler e escrever ciência é preciso combinar discursos verbais, expressões matemáticas e representações gráficas, como um novo idioma. Então, o professor também teria o papel de garantir que o aluno compreenda o significado dos termos técnicos em ciência, apresentando diversos sinônimos para eles. Neste sentido, a leitura, a fala e a escrita que são ferramentas importantes para as práticas científicas, devem ser trabalhadas pelo professor no processo de enculturação científica. As atividades devem ser realizadas de modo a estimular a compreensão do conjunto de objetivos, métodos e teorias utilizados pelos cientistas. Nesse espaço de enculturação científica as idéias são consolidadas por meio do desenvolvimento da argumentação durante a produção de textos orais e escritos.

A argumentação é a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar teorias por meio da comparação com dados empíricos ou dados de outras fontes. O raciocínio argumentativo é importante no ensino de ciências, já que um dos propósitos da investigação científica é a *"justificativa das declarações e ações voltadas para a compreensão da natureza"* (Jiménez Aleixandre e Díaz de Bustamante, 2003 *apud* Jiménez Aleixandre *et al.* 2000). O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de uma sequência didática cujo foco é o estímulo à argumentação a partir de um tema da ecologia. Posteriormente buscaremos responder: como a interferência da correção pelo professor de um texto escrito pelos alunos interfere na qualidade da produção de um novo texto.

Para Erduran (2006) as sequências didáticas devem ter uma ênfase nas funções das evidências na construção de explicações científicas, em outras palavras, devem familiarizar os alunos com as práticas dos cientistas. A partir disto, a autora propõe dois tipos de modelos: o modelo de "teorias competitivas" e o modelo "predição-observação-explicação". O primeiro estimula que os alunos reflitam sobre duas teorias conflitantes e promovam evidências para aceitar uma delas ou até mesmo as duas. O último permite a avaliação de diferentes explicações alternativas sobre um determinado fenômeno. Entre os dois, o modelo predição-observação-explicação foi o escolhido.

2. Metodologia e resultados esperados

O tema escolhido para a sequência está englobado na grande área da ciência ecologia: relações entre os seres vivos, especificamente relação de cooperação inter-específica. A sequência foi baseada no experimento de Monteiro e Ramalho (2010) como será descrito a seguir e encontra-se em anexo. A sequência traz como tema central a relação entre as abelhas da família Meliponina e as árvores de barbatimão de uma reserva florestal na Bahia. De uma maneira geral, espera-se que os alunos compreendam a relação entre a presença das abelhas e a taxa de frutificação do barbatimão.

A parte 1 da sequência busca a *predição* dos alunos sob um fenômeno inicial em ecologia. No início há uma breve descrição sobre o barbatimão, com o auxílio de imagens, e posteriormente é feita a descrição da observação do cientista: nos ramos em que não há insetos, não ocorre frutificação. Os alunos então devem criar a hipótese de que os insetos contribuem para a frutificação das plantas, baseada em seus conhecimentos prévios.
A parte 2 da sequência busca a *observação* dos alunos de um experimento para que investiguem o que ocorre na situação. Eles são estimulados a comparar suas hipóteses com os resultados obtidos pelo trabalho para explicar o fenômeno. Neste momento, os alunos observam que neste experimento, a quantidade de frutos é diretamente proporcional a quantidade de abelhas Meliponina nas copas A e B, mas não conseguirão explicar o que ocorre na copa C. Novamente, o aluno deverá criar uma hipótese que explique o ramo florido C.
Finalmente, a parte 3 da sequência busca a *explicação* dos alunos para o que ocorre na copa C. Para isto, é fornecido um texto com as observações do cientista, para que mais uma vez, na última pergunta, os alunos sejam capazes de explicar todas as hipóteses criadas com base em dados científicos. Espera-se que o aluno compreenda que a presença de uma determinada espécie de Meliponina, as uruçu, contribuem para a fecundação cruzada, aumentando muito mais a frutificação. Para isto, além do texto, é fornecido um gráfico com a relação das abelhas por copa e imagens comparando o tamanho das Meliponina entre si.
A sequência didática será aplicada em escolas públicas no município de Ribeirão Preto (SP), em uma turma de alunos de Ensino Médio cursando o 1º ano. Os alunos produzirão um texto escrito, focando a última pergunta da sequência, que será analisado em conjunto com gravações de imagens da própria aula. Então será feita a análise de conteúdo de ambos, antes e depois da intervenção do professor de acordo com o padrão de Toulmin (2006).
O professor responsável pela turma receberá um preparo, realizado por um mediador, que também será gravado. Isto é, orientaremos um mediador com as instruções da sequência, e este, por sua vez, orientará o professor da mesma maneira. Este método é utilizado para que haja um distanciamento entre pesquisador e o professor que aplicará a sequência, para que os dados não sejam influenciados.
Então, durante a aplicação da sequência em sala de aula, os alunos produzirão um texto escrito, focando a última pergunta da sequência. Este texto inicial será analisado em conjunto com gravações de imagens da própria aula de acordo com o padrão de Toulmin (2006), buscando qualificar seu conteúdo. Depois disso, o professor fará uma intervenção neste texto, corrigindo-o da sua maneira. Por último, os alunos receberão seus textos iniciais com as correções para reescrita. E o texto final também será analisado pelos padrões de Toulmin (2006), de modo a comparar o texto inicial com o texto corrigido e qualificar as modificações.

3. Considerações finais

A construção da sequência didática é apenas uma ferramenta para auxiliar o objetivo do trabalho. A partir dela é que serão obtidos os textos, que, juntamente com a gravação das aulas, serão analisados. Portanto, a pesquisa está em processo de desenvolvimento e poderá ser modificada ao longo do projeto, que visa conciliar as demandas da escola e a pesquisa no ensino de ciências.

4. Referências

Erduran, S. (2006). Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training, em *School Science Review* 87(321), 45-50.

Fourez, G. (2003). Crise no Ensino de Ciências? (Crisis in science teaching?), em *Investigações em Ensino de Ciências* (8), 109-123.

Guisasola, J., Furió, C. e Ceberio, M. (2006). Science Education Based on Developing guided Research, em *Science Education in Focus,* 55-85.

Jiménez Aleixandre, M.P. e Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciências: Cuestiones Teóricas y Metodológicas, em *Enseñanza de las Ciencias* (21), 359-370.

Lemke, J,L. (1998). Multiplying Meaning: Visual and Verbal Semiotics in Scientific Text, em *Reading science: functional perspectives on discourses of science,* 87-113.

Monteiro, D. e Ramalho, M. (2010). Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de Stryphnodendron pulcherrimum (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. *Neotropical entomology* (39), 519-526.

Sasseron, L. H. (2008). Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 261f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Toulmin, S.E. (2006). *Os Usos do Argumento*. São Paulo, Brasil: Martins Fontes.

Anexo

Relação entre abelhas uruçu e barbatimão[124]

Parte 1

Em julho de 2010 foi realizada uma pesquisa na Reserva Ecológica de Michelin, na Bahia, com árvores da espécie *Stryphnodendron pulcherrimum*, conhecida popularmente como barbatimão. O barbatimão (Figura 1) é uma árvore de copa ampla que atinge entre 4 a 8 metros de altura encontrada em áreas de Mata Atlântica e na região Amazônica. Suas flores são pequenas, geralmente menores que 5 mm, de cor amarelo-limão, reunidas em agrupamento com cerca de 360 flores, chamados de inflorescências.

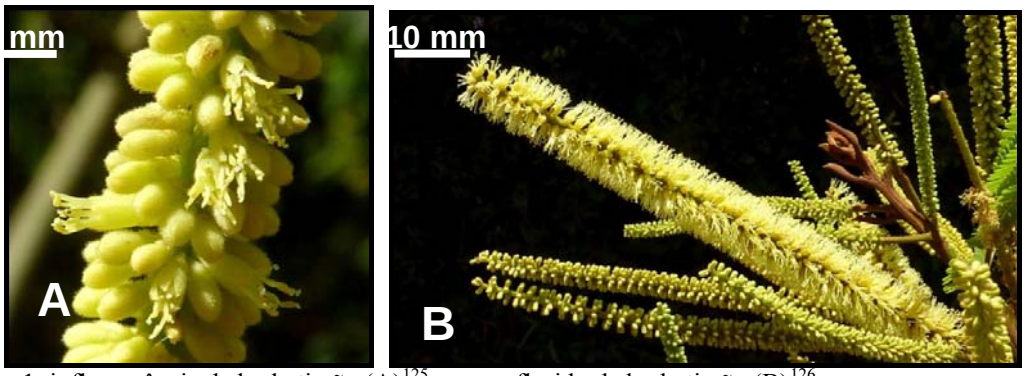


Figura 1: inflorescência de barbatimão (A)[125] e ramo florido de barbatimão (B)[126].

[124] A sequência didática foi elaborada com base nos resultados do trabalho de Monteiro e Ramalho (2010).

Nesta pesquisa foi constatado que havia uma grande variedade de insetos voando ao redor dos ramos floridos de cada copa de barbatimão. Passado algum tempo, o pesquisador percebeu que não ocorria produção de frutos nos ramos floridos em que nenhum inseto havia aparecido.
Agora responda: qual a relação entre frutificação e a presença de insetos?

Parte 2
O pesquisador então suspeitou que os insetos, de alguma maneira, contribuem para a frutificação das plantas. A partir disto, passou a observar as copas de barbatimão, reparando que os insetos voam por entre as árvores em busca de néctar para alimentar-se. Descobriu então que o néctar é uma substância atrativa para alguns animais por meio de odor ou gosto. Também que é produzida por algumas flores, e geralmente se localiza próxima ao aparelho reprodutor da planta. Concluiu que ao nutrir-se do néctar, o inseto acidentalmente esbarra parte masculina da flor, liberando grãos de pólen.
Os grãos de pólen são pegajosos e acabam aderindo ao corpo do inseto. Ao voar de flor em flor carregando o pólen em seu corpo, os insetos promovem fecundação das flores, processo denominado polinização. Alguns pesquisadores acreditam que dois terços das plantas com flores dependem dos insetos para sua polinização. Após a fecundação, o embrião se desenvolve contido em uma semente envolta pelo fruto.
Este estudo verificou que a maior parte dos visitantes dos ramos floridos do barbatimão (53%) são as abelhas da família Meliponina.
Observando os gráficos abaixo (Figura 2), responda: qual a relação entre frutificação e a quantidade de Meliponina nos ramos floridos A, B e C?

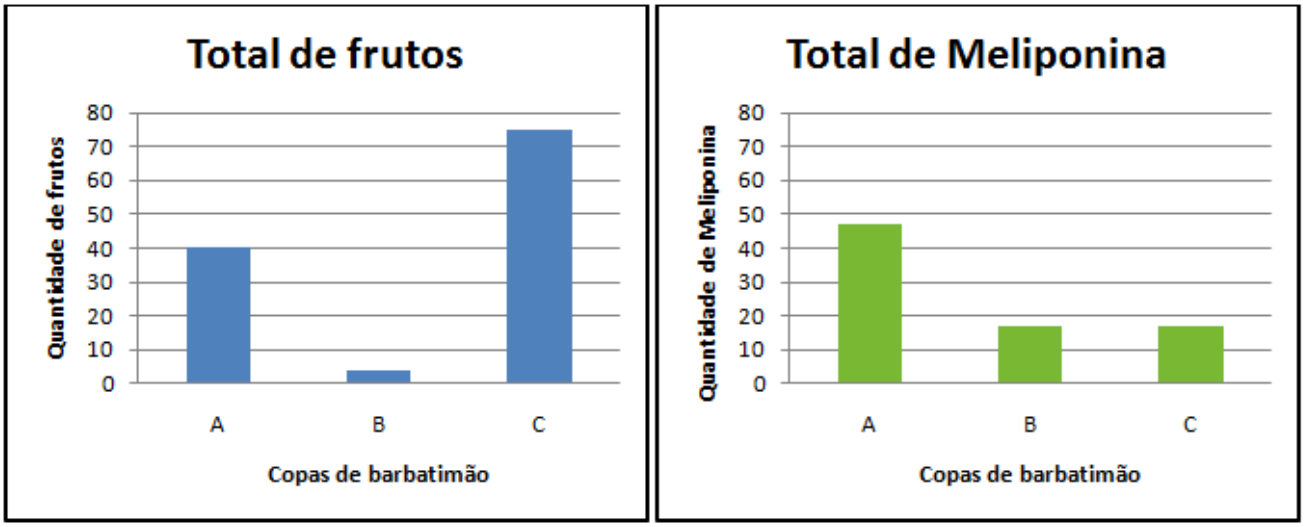


Figura 2: gráfico representando a quantidade de frutos (eixo y) por copa de barbatimão (eixo x), representando o total de frutos (A), e gráfico representando a quantidade de abelhas Meliponina (eixo y) por copa de barbatimão (eixo x), representando o total de abelhas Meliponina (B).

Parte 3
O pesquisador decidiu quantificar os diferentes grupos de abelhas Meliponina que visitavam os ramos floridos de barbatimão. Descobriu então que a copa C apresentava

[125] http://www.flickr.com/photos/plants_of_russian_in_brazil/5271012095/in/photostream
[126] http://www.flickr.com/photos/plants_of_russian_in_brazil/5271010467/sizes/l/in/photostream

uma espécie específica de Meliponina, as abelhas uruçu (*Melipona scutellaris*), que estava ausente nas duas outras copas, como pode ser visto no gráfico abaixo (Figura 3).

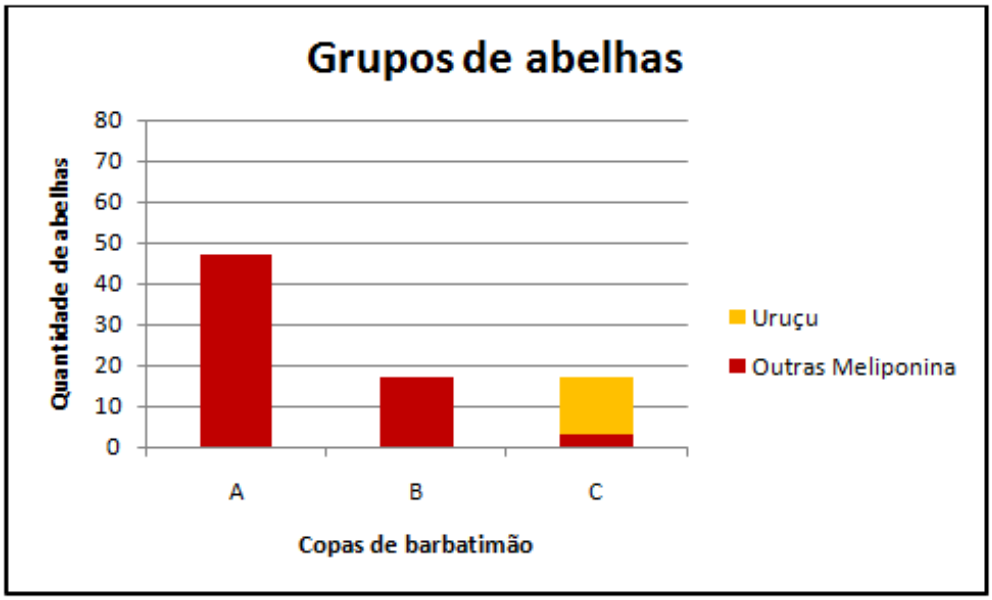


Figura 3: gráfico representando a quantidade de abelhas Meliponina classificadas em "uruçu" em amarelo ou "outras Meliponina" em vermelho (eixo y) por copas de barbatimão (eixo x).

De uma maneira geral, as abelhas Meliponina (Figura 4) são pequenas e possuem baixo alcance de voo. Isto é, elas frequentemente voam curtas distâncias de uma inflorescência a outra, levando o pólen de uma flor a outra em uma mesma copa, processo é denominado auto-fecundação. Entretanto, as abelhas uruçu (Figura 5) são relativamente maiores e robustas do que as outras Meliponina e possuem alcance de voo maior. Com isso, além de voar de uma inflorescência a outra de um mesmo indivíduo, podem fazer voo entre copas diferentes com maior sucesso, promovendo a fecundação cruzada que contribui para a variabilidade genética.

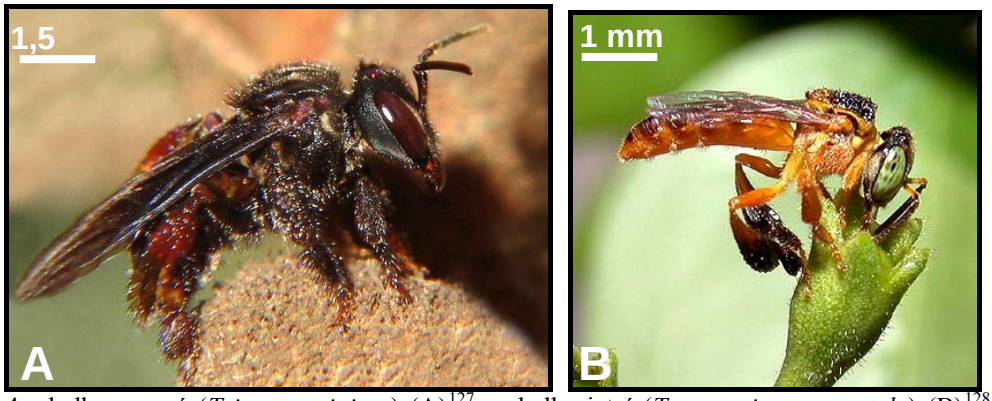


Figura 4: abelha arapuá (*Trigona spinipes*) (A)[127] e abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) (B)[128] como representantes das outras Meliponina.

[127] http://www.jardimdasideias.com.br/public/userfiles/image/trigona_spinipes(1).jpg
[128] http://produtoscaipira.blogspot.com/2011/02/jatai-em-caixa-adaptada.html

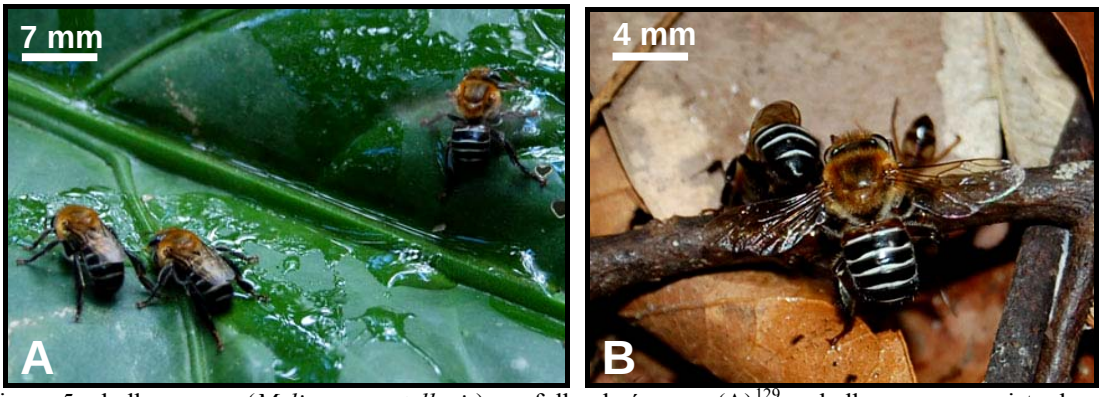


Figura 5: abelhas uruçu (*Melipona scutellaris*) em folha de árvoare (A)[129] e abelha uruçu em vista dorsal (B)[130].

Agora responda: qual a relação entre frutificação e (1) outras abelhas Meliponina e (2) abelhas uruçu nos ramos floridos de barbatimão?

[129] http://www.granjapousoalegre.com.br/wp- content/uploads/2010/12/leo-m-scutellaris-1.jpg
[130] http://www.granjapousoalegre.com.br/wp-content/uploads/2010/12/leo-m-scutellaris-2.jpg

A CONCEPÇÃO DE UMA PROFESSORA DE BIOLOGIA E DE ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE PROJETO DE APRENDIZAGEM

Ursula Rayandra Soares Nery ; Delaine Chaves França de Lima ; Leide Folgosa Barroso Muñoz, Rosa Oliveira Marins Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM
ursularayandra@hotmail.com

Resumo
Um projeto para aprender vai ser gerado pelos conflitos, pelas perturbações nesse sistema de significações, que constituem o conhecimento particular do aprendiz. Nesse sentido, utilizamos o mesmo para identificar e analisar os elementos que regem o trabalho que o professor e/ou a escola tem no trabalho com os projetos de aprendizagem, em uma turma de 2ª série do Ensino Médio, durante as aulas de biologia que foi feito através da aplicação de um questionário investigativo. Os resultados mostraram que o uso desse instrumento é relevante, na medida em que pode contribuir para a prática do professor, possibilitando ao mesmo a percepção para o processo ensino-aprendizagem em biologia.

Palavras-chave: Aprendizagem. Biologia. Ensino Médio. Projeto de aprendizagem.

1. Introdução

Historicamente, a gestão de projetos ganhou espaço como disciplina na área da Administração, a partir da década de 1960, foi grandemente impulsionada pelos projetos de pesquisa e exploração espacial, devidos aos resultados e repercussões que estes causaram.

De acordo com Moura & Barbosa (2006), hoje, a gestão de projeto tem uma abrangência em diversos setores do conhecimento, sobretudo nas ciências humanas e sociais e não apenas dos administradores e engenheiros. Os primeiros grandes projetos de ensino na área educacional, foram desenvolvidos na década de 1950 e 60, com o intuito de desenvolver novos métodos pedagógicos, produzir novos recursos didáticos, inovar os conteúdos curriculares e a antiga concepção de ensino.

O conceito de projeto para Moura e Barbosa (2006, p. 21) é dito da seguinte forma:

> Projeto educacional é um empreendimento de duração finita, com objetivos claramente definidos em função de problemas, oportunidades, necessidades, desafios ou interesses de um sistema educacional, de um educador ou grupo de educadores, com a finalidade de planejar, coordenar e executar ações voltadas para melhoria de processos educativos e de formação humana, em seus diferentes níveis e contextos.

Este artigo foi feito baseado em um estudo da literatura acerca do assunto e através da aplicação de um questionário que teve por objetivo de investigar em uma turma de 2º série do ensino médio integrado ao técnico em eletrotécnica do IFAM, qual a relação e o conhecimento que os alunos já possuem sobre o trabalho com projetos de aprendizagem, destacando três pontos fundamentais que fazem parte dos objetivos que são: conhecer o que dizem os teóricos sobre os projetos de aprendizagem; verificar quais são as dificuldades encontradas pelo docente na elaboração e aplicação dos

projetos de aprendizagem; e identificar quais benefícios o projeto de aprendizagem traz para os alunos de ensino médio.
Com isso, esperamos obter dados suficientes, que nos mostre como esses projetos influenciam o professor no trabalho em sala de aula e se, a partir do desenvolvimento e aplicação dos projetos a concretização da relação ensino-aprendizagem com a participação professor-aluno é alcançada, e o que tanto professores como principalmente alunos pensam sobre o trabalho com os projetos educacionais.

2. A importância do Projeto de Aprendizagem

Nos projetos de aprendizagem as dúvidas e interesses do aluno irão gerar o próprio projeto, pois haverá por parte dele interesse em resolver as suas dúvidas. Definido por Chaves (2001) como "Projetos de Trabalho", os projetos de aprendizagem oportunizam uma maior interação entre professor e aluno, visto que constroi um universo de ações diversificadas que permitem a participação ativa do aluno. Ao longo do trabalho por projetos, o professor desempenha o papel de mediador. Nesse sentido, sua postura de detentor único do saber não existe mais.
O propósito do aprendizado por projetos é desenhado para ser usado com questões complexas que exijam investigação por parte dos alunos para serem entendidas. Não parece ser válido o uso de Projetos no aprendizado de simples informação fatual ou enciclopédica. Por exemplo, os alunos podem ser solicitados a monitorar a qualidade da água de um rio local para então aprender sobre o ambiente local e outras questões ambientais que o afetam (CHAVES, 2001).
O Projeto de Aprendizagem introduz novas formas de ensinar e aprender, além da quebra de paradigmas antigos na forma sequencial de apresentação dos conteúdos, na classificação dos alunos por séries, fatos estes que serão quebrados totalmente no decorrer do processo, e principalmente, na quebra de nossas atitudes frente ao conhecimento, fazendo com que este através das inúmeras possibilidades de aquisição de informações possa tornar possível a aquisição/construção do verdadeiro saber, a todos os envolvidos neste processo (DEMÉTRIO, 2008).
Dessa forma, é possível que o aprendiz desenvolva habilidades e competências a respeito de qualquer temática, utilizando estratégias diferentes de aprendizado, de modo que sua própria forma de aprender seja contemplada ao longo do desenvolvimento do projeto de aprendizagem.
Há muitos motivos que justificam este rápido crescimento de atividades baseadas em projetos na área educacional. Um deles é que os projetos representam um caminho seguro para a introdução de mudanças e inovações nas organizações humanas. Muitos resultados decorrentes de projetos educacionais dificilmente seriam alcançados apenas com a manutenção e ajustes das atividades de rotina ou funcionais do sistema (MENDES, 2006).
Outra característica importante que fundamenta o crescente interesse por projetos em sistemas educacionais é que todo projeto é uma atividade eminentemente instrutiva. Através da execução de um projeto, todos os envolvidos se enriquecem com as experiências vividas, obtendo novos conhecimentos e novas habilidades. Essa característica faz dos projetos uma alternativa importante a ser considerada em sistemas educacionais, seja como solução para vários problemas, seja como forma de introdução de inovações.
A educação por projetos traz um efeito de socialização. É uma nova pedagogia, que vai além das formas convencionais do ato de educar. Assim a educação por projetos tenta

instituir uma nova cultura de ensino-aprendizagem. Gonzaga, (2007, p. 38) afirma o seguinte: "Sendo assim, é importante que haja uma tomada de decisão envolvendo todos os demais segmentos da instituição para a proposta que se pretende construir, implantar e implementar". Ou seja, Gonzaga acredita que todos dentro da instituição, precisam conhecer, avaliar e discutir o que está sendo proposto, pois essa contribuição coletiva é que vai possibilitar a instituição uma nova cultura no ensino. Entretanto, dificuldades, conflitos, discordância, poderão acontecer, visto que o *novo* exige que os envolvidos construam um novo caminho, a partir de elementos nunca antes experimentados no cotidiano escolar, como por exemplo: o surgimento de relações interpessoais, um ensino-aprendizagem mais interativo, novas formas de comunicação e de avaliação.
A educação por projetos vem ganhando espaço significativo na nossa sociedade, porém distorções e equívocos acabam acontecendo, tanto do ponto de vista conceitual, quanto operacional. Segundo Gonzaga (2007, p. 25):

> [...] a importância de se experienciar o processo como um aprendizado, em que a pedagogia, independente do segmento ou setor da sociedade ao qual a nova cultura esteja sendo ressignificada, precisa ser transversalizada como a arte de se educar e de educar, para desconstruir e reconstruir aquilo que emerge da realidade da qual estamos inseridos.

É por isso que o professor deve ter a competência técnica e possuir o conhecimento de sua área e disciplina neste processo, para poder dar suporte como especialista e articulador as discussões das questões levantadas pelos alunos, para apurar mais claramente o nível de conceituação acerca do conteúdo em estudo, a linha de raciocínio e/ou compreensão do aluno, a fim de poder criar mais e mais desafios, nas relações criadas para sistematização e formalização dos conteúdos que surgem.
As análises realizadas pelo professor orientador do projeto devem contemplar e principalmente sugerir questões que desestabilizam, provocam discussões, reflexões, análises e criticas, que contribuam para a formação do cidadão que deverá ter de desenvolver atitude e comprometimento com o grupo de desenvolvimento do projeto.

3. Metodologia de pesquisa

Foi utilizado um questionário com uma professora de biologia do IFAM contendo oito perguntas abertas sobre a temática projetos e um questionário com os alunos de 2º ano do curso integrado ao médio em eletrotécnica do IFAM com cinco questões também com perguntas abertas sobre o conhecimento deles acerca de projeto de aprendizagem.

4. Apresentação e análise dos dados

O trabalho com projeto apresenta vantagens do ponto de vista da própria formação do pensamento, pois a atividade pessoal se desenvolve livremente, numa atmosfera de controle mútuo e de reciprocidade. Invenção e verificação, são os dois pólos dessa atividade.
Portanto, de acordo com Schlemmer (2001) a aprendizagem não se dá pela simples transmissão de algo que está fora, mas sim, depende do desequilíbrio cognitivo, o qual é provocado num processo de interação, da ação do sujeito sobre o objeto do conhecimento, dos esquemas de significação que possibilitam o estabelecimento de relações com o novo na busca de uma nova equilibração.

4.1 Professora

A professora que respondeu o questionário da pesquisa é formada em Licenciatura em Ciências Biológicas e possui 10 anos de atuação no magistério.

As respostas dadas pela professora, fizeram-nos perceber que o entendimento que possui sobre projetos de aprendizagem se refere a projetos com o objetivo de incentivar ou tornar mais eficiente o processo de ensino-aprendizagem.

A professora disse que, opta algumas vezes em suas aulas trabalhar com projetos, pois estimulam a busca de conhecimento e permite um maior contato com o conteúdo didático. A professora fala também que na instituição IFAM, não trabalha com projetos pelo fato dos tempos de aula serem muito reduzidos (2 tempos/semana), já em outras instituições que a mesma trabalhou, a prática com projetos foi baseada na elaboração de jogos didáticos e no desenvolvimento de feiras de ciências. Segundo a professora os projetos de aprendizagem trazem os seguintes benefícios:

-Estimula a obtenção de informação;

-Desperta a curiosidade;

-O aluno entra em contato direto com o assunto através da participação;

-Permite a contextualização da teoria.

Entre as maiores dificuldades encontradas na elaboração dos projetos, de acordo com a professora, é fazer que o aluno saia de uma postura passiva (aquele que espera receber o conhecimento pronto) e assuma uma postura ativa (aquele que busca as respostas de seus questionamentos). Entre outras dificuldades encontradas na aplicação dos projetos pedagógicos, existe o excesso do número de alunos na sala de aula.

4.2 Alunos

Dos 32 alunos na faixa etária média de 16 anos que responderam a 3º questão sobre ´´O que você como aluno entende por projetos?`` a maioria entende que projeto de aprendizagem é um trabalho exercido em grupo, uma prática que auxilia como um reforço da teoria, uma atividade que coloca em prática tudo o que foi falado nas aulas teóricas, um trabalho de pesquisa bastante organizado que vise algum tipo de mudança, uma experiência, ou seja, *Projeto - o ato de utilizar meios para algum fim produtivo* (Aluno X, 18 anos).

Em relação a 4º questão ´´Você já participou de algum projeto? Qual? O que significou?``, dos 32 alunos que responderam ao questionário apenas 15 alunos já participaram ou participam de algum tipo de projeto, e esses comentaram que foi uma experiência bastante significativa, pois contribuiu para o conhecimento e o aprendizado do aluno.

Por serem alunos do Curso Integrado ao Médio em Eletrotécnica, dentre os 15 alunos, a maioria citou a participação na montagem de um motor elétrico, outros citaram projetos de igrejas, feiras de ciências, a organização do laboratório de eletrotécnica entre outras atividades.

A resposta de um aluno Y, 16 anos, sobre a 4º questão: *Sim, Construir um motor elétrico. Aprendi muito mais, pois coloquei em prática toda a teoria que foi estudada*.

Na 5º questão que diz ´´Para você se aprende mais no trabalho com projetos ou em aulas? Justifique.``, dos 32 alunos questionados 21 responderam que a melhor forma para se trabalhar em sala de aula é com projetos, pois para esses alunos é uma boa oportunidade para colocar em prática o conteúdo que foi passado nas aulas teóricas, como justifica o mesmo aluno Y, 16 anos, 2º ano do ensino médio *Trabalhando com projeto. Assim é bem mais fácil porque praticando têm-se mais domínio pelo assunto*.

Outros 8 alunos afirmam que o trabalho em sala através de aulas teóricas é mais proveitoso para o aprendizado, e que a presença de um bom professor proporciona uma boa aula. E os outros 3 alunos dizem para que ocorra um bom aprendizado é necessário que se faça uso das duas maneiras tanto das aulas teóricas em sala como das aulas por projetos que já vai direcionar para a prática, pois para eles um complementa e reforça o outro para que haja a concretização do conhecimento e dos objetivos que devem ser alcançados.

5. Conclusão

Por meio deste trabalho concluímos que na visão de muitos autores os projetos ocupam lugar central nas práticas escolares, e que basear a educação em projetos é, afinal, identificar o processo educacional com a própria vida, e quando esses projetos de aprendizagem são aplicados em sala de aula, são trabalhados com o objetivo de melhorar a aprendizagem, a participação, além de contribuir com a socialização do indivíduo.

Entretanto muitas vezes, os docentes encontram dificuldades, na aplicação dos projetos, como foi percebido por exemplo no questionário respondido pela professora, a falta de tempo suficiente para desenvolver um trabalho desse tipo acaba não contribuindo, outro fator é a quantidade grande de alunos em uma sala de aula que acaba por tornar difícil o trabalho com projetos, enfim pontos como estes que acabam afastando o trabalho com projetos da nossa realidade, da nossa educação.

Foi possível notar no questionário feito com os alunos como faz diferença para estes o trabalho com projetos, pois para eles a prática com esse trabalho contribui ainda mais para aprendizagem do conteúdo em questão, além de reforçar as aulas teóricas, os alunos afirmam que é no trabalho com projetos a hora de colocar em prática tudo o que foi ensinado nas aulas teóricas, ou seja, para eles é uma contribuição e tanto que haja essa socialização.

Não foi possível responder através deste artigo com específicos detalhes o fato de como os professores, diretores ou a própria escola trabalha com esses projetos no ensino médio, mas sabe-se que o pouco em que é trabalhado influencia e muito para o ensino-aprendizagem desses alunos.

Com relação ao método utilizado no presente trabalho, podemos ver que a prática com projeto de aprendizagem no ensino médio é escassa, porém deve ser tida como um dos pontos fundamentais para o desenvolvimento do intelecto do indivíduo, já que para ser um cidadão crítico e ter opiniões, deve ter desenvolvido a busca de seus questionamentos.

6. Referências

Chaves, E. (2001). *A Pedagogia de Projetos de Aprendizagem*. Campinas, SP: Este texto não foi publicado, foi redigido para servir de apoio para a discussão de projetos nos Onze Grupos e nos Encontros das Escolas para rever seus projetos na Semana de Imersão em Faxinal do Céu, de 16 a 22 de abr.

Demétrio, S. (2008). *Fundamentação e Gestão de Projetos*. Manaus, AM: CEFET –AM / BK Editora.

Gonzaga, A. (2007). *Educação por projetos: pressupostos e experiências*. Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas – CEFET: Manaus – AM.

Mendes, I. (2006). *Didática: Origem e siginificado(s) de ´´projeto``*. Natal, RN: EDUFRN.

Moura, D. (2006). *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*. Petrópolis, RJ: Vozes.
Schlemmer, E. (2001). *Projetos de Aprendizagem Baseados em Problemas: uma metodologia interacionista /construtivista para formação de comunidades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem***.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS: Curitiba, v.1, n.1 - p. 4-11, ago.

7.Apêndice

QUESTIONÁRIO – ENSINO MÉDIO
PROFESSOR

1- Qual a formação acadêmica?
2- Tempo de magistério?
3- O que você entende por projetos de aprendizagem?
4- Você trabalha com projetos de aprendizagem? Independente se for sim ou não explique o porque?.
5- Que projetos de aprendizagem são trabalhados no ensino médio? Como são desenvolvidos?
6- Que benefícios os projetos de aprendizagem trouxe para o aluno na sua visão de professor.
7- Quais foram suas maiores dificuldades encontradas na elaboração dos projetos?
8- Existe dificuldades na aplicação dos projetos de aprendizagem no ensino médio?

Apêndice A - Questionário utilizado para aplicação em um professor de 2º ano de ensino médio na

QUESTIONÁRIO – ENSINO MÉDIO
ALUNO

1- Qual sua idade?
2- Qual série faz?
3- O que você como aluno entende por projeto?
4- Você já participou de algum projeto? Qual? O que significou?
5- Para você se aprende mais no trabalho com projetos ou em aulas? Justifique.

Apêndice B – Questionário utilizado para aplicação em alunos do 2º ano de ensino médio integrado ao

LA NATURALEZA EXPERIMENTAL DE LA BIOLOGÍA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORADO

Lorena Inzillo ; Agustín Adúriz-Bravo
Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias. CeFIEC – FCEyN – UBA.
loreinzillo@gmail.com

Resumen
Las visiones actuales sobre la enseñanza de las ciencias proponen que esta no debería involucrar únicamente el aprendizaje de los resultados establecidos de la ciencia; en lugar de eso, debería también enfocarse en los procesos y metodologías usados por los científicos y científicas para alcanzar tales resultados. Por eso se desea indagar acerca de *cómo* lo que se conoce como "intervención experimental" en la investigación científica puede ser una idea epistemológica importante para equipar a los profesores y profesoras con imágenes de ciencia y de científico más acordes con las corrientes epistemológicas actuales, que les permitan diseñar una biología escolar más significativa. El presente trabajo intenta examinar las aportaciones de la naturaleza de la biología a la formación inicial del profesorado para la educación de nivel medio. El objetivo es acercar al profesorado a los conceptos clave de la mirada metodológica sobre la ciencia.

Palabras clave: Ciencia Escolar, Naturaleza de la Biología, Intervención Experimental, Formación de Profesores.

1. Introducción

En la actualidad el mundo se encuentra sujeto a trasformaciones muy profundas con implicaciones en diversos ámbitos; entonces, la educación en las ciencias naturales y sus respectivas tecnologías resulta de una importancia crucial para formar personas críticas, participativas, solidarias y tolerantes. Una finalidad central de la educación de calidad para todos y todas es la *alfabetización científico-tecnológica* de la población (Acevedo et al., 2005); en este contexto, la actual didáctica de las ciencias naturales (entendida como disciplina tecnocientífica autónoma y consolidada) se erige como un campo de referencia indispensable a la hora de mejorar la enseñanza de la biología en los distintos niveles educativos.

La línea de reflexión metateórica *acerca de* las propias ciencias naturales conocida como "naturaleza de la ciencia" (NOS, por sus siglas en inglés) es un importante insumo que se viene produciendo en los últimos años para conseguir una enseñanza de las ciencias que supere la transmisión de contenidos terminados (la "retórica de conclusiones") y se pregunte por cómo hemos llegado a saber eso que sabemos. Actualmente existe consenso acerca de que la educación científica debería involucrar, además de saber ciencias, saber *sobre* ciencias; centrándose en esta idea es que avanzan las investigaciones sobre las distintas aportaciones que las metaciencias (epistemología, historia de la ciencia, sociología de la ciencia) pueden hacer a la reflexión teórica sobre la educación científica (Acevedo et al., 2005; Adúriz-Bravo, 2005).

La inclusión de contenidos metacientíficos en los currículos de biología (qué es y cómo se elabora la biología, cómo cambia en el tiempo, cómo se relaciona con la sociedad y la cultura) intenta generar en los y las estudiantes unas imágenes de ciencia y de

científico más ajustadas a las ideas actuales sobre el conocimiento y la actividad científicas (Adúriz-Bravo, 2005). Las nuevas metas proclamadas para el currículo de biología escolar requieren de la adecuación de programas, metodologías y materiales y, fundamentalmente, de la producción de ideas y propuestas para la formación inicial y continuada del profesorado de biología, ya que si bien en la actualidad la introducción de la naturaleza de la ciencia en los currículos es algo muy extendido, esa inclusión no se condice con la incorporación de la naturaleza de la ciencia en los currículos de formación docente. Se presenta entonces la necesidad de investigar acerca de qué perspectivas metateóricas incluir en la formación del profesorado, a fin de prepararlo para la enseñanza de estos "nuevos" contenidos de naturaleza de la ciencia, poco presentes en la formación docente tradicional.

Ahora bien, la introducción de la naturaleza de la biología en la formación del profesorado hace necesaria la discusión acerca de su naturaleza experimental, ya que la intervención experimental es fundamental en la investigación biológica. Para ello se trabaja con la idea teórica de *intervención* (Hacking, 1983), entendiéndola como un *modelo irreducible* de la naturaleza de la biología. En este sentido, la intención es tratar de acercar a los profesores y profesoras de biología, particularmente durante su formación inicial, a algunos conceptos e ideas clave de la mirada metodológica actual sobre la ciencia, sobre todo, a aquellos vinculados a la experimentación en el laboratorio.

Si bien la experimentación no puede tener el mismo lugar en las aulas escolares que en la ciencia de los científicos, ni el mismo valor epistemológico, los científicos y científicas consideran que la construcción del conocimiento teórico es fuertemente experimental; se ve a la experimentación como una de los *recursos retóricos* más importantes de la ciencia, un poderoso motor de producción de *evidencias*. Sin embargo, muy pocos y pocas estudiantes sacan ventaja de la experimentación escolar para la construcción "dialógica" de conocimiento teórico. Sería importante entonces resolver esta contradicción, diseñando una *actividad científica escolar epistemológicamente fundamentada* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003) que permita a los y las estudiantes apropiarse de la experimentación como parte esencial de la actividad científica. La reconstrucción "semiótica" de la experimentación a partir de la escritura y la comunicación de las experiencias es un puntal importante para el logro de este objetivo, y además involucra a los y las estudiantes en el aprendizaje de cómo escribir y hablar ciencias. Este punto es también un punto central a la hora de promover una apreciación más robusta de la naturaleza de la ciencia.

Esta propuesta de formación del profesorado de biología está fundamentada teóricamente en el *modelo cognitivo de ciencia escolar* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003), que caracteriza la ciencia en el aula como una actividad cognitiva y discursiva, además de meramente material. El marco teórico que se utiliza acuerda con una concepción semántica de las teorías científicas y una visión basada en modelos, y está inspirado en la filosofía cognitiva de la ciencia del epistemólogo estadounidense Ronald Giere (1988). Se trata de proveer una visión continuista o unificadora de la ciencia escolar y la ciencia erudita, viendo la natural progresión entre una y otra actividad, ambas caracterizadas por su objetivo cognitivo de "dar sentido" (Izquierdo-Aymerich, 2005).

2. Desarrollo

En este trabajo se intenta caracterizar las imágenes de ciencia y de científico que poseen los profesores y profesoras de biología para el nivel secundario en formación y en ejercicio. Se quiere indagar las posibles contribuciones de lo que llamamos la *naturaleza de la biología* al robustecimiento de esas imágenes y, en definitiva, a la tarea profesional de enseñar biología.

En particular se pretende revisar cómo la idea de intervención de carácter experimental en la investigación biológica puede aportar "pistas" para dotar al profesorado de biología de una mirada más epistemológicamente acabada de la biología, mirada que les permita diseñar una actividad científica escolar más rica y más coherente con los actuales objetivos curriculares validados socialmente.

La intención es entonces acercar a los profesores y profesoras de biología, sobre todo quienes transitan su formación inicial en el ámbito de la universidad, a los conceptos e ideas clave de la mirada metateórica de carácter *metodológico* sobre la ciencia, tratando de que ese utillaje teórico se traduzca en una biología escolar más significativa para los y las estudiantes.

Ahora bien, teniendo en mente el propósito de "detectar" aquellas ideas claves de la epistemología reciente y actual que han sido diseñadas para pensar la experimentación científica y que, al mismo tiempo, resultan un aporte relevante y funcional para la actividad del profesorado de biología, aparecen una serie de preguntas de investigación. ¿De qué manera la intervención experimental modifica los modos de pensar, decir y hacer de los científicos y científicas? ¿Qué aspectos de esa intervención se pueden trasmitir en la enseñanza de las ciencias? ¿Cómo puede diseñarse una actividad científica escolar que haga pie en esos aspectos sin distorsionarlos? ¿Cómo se puede formar a los profesores y profesoras de biología con imágenes de ciencia y de científico "bien transpuestas" en torno a la cuestión del experimento? ¿Cómo acompañar al profesorado en su tránsito de profesionalización para que sean capaces de diseñar actividades significativas para la apropiación de la noción de que la intervención experimental es una parte fundamental de la actividad científica, pero no se reduce a la materia prima de la cual se "generaliza" la teoría?

Teniendo en cuenta que muchas veces los aspectos metodológicos de la ciencia son trasmitidos a los científicos y científicas noveles generalmente en el intercambio y la relación estrecha con sus pares más formados, es importante considerar la dificultad que representa, para el profesorado que no se ha formado como profesional de la ciencia, poder reconocer y trasmitir de maneras no distorsivas el valor constructivo de la experimentación. Los procedimientos científicos son actividades relacionadas con la recopilación y el análisis de datos, la extracción de conclusiones, etc.; por ejemplo la observación y la inferencia son dos procedimientos científicos. De manera mucho más compleja que cada procedimiento particular, la investigación científica implica la utilización de diversos procedimientos científicos de manera cíclica (Acevedo, 2008). Por eso es sumamente importante realizar un análisis del rol epistemológico que juega la misma en el desarrollo de la ciencia, y desentrañar sus características más salientes, a fin de poder diseñar secuencias didácticas que permitan a los profesores y profesoras de biología en formación apropiarse realmente de la experimentación en todas sus dimensiones. Si la naturaleza de la ciencia se considera un contenido de enseñanza, entonces deberá enseñarse de la misma forma que los demás contenidos de ciencias habituales (Acevedo, 2008) y es por eso fundamental la formación específica y explícita de la metodología científica, ello les permitiría ser capaces de construir, a ellos mismos,

conocimiento científico escolar y también hacer intervenciones experimentales más "genuinas" en el aula. Sin embargo, el profesorado no parece valorar la naturaleza de la ciencia como objetivo educativo de la misma forma que lo hace con otros contenidos más tradicionales de la asignatura (Acevedo, 2008), los cual nos lleva a la necesidad de hacer visible la importancia de la naturaleza de la ciencia entre los profesores en formación.

En la actualidad la intervención experimental en biología es muy variada, estando las metodologías específicas en cada caso íntimamente relacionadas con el recorte del mundo biológico sobre el que se ha decidido intervenir, ya sea para conocerlo como para modificarlo. Esto que a veces parece tan obvio no es un detalle menor, ya que se relaciona con la imposibilidad de enseñar un único "método científico" sancionado en el cual la experimentación ocupa un pedestal de primacía empiropositivista. La naturaleza profunda de la metodología experimental está ligada al objeto de estudio, y de alguna manera sobredeterminada por él; sin embargo, la biología (como todas las demás ciencias) posee una diversidad de propósitos, finalidades y valores que hacen que cada acercamiento al objeto requiera de matices propios. Desde la filosofía de la ciencia, ha surgido una línea de investigación que se ha centrado en la actividad experimental. Desde un punto de vista más general podemos decir que el interés de la filosofía de la ciencia por las tradiciones experimentales ha surgido en el marco de centrar el análisis filosófico en la práctica científica en su conjunto en lugar de centrarlo sólo en el resultado de esta práctica, es decir, en las teorías científicas (Estany, 2007).

Hacking ha sido un referente en la filosofía de la ciencia como el defensor de un enfoque experimentalista (…) no cabe duda de que Hacking quiere poner la experimentación, como mínimo, en el mismo nivel que la teoría, es decir, el experimento no está simplemente al servicio de la teoría sino que tiene vida propia (Estany, 2007).

De aquí se sigue la necesidad de que la enseñanza de la biología tenga en cuenta variadas formas de construir conocimiento. Los procesos para la creación de "modos de ver el mundo" y de "reglas del juego" son muy variados; sería insostenible pretender que los y las estudiantes los reduzcan a un encorsetado "método científico". Parece fundamental que el profesorado de biología ponga en juego en clase la idea de que la experimentación es una forma, culturalmente conquistada, de interrogar al mundo. Para tal fin resulta necesario proponer intervenciones formativas que pongan sobre el tapete preguntas tales como: ¿cómo puedo conocer determinado objeto biológico?, ¿qué tipo de preguntas me debo hacer?, ¿cuáles son las reglas de juego para intervenir sobre él?, ¿qué tipo de "acciones" experimentales son pertinentes? El trabajo experimental no sólo prepara el experimento, diseña y construye aparatos, sino que manipula entidades y crea fenómenos. Volvemos a la idea de que son los aparatos los que dan existencia a los fenómenos científicos y luego los estabilizan. Rheinberger considera los sistemas experimentales como las unidades más pequeñas con las que trabaja el científico, lo cual representa una alternativa a la imagen racionalista de la experimentación como una actividad dirigida por la teoría (Estany, 2007).

Tradicionalmente se atribuye al experimento la función de confirmar o refutar hipótesis. Desde las tradiciones experimentales ¿nunca tiene esta función?, ¿algunas veces?, ¿cómo se contrastan las hipótesis? Parece que la apuesta por una filosofía de la experimentación responde a poner de relieve el lugar subsidiario al que se había relegado el experimento y no a sustituir la teoría por el experimento (Estany, 2007).

3. Conclusiones

Se puede afirmar que la naturaleza experimental de la ciencia se revela claramente como un conocimiento clave y estructurador que debe enseñarse. Ya que la generación experimental de evidencias y la transformación activa del mundo real mediante la experimentación controlada son parte fundamental de la actividad científica, no pueden quedar afuera del currículo de biología para todos y todas si se busca lograr imágenes de ciencia y de científico más acordes con lo que actualmente se sabe desde la epistemología y las demás metaciencias.

Además, las diversas formas de experimentación, el uso de la tecnología, y los protocolos cada vez más sofisticados y complejos no sólo permiten poner a prueba las hipótesis de los científicos y científicas, sino que transforman sus procesos cognitivos y discursivos, es decir que la experimentación cambia la forma de pensar y decir de las personas. Considerando esto, si se desea lograr que circulen socialmente imágenes más robustas y *educativas* de qué es y cómo se produce el conocimiento científico, es esencial involucrar a los y las estudiantes en el trabajo experimental y en la idea de que la actividad científica interviene transformadoramente en el mundo (Hodson, 1994; Izquierdo-Aymerich, 2005).

Sin embargo, hay investigaciones que muestran que el involucrar a los y las estudiantes en procesos de investigación guiada o autónoma, si bien puede acercarlos a la actividad científica, no necesariamente habilita el aprendizaje de conocimiento metateórico sobre la ciencia (cf. Hodson, 1994). Es decir, el "hacer ciencia" en la escuela no conduce directamente a entender su naturaleza; por ello es importante destinar tiempo a la enseñanza explícita de estos nuevos contenidos. Los resultados (…) muestran con claridad que un enfoque explícito y reflexivo es mejor, en general, que uno implícito para ayudar a estudiantes y profesores a conectar sus experiencias de aprendizaje con la naturaleza de la ciencia y reflexionar metacognitivamente sobre la naturaleza de la ciencia, por lo que ambos –estudiantes y profesores- pueden aprender bastante mejor determinados aspectos de la naturaleza de la ciencia (Acevedo, 2008).

Además, como se mencionó previamente las concepciones de profesores y profesoras son difíciles de modificar, sin embargo si se implican en un proceso reflexivo, la reflexión y la intervención en el aula se retroalimentan constantemente. Por todo lo expuesto para este trabajo es necesario entonces diseñar cuidadosamente una reflexión intencionada acerca de qué es la experimentación científica (erudita y escolar), cuál es su valor epistemológico, cómo se comunica esa experimentación al interior y al exterior de la comunidad (escolar y científica), y cuál es su utilidad para la construcción de conocimiento.

4. Bibliografía

Acevedo, J.A., Vázquez, Á., Martín, m., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F. y Manassero, M. A. (2005). *Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana: Una revisión crítica.* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2(2), 121-140.

Acevedo Díaz, J. A. (2008). *El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias.* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5(2), pp. 134-169.

Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales.* Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Estany, A. (2007). *Innovación tecnológica y tradiciones experimentales una perspectiva cognitiva.* Ciencias, UNAM. Número 088, octubre-diciembre, pp. 34-45.
Giere, R. (1988). *Explaining science: A cognitive approach.* Chicago: Chicago University Press.
Hacking, I. (1983). *Representing and intervening.* Cambridge: Cambridge University Press.
Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.* Enseñanza de las Ciencias, 12, 299-313.
Izquierdo-Aymerich, M. (2005). *Hacia una teoría de los contenidos escolares.* Enseñanza de las Ciencias, 23(1), 111-122.
Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). *Epistemological foundations of school science.* Science & Education, 12(1), 27-43.

LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA CIRCULATORIO HUMANO EN DOS CONTEXTOS DE UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES: RESULTADOS PRELIMINARES

Aguilar, A[1]; Raviolo, A[1-2]; Ramírez, P.[1]; Lopez, E.[1]
[1]Universidad Nacional del Comahue, [2] Universidad Nacional de Río Negro
alfonso.aguilar@crub.uncoma.edu.ar - alfonso.a@live.com

Resumen
Las TICs son recursos culturales que, con un encuadre pedagógico adecuado, pueden constituir herramientas cognitivas que promuevan el aprendizaje significativo. Varias investigaciones han relacionado la enseñanza del Sistema Circulatorio con la utilización de recursos audiovisuales, mediante diferentes estrategias de utilización de los mismos. Se presenta una experiencia que analiza las relaciones entre distintas propuestas de enseñanza y las actitudes de alumnos de nivel medio hacia la Biología y hacia el uso de la computadora en las tareas escolares.
Se realizaron observaciones de clase, entrevistas y registros con profesores. Se suministraron a los alumnos, un Test Conceptual Final y un Test de Actitudes. Los resultados de éste último se desarrollan en el presente trabajo.
Los resultados parciales muestran que existe relación entre el contexto de enseñanza y las motivaciones y compromiso que generan en los alumnos. Estas conclusiones son preliminares; falta contrastar los resultados con observaciones de clases y test conceptuales.

Palabras clave: Sistema Circulatorio Humano; TICs; animaciones y simulaciones; aprendizaje significativo.

1. Introducción

1.1 Las TICs en la Educación

La relevancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza y, en particular, su uso creciente en la enseñanza de las ciencias son aspectos destacados por instituciones y expertos dedicados a la educación. García y Ortega (2007) alertan que, en la actualidad, la incorporación efectiva de estas tecnologías a la práctica docente habitual está lejos de ser una realidad. Los principales obstáculos percibidos por los profesores son la escasez de recursos, la falta de formación del profesorado, la falta de tiempo y motivación y la carencia de materiales y modelos curriculares. En este sentido, Talanquer (2009) sostiene que los docentes deberían contar con oportunidades para repensar y recrear el contenido y las habilidades que enseñan haciendo uso de esas nuevas herramientas.
Las TICs son recursos de nuestra cultura que, con un encuadre pedagógico adecuado, pueden constituir herramientas cognitivas que promuevan el aprendizaje significativo de los alumnos, que demanden la reflexión y la exteriorización de sus concepciones. Contribuyen al aprendizaje ya que posibilitan que los alumnos construyan conceptos a través de su experiencia, ofreciendo un ambiente de exploración que permite la elaboración y validación de hipótesis (Thomas y Schurr,1998).

1.2 Las simulaciones y animaciones en la enseñanza

Las simulaciones de computadora son programas que permiten poner en funcionamiento un modelo de un proceso o fenómeno del mundo natural y dan al usuario distintos grados de intervención. Ofrecen una visualización dinámica de los fenómenos en dos o en tres dimensiones, permitiendo la integración de distintos niveles de representación como el nanoscópico, el simbólico y el macroscópico. Sin bien se suelen usar como sinónimos, mientras las simulaciones hacen foco en aspectos cuantitativos, las animaciones se centran en aspectos cualitativos. En el ámbito científico, se utilizan técnicas de simulación para manipular modelos con el objetivo de incrementar la comprensión de sistemas complejos (Hofstein y Luneta, 1980).

En la enseñanza de las ciencias, las simulaciones y las animaciones computacionales son particularmente útiles cuando debido a la naturaleza del fenómeno o por razones de seguridad, tiempo, económicas o administrativas, los estudiantes no pueden actuar directamente sobre el material estudiado. Por ejemplo, en Biología, las simulaciones sobre el funcionamiento del aparato circulatorio, la síntesis de proteínas, la difusión de gases a través de una membrana, el origen de la vida, la dinámica poblacional, etc.

Actualmente, uno de los objetivos de la educación es la alfabetización científico-visual (Perales, 2006). Las visualizaciones a las que se acceden a través de simulaciones y animaciones, de fenómenos y estructuras no observables directamente, promueven la comprensión y el aprendizaje significativo de conceptos abstractos (Chiu y Wu, 2009).

No caben dudas de que las simulaciones en la clase de ciencias motivan a los alumnos y dinamizan las clases. Sin embargo, el desafío más importante es superar su uso anecdótico y generar actividades que fomenten aprendizajes conceptuales. En este sentido, pueden ayudar especialmente en la integración de los aspectos teóricos y prácticos, brindando una discusión teórica y modelada de situaciones problemas y una explicación a experimentos realizados en laboratorio. No deberían reemplazar al trabajo experimental en ciencias, sino más bien ampliarlo y complementarlo con otras experiencias activas con ideas y problemas científicos.

Las simulaciones tienen un gran potencial a nivel educativo y por ello resultan de gran interés las investigaciones que indaguen las condiciones óptimas en que debe desarrollarse una enseñanza apoyada en ellas (García y Gil, 2006).

1.3 Las simulaciones y animaciones en la enseñanza del Sistema Circulatorio

El sistema circulatorio es una temática compleja de abordar, por el nivel de abstracción de algunos de sus aspectos y por compleja interacción con otros sistemas de órganos. Se trata de un complejo sistema interactivo que comprende desde el corazón o los vasos sanguíneos visibles a través de la piel, a las células y los capilares, más pequeños que el rango visual humano (Buckley, 2000). Los estudiantes no siempre tienen la posibilidad de observar, de una forma integrada, el funcionamiento del sistema circulatorio y de entender como éste interacciona con otros sistemas del cuerpo (Hoover y Peláez, 2008). Por este motivo, recurrir a recursos audiovisuales puede ser una herramienta útil para que los alumnos puedan comprender dicho sistema. Sin embargo, la utilización de estos recursos sin un análisis previo, puede ser muchas veces contraproducente. En este sentido, Franzolin et al. (2006), advierten que deben ser los docentes quienes complementen las deficiencias de los diferentes materiales didácticos.

Existen un gran número de recursos audiovisuales, disponibles en Internet, que pueden ayudar a los docentes durante el desarrollo y el abordaje de ciertas temáticas en el aula. Varias son las investigaciones que han relacionado la enseñanza del Sistema

Circulatorio con la utilización de recursos audiovisuales, mediante diferentes estrategias de utilización de los mismos. De Costa (2003), por ejemplo, utiliza un simulador en sus prácticas de Fisiopatología Humana, en la Universidad de Murcia, a partir del cual, los alumnos, ayudados con una guía de preguntas y cuadros, analizan el simulador y los resultados que el mismo le arroja. Una estrategia muy similar y en la misma línea de trabajo con estudiantes universitarios es la que desarrollan Coleman y colaboradores (1994).

Por otro lado, Hoover y Peláez (2008) analizan el aprendizaje y la percepción de los estudiantes de nivel medio sobre su propio aprendizaje, al utilizar comparativamente estrategias basadas en recursos audiovisuales y estrategias basadas en la observación en microscopio. Del mismo modo, Buckley (2000) analiza cuál es la naturaleza y el alcance del aprendizaje de los estudiantes de 15 – 16 años sobre el sistema circulatorio utilizando un recurso multimedia.

Acordando con Gil (1997) las tecnologías utilizadas en la educación podrían tener una perspectiva negativa, si se trabaja sin un enfoque pedagógico adecuado y sin un software educativo de calidad. Es decir, los recursos audiovisuales no deberían ser un fin en sí mismo, sino que deberían ser herramientas que cobren relevancia a través de una propuesta educativa planificada. Desde estos fundamentos y líneas de investigación, se presenta a continuación la experiencia llevada a cabo en la cual se analizan las relaciones entre distintas propuestas de enseñanza y las actitudes de los alumnos de nivel medio hacia la Biología y hacia la computadora. El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la enseñanza del Sistema Circulatorio Humano, bajo dos contextos de utilización de recursos audiovisuales. Se presentan a continuación los resultados preliminares del estudio.

2. Metodología

2.1 Los recursos audiovisuales

Para la realización de esta investigación se analizaron diferentes libros de nivel medio y diseños curriculares provinciales, con el fin de determinar los principales temas a abordar en relación al Sistema Circulatorio Humano. A partir de allí se buscaron recursos audiovisuales en Internet que: (a) fueran de fácil acceso y de descarga gratuita, y, (b) fueran autoexplicativos, a través de audios, rótulos, etc.

Algunos de los recursos descargados tuvieron que ser modificados o recortados con un programa de edición de fácil utilización, como ser, Windows Live Movie Maker. Otros recursos fueron realizados íntegramente con el programa Microsoft Powerpoint. Se obtuvieron de esta manera 12 archivos audiovisuales, que en su conjunto abordan: (i) las características generales del Sistema Circulatorio Humano, (ii) el recorrido de la sangre por el cuerpo, (iii) los componentes principales de la sangre y del Sistema Circulatorio, (iv) el colesterol y su importancia, (v) el corazón, (vi) el intercambio de gases a nivel celular, (vii) la relación entre Sistema Circulatorio y Sistema Digestivo, y, (viii) la historia de la circulación sanguínea.

2.2 Las propuestas de enseñanza

Se realizaron dos propuestas de enseñanza cuyo objetivo principal era abordar la temática del Sistema Circulatorio Humano utilizando los 12 recursos audiovisuales seleccionados. Una de las propuestas consistía en la utilización de las animaciones, simulaciones y videos, como recurso complementario en la enseñanza de la temática. Para ello se realizaron reuniones previas, con los docentes que utilizarían este tipo de

estrategia y se les entregó un CD con todos los recursos. La consigna que tenían estos docentes era que debían utilizar al menos una vez cada archivo, en el transcurso de toda la temática. Se les aclaró que durante sus clases tendrían a disposición una computadora, un proyector y un sistema de audio acorde, para poder hacer uso de los recursos. A esta propuesta, y sólo con el fin de ordenar los análisis de los resultados, se la denominó "Propuesta expositiva".
La otra propuesta consistía en la utilización de las animaciones, simulaciones y videos, por parte de los alumnos, en la sala de cómputos. Para ello se diseñó una guía impresa que contenía una secuencia de actividades. Las actividades y preguntas estuvieron orientadas a enfrentar las principales concepciones alternativas sobre el Sistema Circulatorio Humano estudiadas en la bibliografía. Los alumnos, trabajando en parejas, debían ir analizando cada archivo y respondiendo a las actividades planteadas. La propuesta se llevó a cabo íntegramente en la sala de cómputos y el docente acompañaba a los alumnos cuando tenían o se percibía alguna dificultad. A esta propuesta se la denominó "Propuesta con computadoras".

2.3 Los sujetos involucrados

En una primera instancia se buscaron docentes con diferentes características que quisieran participar en esta investigación, y que trabajaran en colegios con diferentes realidades sociales. Para seleccionar quiénes trabajarían con una u otra propuesta, se tuvieron en cuenta aquellos colegios que disponían de una sala de cómputos con más de 14 computadoras, que permitiera realizar el trabajo con dos alumnos por máquina. De esta manera, quedaron definidos:
"Propuesta expositiva": 4 docentes, en tres colegios diferentes. Un colegio privado y dos colegios públicos, cada uno con realidades sociales diferentes. Un total de 4 cursos analizados.
"Propuesta con computadoras": 3 docentes, en dos colegios diferentes. Un colegio privado y otro colegio público. Un total de 3 cursos analizados.

2.4 Instrumento de análisis: Test de Actitudes

Para la investigación general se realizaron observaciones de clase (registro en papel, grabación en audio, toma de fotografías), entrevistas a docentes y registros de reuniones de trabajo con profesores. Además se suministraron dos test a los alumnos, un Test Conceptual Final y un Test de Actitudes. Este último es el instrumento que desarrollará en el presente trabajo.
El Test de Actitudes es un cuestionario tipo Likert, análogo al realizado por Gómez-Chacón (2010) para el aprendizaje de la matemática con tecnología. Presenta 24 afirmaciones, divididas en seis dimensiones de análisis:
Confianza en Biología: Cuando el estudiante espera tener buenos resultados en Biología, se siente bien en la asignatura, no le preocupa la dificultad de la materia porque considera que con esfuerzo logrará buenos resultados.
Motivación en Biología: Cuando el estudiante muestra interés por la Biología y encuentra que su aprendizaje es agradable.
Compromiso en Biología: Cuando manifiesta una implicación responsable con el aprendizaje de la biología.
Confianza con la computadora: Cuando el estudiante se siente seguro en las operaciones que realizará con la computadora, que puede manejar los procedimientos, que puede solucionar errores.

Motivación hacia la computadora: Cuando el estudiante muestra interés por las computadoras y encuentra el aprendizaje en ellas, es agradable. Cuando reconoce que la computadora le permite más libertad. Incluye el valor para el usuario y la expectativa de éxito.
Interacción del estudiante con la Biología y las computadoras: Cuando los estudiantes piensan que las computadoras mejoran su aprendizaje, proporcionándoles más ejemplos, estableciendo más relaciones.

3. Resultados

Se analizó la fiabilidad del instrumento, a través de su consistencia interna utilizando el coeficiente Alpha de Crombach obteniéndose un valor aceptable de $\alpha = 0{,}70$. Para el análisis de los resultados, en términos de tendencias, los mismos se agruparon en dos, teniendo por un lado los alumnos que trabajaron con la "propuesta expositiva" y por el otro los que trabajaron con la "propuesta con computadoras". En una primera instancia se realizaron el promedio de ambos grupos, para las actitudes en total y las actitudes hacia la Biología y la computadora en particular (tabla 1). También se discriminaron los promedios de las actitudes hacia la Biología (Tabla 2), distinguiendo confianza, motivación y compromiso. Para las actitudes hacia la computadora, se distinguieron entre confianza, motivación y relación entre la biología y la computadora (tabla 3).

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Actitudes total	3,77	3,71
Promedio Actitudes hacia Biología	3,76	3,48
Promedio Actitudes hacia Computadora	3,77	3,94

Tabla 1: Promedio de actitudes generales

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Confianza	3,93	3,91
Promedio Motivación	3,74	3,23
Promedio Compromiso	3,67	3,37

Tabla 2: Promedio de actitudes hacia la Biología

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Confianza	3,65	3,84
Promedio Motivación	3,72	3,98
Promedio Interacción Biología- Computadora	4,00	4,03

Tabla 3: Promedio de actitudes hacia la Computadora

También se analizaron los test t de comparación de medias para muestras independientes. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias significativas en el total de las actitudes ($p=0{,}353$). Sin embargo, al analizar las seis dimensiones por separado se puede determinar que:

- Existen diferencias significativas a favor del grupo expositivo en las actitudes hacia la biología en general (p=0,000), y en el compromiso (p=0,006) y la motivación hacia la biología (p= 0,000) en particular. No se encontraron diferencias significativas en relación a la confianza hacia la biología (p=0,798)
- Si bien no existen diferencias significativas en las actitudes hacia la computadora en general (p=0,075), si las hay en relación a la motivación hacia la computadora (p=0,034); diferencia a favor del grupo alumnos frente a la computadora. No se registraron diferencias significativas en relación a la confianza (p=0,095) hacia la computadora
- No se encontraron diferencias significativas en relación a la interacción de la biología con la computadora (p=0,76).

4. Conclusiones

Los alumnos del grupo expositivo mostraron interesarse por la Biología e implicarse responsablemente en su aprendizaje. Por otro lado, los alumnos del grupo de la propuesta frente a la computadora mostraron interés por la misma como recurso de aprendizaje.

Los resultados podrían estar mostrando que existe cierta relación entre el contexto de enseñanza del Sistema Circulatorio Humano y las motivaciones y compromiso que generan en los alumnos. Así, un contexto de enseñanza basado principalmente en la interacción alumno-computadora generaría cierta motivación hacia la computadora, donde los alumnos la reconocen como una herramienta importante para su aprendizaje y un elemento que les permite cierta libertad. Por otro lado un contexto de enseñanza donde el docente enseña, explica y hace uso de los recursos, generaría en los alumnos intereses, no tanto en los recursos, sino más bien en la asignatura. Estos resultados y conclusiones tienen un carácter preliminar, dado que falta contrastar los mismos, con las observaciones de clases y los test conceptuales, a fin de determinar mayores y mejores análisis en relación a la enseñanza del Sistema Circulatorio Humano bajo diferentes contextos de utilización de simulaciones y animaciones.

Referencias

Chiu, M. y Wu, H. (2009) *The roles of multimedia in the teaching and learning of the triplet relationship in chemistry.* En J. K. Gilbert y D. Treagust (eds.), *Multiple representations in chemical educatio*n, USA: Springer.

Coleman, I., Dewhurst, D., Meehan, A. y Williams, A. (1994). A computer simulation for learning about the physiological response to exercise. *Advances. in Physiology Education* 266, 2-9.

De Costa, J. (2003). Simulación de alteraciones del sistema circulatorio. Prácticas de Fiosiopatología Humana – Dpto de Fisiología – Unidad de Fisiología Animal – Facultad de Biología – Universidad de Murcia. España

Franzolin, F., Pereira, A., Pereira , I. y Fejes, M. (2006). Algunas consideraciones sobre los aspectos pedagógicos de los software´s para la enseñanza de las ciencias. *Journal of Science Education* 7 (1), 10-14.

García, A. y Gil, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencas,* 5 (2), 304-322.

García, M. y Ortega, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 6 (3), 562-576*

Buckley, B. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22(9), 895-935.

Gil, S. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física. Oportunidades y desafíos. *VI Conferencia Interamericana sobre educación en la Física.* 13-15.

Gómez-Chacón, I. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 227-244.

Hoftein, A. y Luneta, V. (1980) The role of the laboratory in science teaching: research implications. NARST symposium, Boston, Massachusetts.

Hoover, M. y Pelaez, N. (2008). Blood circulation laboratory investigations with video are less investigative than instructional blood circulation laboratories with live organisms. *Advances in Physiology Education* 32, 55–60

Perales, J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 24(1),13-30.

Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TICs. *Educación Química,* 20(3), 345-350.

Thomas, A. y Schurr, A. (1998). Simulations for education: the potential and reality. *Active Learning* 9, 65-66.

INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM NECESSIDADES ESPECIAIS NO ENSINO SUPERIOR: NÚMEROS TOTAIS NO BRASIL E EM GRADUAÇÕES DA ÁREA BIOMÉDICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Michele Waltz Comarú[1,4]; Renata Santos Oliveira[2]; Tatiana Ferreira Pimentel Santana[2]; Cláudia Mara Lara Melo Coutinho[3,4]
[1] Instituto Oswaldo Cruz - IOC, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ;
[2] Faculdade Estácio de Sá, Vitória, ES; [3] Departamento de Biologia Celular e Molecular, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ;
[4] Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB), Instituto Oswaldo Cruz - IOC , FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ
mcomaru@ioc.fiocruz.br

Resumo: O trabalho objetivou levantar o total de Estudantes com Necessidades Especiais (ENE) no Brasil entre 2000 e 2008 através de análise de dados oficiais do INEP, além de realizar pesquisa de campo para identificar número e distribuição de alunos com deficiência visual em cursos da área biomédica em Instituições de Ensino Superior do estado do Espírito Santo em 2006 e 2008. Os dados nacionais mostram que o ingresso de ENE no ensino superior cresceu mais de 5 vezes entre os anos de 2000 e 2008. Os dados no Espírito Santo revelam que entre 2006 e 2008 houve um crescimento de 50% no número de alunos deficientes visuais em graduações especificamente da área biomédica. Durante o período da pesquisa, o curso que apresentou maior número de ENE foi Fisioterapia. Os resultados revelaram ainda que havia dispersão de ENE em diversas instituições e que a grande maioria foi encontrada em instituições privadas.

Palavras-chave: educação inclusiva; deficiente visual; ensino superior; área biomédica.

1. Introdução

A Constituição determina que educação é um direito social básico de qualquer cidadão brasileiro (BRASIL, 1988). A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada em 1996, define e regulariza o sistema de educação com base nos princípios presentes na Constituição, inspirados na liberdade e em ideais de solidariedade humana. De acordo com a LDB, o ensino deve ser ministrado em igualdade de condições para o acesso e permanência do educando na escola.

A LDB define que devem ser assegurados aos Estudantes com Necessidades Especiais (ENE) currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e específicos, bem como professores com especialização adequada para atendimento especializado. A literatura nos aponta, entretanto, que as Instituições de Ensino Superior (IES) não estão preparadas para receber esses alunos, por conta de salas de aula inadequadas, professores despreparados, recursos e materiais didáticos insuficientes, estruturas físicas e pedagógicas limitadas (Wataya, 2006). Problemas dessa ordem caracterizam a incipiência do sistema educacional brasileiro frente ao desafio da inclusão no ensino superior.

Diversos autores apontam que aqueles que pretendem desenvolver projetos de educação voltados para ENE em qualquer nível de ensino esbarram na carência de estudos sistematizados e de experiências e práticas educacionais validadas cientificamente para ações de inclusão (Costa e Neves, 2002; Glat e Pletsch, 2004; Costa e cols., 2006; Bueno, 2007; Vitaliano, 2007). Particularmente no ensino superior, ainda são escassas

as publicações científicas sobre o processo de ingresso, permanência e êxito acadêmico de ENE nas IES (Ferreira, 2007).

Traçar um perfil da realidade brasileira referente à área de educação inclusiva ajuda a subsidiar estratégias de favorecimento da inclusão. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) fornece dados estatísticos relevantres para a comunidade educacional como um todo. Particularmente no que se refere aos ENE, esses dados, no entanto, não permitem conhecer a distribuição dos mesmos na graduação por área de conhecimento, curso ou tipo de instituição, se pública ou privada. No presente trabalho, objetivamos (i) levantar o número total de ENE no Brasil no período compreendido entre 2000 e 2008, através de análise de dados oficiais do INEP, (ii) realizar pesquisa de campo a fim de identificar o número e distribuição de alunos com deficiência visual matriculados em IES do estado do Espírito Santo nos anos de 2006 e 2008. Nesse último caso, o universo da pesquisa abordou exclusivamente cursos superiores da área biomédica, pois pretendeu oferecer um recorte da realidade da inclusão nessa área. Justificamos nosso interesse pela área biomédica, uma vez que seus cursos de graduação comumente incluem disciplinas morfolóficas e de conteúdo prático que requerem estratégias metodológicas alternativas para deficientes visuais em seu processo de ensino-aprendizagem.

2. Método

2.1. Levantamento de dados sobre total de ENE no Brasil

Os dados oficiais apresentados em nosso trabalho foram extraídos de planilhas disponibilizadas no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), referentes ao período compreendido entre os anos de 2000 e 2008, correspondendo aos dados mais recentes divulgados até o momento do nosso levantamento (INEP, 2011). As planilhas pesquisadas compõem relatório de resultados de dois censos anuais e independentes realizados pelo INEP em todo o Brasil: Censo Escolar (dados da educação básica) e Censo da Educação Superior. Entende-se por educação básica a educação infantil, o ensino fundamental, o ensino médio e a educação de jovens e adultos (EJA).

2.2. Levantamento de dados sobre total de ENE em graduações da área biomédica no estado do Espírito Santo

A lista das Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Espírito Santo, assim como dos cursos da área biomédica oficialmente registrados em cada uma delas, foi obtida utilizando-se a ferramenta de busca disponível no sítio eletrônico do Ministério da Educação no segundo semestre de 2006 e no primeiro semestre de 2008. Em 2006, foram identificadas 22 IES com um total de 89 cursos na área biomédica. Em 2008, esse número caiu para 17 IES, as quais ofereciam 85 cursos. Em 2006, o levantamento de dados de nossa pesquisa atingiu todos os 89 cursos oferecidos pelas IES, públicas e privadas. Já em 2008, nossa pesquisa abrangeu 41 cursos do total de 85 oferecidos pelas IES, uma vez que obtivemos um número menor de respostas aos questionários aplicados às IES.

Nos anos de 2006 e 2008, o levantamento de dados consistiu na aplicação de um questionário, contendo a seguinte pergunta aos coordenadores dos diferentes cursos de graduação da área biomédica de cada uma das IES: "*Existem alunos com deficiência visual (cegos ou parcialmente cegos) no seu curso? Se SIM, quantos e em quais períodos?*".

O questionário foi inicialmente aplicado através de envio e obtenção de respostas por meio de correio eletrônico. Caso a resposta não fosse obtida no prazo de uma semana, uma nova tentativa era feita também por correio eletrônico e, seqüencialmente, após o prazo de uma semana sem resposta, contato telefônico era realizado solicitando a resposta ao questionário através de correio eletrônico. Finalmente, como última alternativa, o questionário era aplicado pessoalmente nas instalações da IES em questão. O percentual de obtenção de respostas dos coordenadores de cursos após cada uma das tentativas de contato com as IES é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Percentual de obtenção de respostas para os questionários aplicados aos coordenadores de cursos adotando-se estratégias seqüenciais de contato com as IES

Resposta mediante estratégias sequenciais de contato com as IES	**2006 - 89 cursos totais**			**2008 - 85 cursos totais**		
	Nº de cursos	**% do total**	**% cumulativo**	**Nº de cursos**	**% do total**	**% cumulativo**
1. Primeiro contato via e-mail	34	38%	38%	10	12%	12%
2. Segundo contato via e-mail	24	27%	65%	19	22%	34%
3. Contato telefônico	22	24%	89%	11	13%	47%
4. Contato pessoal	9	10%	**100%**	1	1%	**48%**

3. Resultados

Análise dos dados do Censo Escolar disponibilizados no sítio eletrônico do INEP referentes ao período de 2000 a 2008 aponta crescimento gradual do número de estudantes com necessidades especiais (ENE) no sistema educacional brasileiro. Enquanto o número total de ENE na educação básica quase dobrou (1,9 vezes), no ensino superior esse número mais que quintuplicou (5,2 vezes), como mostra a Tabela 2.

TABELA 2: Evolução do número de matrículas totais de estudantes com e sem necessidades especiais na educação básica e no ensino superior entre os anos de 2000 e 2008 (Fonte: INEP, 2011)

Estudantes matriculados no ensino formal		**2000**	**2008**	**Aumento 2008/2000 (em vezes)**
Educação Básica	Total de estudantes	45.523.233	52.321.667	1,1
	Estudantes sem necessidades especiais	45.141.018	51.557.608	1,1

	Estudantes com necessidades especiais (ENE)	382.215	764.059	**1,9**
	% de estudantes sem necessidades especiais em relação ao total de estudantes	99,2%	98,6%	0,9
	% de ENE em relação ao total de estudantes	**0,8%**	**1,4%**	1,7
Ensino Superior	Total de estudantes	2.696.418	6.779.545	2,5
	Estudantes sem necessidades especiais	2.694.245	6.768.133	2,5
	Estudantes com necessidades especiais (ENE)	2.173	11.412	**5,2**
	% de estudantes sem necessidades especiais em relação ao total de estudantes	**99,92%**	**99,83%**	1
	% de ENE em relação ao total de estudantes	**0,08%**	**0,17%**	2,1

No mesmo período, na educação básica o número total de estudantes sem necessidades especiais aumentou 1,1 vezes, enquanto no ensino superior o aumento foi de 2,5 vezes, aumento equivalente observado para o número total de estudantes. Ou seja, o índice de crescimento do número total de estudantes e do número de estudantes sem necessidades especiais foi de 2,3 vezes, enquanto o mesmo índice aplicado ao número total de ENE foi de 2,7 vezes, o que corresponde a um percentual de 17 % a mais de crescimento de ENE em relação aos estudantes sem necessidades especiais. Esses dados revelam que em relação ao número total de estudantes, existe uma demanda crescente de ingresso de ENE no ensino superior (que passou de 0,08 % para 0,17 %, aumento equivalente a 1,7 vezes), percentualmente maior do que a demanda de ingresso na educação básica (que passou de 0,8 % para 1,4 %, aumento equivalente a 2,1 vezes) entre os anos de 2000 e 2008.

Ainda de acordo com dados do Censo Escolar disponibilizados pelo INEP, observa-se que o número de ENE com deficiência visual no ensino superior também aumentou entre os anos de 2000 e 2008, como demonstrado na Figura 1. Entre 2000 e 2008, o número total de ENE passou de 2.173 para 11.412 (aumento de 5,2 vezes, como apontado anteriormente) e o número total de deficientes visuais passou de 335 para 5.121 (aumento de 15,3 vezes), o que mostra que o número total de deficientes visuais cresceu 2,9 vezes em relação ao número total de ENE. Do universo de ENE, o percentual de deficientes visuais subiu de 15 % para 45 %, respectivamente entre os anos de 2000 e 2008. Ou seja, em 2008, aproximadamente 50 % dos ENE no ensino superior correspondiam a estudantes com deficiência visual.

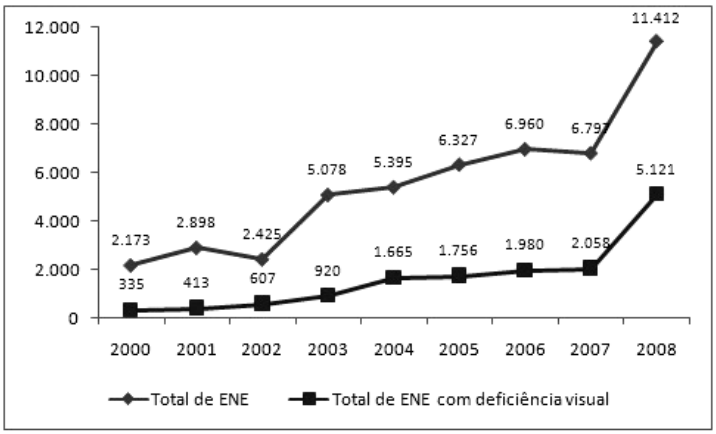


FIGURA 1: Curva de crescimento do número total de estudantes com necessidades especiais (ENE) e de ENE com deficiência visual no ensino superior no Brasil entre os anos de 2000 e 2008 (Fonte: INEP, 2010)

Não há informação oficial disponibilizada pelo INEP que permita conhecer a distribuição dos deficientes visuais nas diversas áreas de conhecimento no ensino superior. No presente trabalho, pesquisa realizada nos anos de 2006 e 2008 nas Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Espírito Santo buscou mapear a presença de deficientes visuais em cursos de graduação da área biomédica. Os dados obtidos identificaram 17 e 14 estudantes que correspondiam a esse perfil, respectivamente nos anos de 2006 e 2008 (Tabela 3). Em 2006, dois estudantes encontravam-se matriculados em IES públicas e 15 em IES privadas, enquanto que, em 2008, todos se encontravam em IES privadas.

Em 2006, maior número de deficientes visuais era absorvido pelo curso de Fisioterapia (seis), seguido por Serviço Social (cinco), Psicologia (quatro), Farmácia (um) e Educação Física (um), como mostra a tabela 3. Da mesma forma, o levantamento em 2008 (Tabela 3) mostrou que Fisioterapia e Psicologia continuavam sendo os cursos com maior número de estudantes com deficiência visual, quatro em cada curso. Dois estudantes estavam matriculados no curso de Educação Física e os outros quatro foram localizados em outros cursos, a saber: Odontologia (dois), Farmácia (um) e Medicina Veterinária (um).

TABELA 3: Distribuição de estudantes com deficiência visual por cursos de graduação da área biomédica em IES do estado do Espírito Santo nos anos de 2006 e 2008

	Número de estudantes com deficiência visual	
CURSOS DA ÁREA BIOMÉDICA	**2006**	**2008**
FISIOTERAPIA	6	4
SERVIÇO SOCIAL	5	-
PSICOLOGIA	4	4
FARMÁCIA	1	1
EDUCAÇÃO FÍSICA	1	2

ODONTOLOGIA	-	2
MEDICINA VETERINÁRIA	-	1

Os dados obtidos mostram ainda dispersão relativamente homogênea dos estudantes com deficiência visual em IES do estado do Espírito Santo nos anos de 2006 e 2008 (Figura 2).

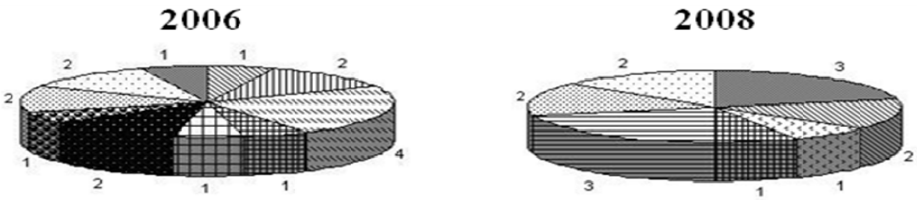


FIGURA 2: Número de estudantes com deficiência visual identificado em cada uma das Instituições de Ensino Superior (IES) do estado do Espírito Santo que ofereciam cursos de graduação na área biomédica nos anos de 2006 (17 estudantes distribuídos em 10 IES) e 2008 (14 estudantes distribuídos em sete IES)

Como anteriormente descrito, em 2006, o levantamento de dados de nossa pesquisa atingiu todos os 89 cursos oferecidos pelas IES, públicas e privadas. Já em 2008, nossa pesquisa abrangeu 41 cursos do total de 85 oferecidos pelas IES, uma vez que obtivemos um número menor de respostas aos questionários aplicados às IES. A fim de identificar possíveis mudanças no número de deficientes visuais no ensino superior em IES do Espírito Santo, apresentamos a seguir dados referentes somente aos 41 cursos que participaram integralmente da pesquisa nos anos de 2006 e 2008. Considerando este recorte de análise, em 2006 havia 10 estudantes com deficiência visual, sendo que um deles se formou em 2007 (Fisioterapia), de acordo com informações do coordenador do curso. Em 2008, além dos nove estudantes anteriormente identificados (três de Fisioterapia, quatro de Psicologia, um de Farmácia e um de Educação Física), outros cinco foram adicionalmente localizados nos cursos de Odontologia (dois), Medicina Veterinária (um), Educação Física (um) e Fisioterapia (um). Ou seja, nesses 41 cursos investigados, num período de três semestres, houve um acréscimo de 50 % no número de estudantes com deficiência visual matriculados na área biomédica no estado do Espírito Santo.

4. Discussão e Conclusões

A literatura é recorrente ao apontar a carência de políticas públicas e o despreparo das universidades para atendimento às necessidades da educação inclusiva no ensino superior no Brasil (Fonseca, 2000; Carvalho, 2001; Moreira, 2005; Castanho e Freitas, 2006, Manente e cols., 2007; Vitaliano, 2007). Entretanto, apesar das dificuldades já conhecidas, resultados obtidos pela análise dos números do INEP revelam pressão particular e crescente de acesso de ENE ao ensino superior. No período compreendido entre os anos de 2000 e 2008, enquanto o acesso de ENE ao ensino superior mais que quintuplicou (5,2 vezes), na educação básica aumentou apenas 1,9 vezes. É papel das IES receber essa nova demanda com qualidade de ensino e buscar soluções para as mais variadas dificuldades. Entendemos que o aumento significativo do acesso de ENE, mais especificamente de deficientes visuais, à universidade, revela um avanço importante nas questões de formação e de inclusão. Porém, é importante discutir as questões relacionadas à qualidade do processo ensino-aprendizagem desses alunos, em outras

palavras, mais do que ingressar esses alunos precisam permanecer na universidade e ter acesso à formação profissional que os permita ingressar no mercado de trabalho. Como apontado por Castanho e Freitas (2006), diante das dificuldades enfrentadas pelos ENE que freqüentam o ensino superior, é indispensável que a universidade ofereça uma educação de qualidade, pois antes de lhes ser garantido um direito, plenamente reconhecido, é um dever do estado implementar ações que favoreçam não só seu ingresso, como sua permanência e saída do ensino superior. Segundo Cunha e Pinto (2009) para se enfrentar o desafio da inclusão com qualidade, as práticas pedagógicas tradicionalmente empregadas na universidade devem ser modificadas. As autoras colocam que o ingresso de ENE ao ensino superior pode promover uma ruptura no que ele define como "práticas clássicas de ensinar" que se estabeleceram como conseqüência da docência alicerçada historicamente no prestígio profissional ou no perfil investigativo do professor. Nesse sentido entendemos que esse movimento gerado pelo ingresso de ENE na universidade poderá ter conseqüências para toda a comunidade acadêmica. A educação inclusiva de qualidade, portanto pode fazer com o sistema educacional seja renovado, modernizado, abrangendo ações pedagógicas diferentes do tradicional, porque, como discutido por Muller e Glat (1999), a inclusão é desafiadora e os docentes na universidade devem fazer parte dessa mudança.

Ainda sobre inserção e permanência de ENE na universidade, Moreira (2005) ressalta que a maioria das universidades não dispõe de mapeamentos acerca do assunto e, raramente, possuem um serviço de apoio a estes estudantes, o que por si só revela um processo de exclusão. Tais serviços são destacados por Brumer e cols. (2004) como fundamentais para garantir a permanência do aluno deficiente visual em instituições de ensino superior. De acordo com nossa análise dos números do INEP, em 2008, aproximadamente 50 % dos ENE matriculados no ensino superior correspondiam a deficientes visuais. Particularmente em relação a esse grupo, é importante conhecer as condições das IES para acolhimento desses estudantes. Nos cursos de graduação predominantemente de conteúdo teórico, tecnologias assistivas e adaptativas são apresentadas em diversos trabalhos. Particularmente quando tratamos de deficientes visuais as chamadas TIC's – Tecnologias de informação e comunicação – ganham um destaque especial (Carvalho, 2001; Lara e Campos, 2002; Estabel e cols., 2006; Wataya, 2006). Da mesma maneira o livro falado (gravação em áudio de literatura acadêmica) é apresentado por Cerqueira e Ferreira (2000) como eficiente recurso didático no ensino superior. Entretanto, tais recursos nao são suficientes para suprir limitações impostas aos deficientes visuais em disciplinas de conteúdos prático e morfológico da grade curricular de cursos da área biomédica que requerem a visão para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, educação inclusiva só poderá acontecer mediante desenvolvimento e aplicação de metodologias específicas de ensino em contraposição às metodologias convecionais que se valem, por exemplo, da visualização e análise de imagens de microscopia, de radiografias, de registros gráficos gerados por equipamentos da área de saúde.

Sobre políticas públicas que assegurem a qualidade de ensino para ENE na universidade, é apontado por Ramos (2009) que, de uma forma geral, nos países da América Latina, a discussão sobre educação inclusiva no nível de graduação ainda é muito recente. O autor coloca que historicamente o ensino superior na América Latina e no Caribe se apresenta com uma forte tradição de exclusão, muito em função da compartimentalização de seu currículo em disciplinas por docente que faz deste nível educativo extraordinariamente complexo, não só para ENE como para todos os alunos.

Em alguns países, como na Argentina e no México, se estabelece, em algumas províncias, a estratégia de apenas um docente por grupo ou a modalidade de educação à distância, como alternativas para a inclusão de ENE em cursos superiores. Mas, segundo o autor, ainda assim prevalece o modelo clássico universitário em quase todo o continente. Já sobre a realidade brasileira Moreira (2005) coloca que historicamente as IES vêm encontrando inúmeras dificuldades para efetivar uma educação pautada em critérios inclusivos e democráticos. Segundo a autora a universidade é um espaço que deve contribuir para a formação intelectual, cultural e política no país, e por essa razão deve ampliar o significado de sua função social e assegurar o direito à educação e à igualdade de oportunidades àqueles alunos que tradicionalmente não fizeram parte de seu alunado, como é o caso dos ENE. Neste sentido Castanho e Freitas (2006) ressaltam que cabe às instituições de ensino superior, instituir políticas de inclusão valorizando ações pautadas no respeito à diversidade, considerando o papel que as mesmas assumem ao longo da história da sociedade. Sendo assim, mais do que a existência de uma pressão numérica revelada no presente trabalho, entendemos que devem ser assegurados aos alunos com deficiência que chegam ao ensino superior uma formação de qualidade e que as universidades devem instituir políticas públicas que viabilizem tal processo inclusivo.

Acreditamos que nosso trabalho possa contribuir para fomentar a discussão científica em torno do tema da educação inclusiva de estudantes com deficiência no ensino superior.

5. Referências

Brasil. (1988). *Constituição Federal Brasileira*.

Brasil. (1996) MEC - Ministério da Educação e do Desporto. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9394/96*. 20 de dezembro de 1996.

Brumer, A.; Pavei, K.; Mocelim, D.G. (2004). Saindo da "escuridão": perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 6, nº 11p. 300-327, jan/jun.

Bueno, J.G.S. (2007). A integração social das crianças deficientes: a função da educação especial. In: Manente, M.V.; Rodrigues, O.M.P.R.; Palamin, M.E.G. Deficientes auditivos e escolaridade: fatores diferenciais que possibilitam o acesso ao ensino superior. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v.13, n.1, p. 27-42, Jan.-Abr.

Carvalho, J.O.F. (2001) *Soluções tecnológicas para viabilizar o acesso do deficiente visual à Educação a Distância no Ensino Superior*. Tese de doutorado em engenharia elétrica e de computação – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Castanho, D.M.; Freitas, S.N. (2006). Inclusão e prática docente no ensino superior. *Revista Educação Especial*. Santa Maria, n.27, p.85-92.

Cerqueira, J.B.; Ferreira, E.M.B. (2000). Recursos didáticos na educação especial. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, ano 6, n.18. abr.

Costa, L.G.; Neves, M.C.D. (2002). A investigação em "educação em ciência" no contexto da "educação especial": algumas considerações sobre as dificuldades da pesquisa bibliográfica. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, ano 8, n. 23, p.15 -17, dez.

Costa, L.G.; Neves, M.C.D.; Barone, D.A.C. (2006). O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 2, p. 143-153.

Cunha, M.I.; Pinto, M.M.; (2009). Qualidade e educação superiorno Brasil e o desafio da inclusão social na perspectiva epistemológica e ética. *R. bras. Est. pedag.*, Brasília, v. 90, n. 226, p. 571-591, set./dez.

Estabel, L.B.; Moro, E.L.S.; Santarosa, L.M.C. (2006). A Superação das Limitações na Criação da Página Pessoal para Internet: um Estudo de Caso. *INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática*. Porto Alegre, v.9, n.1, jan./jun.

Ferreira, S.L. (2007) Ingresso, permanência e competência: uma realidade possível para universitários com necessidades educacionais especiais. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v.13, n.1, p.43-60, Jan.-Abr.

Fonseca, V. (2000) Integração de estudantes portadores de deficiência auditiva no ensino superior: alguns dados de caracterização e de intervenção. *Espaço Informativo técnico-científico do INES,* Rio de Janeiro, n.13, p.38-47, jun.

Glat, R.; Pletsch, M.D. (2004). O Papel da Universidade Pública frente às políticas públicas para educação inclusiva. *Benjamim Constant,* ano 10, n. 29, p. 3 - 8, dez.

INEP. (2006) Instituto Nacional de estudos e pesquisas educacionais. *Ministério da Educação.* Sistema de busca de instituições de ensino superior. Disponível em: <http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/busca_instituicao.stm.> Último acesso em: out. 2006.

INEP. (2010) Censo Escolar. Sinopses estatísticas da Educação Básica. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/censo/default.asp> Último acesso em: mar. 2010.

INEP. (2010) Censo da Educação Superior. Sinopses estatísticas da Educação Superior. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/default.asp> Último acesso em: mar. 2010.

Lara, A.T.S; Campos, M.B. (2002). A tecnologia móvel aplicada a ambientes de aprendizagem para inclusão de acadêmicos com necessidades educacionais especiais. Trabalho no âmbito do projeto "HP Mobility - Applied Mobile Technology Solutions in Learning Environments". Hewlett-Packard Company – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas (IPCT PUCRS) – Faculdade de Educação – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: <www.niee.ufrgs.br/eventos/CIIEE/2002/programacao/Paineis.pdf> . Último acesso em: jun. 2011.

Manente, M.V.; Rodrigues, O.M.P.R.; Palamin, M. E. G. (2007). Deficientes auditivos e escolaridade: fatores diferenciais que possibilitam o acesso ao ensino superior. Revista Brasileira de Educação Especial. v.13, n.1, p.27-42. jan.-abr.

Moreira, L.C. (2005). In(ex)clusão na universidade: o aluno com necessidades educacionais especiais em questão. *Revista Educação Especial*. Santa Maria, n.25, p.37-47.

Muller T. M. P.; glat, R. (1999). Uma professora muito especial: questões atuais de educação especial). Viveiros de Castro.

Ramos, E.G. (2009) La Integración y la Inclusión de alumnos con discapacidad en América Latina y el Caribe. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*. p.15-23. 2009.

Vitaliano, C.R. (2007) Análise da preparação pedagógica de professores de cursos de licenciatura para a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v.13. n.3. p.399-414. set./dez.

Wataya, R.S. (2006) O uso de leitores de tela no TelEduc*. *Inteface: Comunicação, Saúde e Educação*, v.9, n.18, p. 227-42, jan.-jun.

CUANDO ENSEÑAMOS BIOLOGÍA ¿ES POSIBLE ABORDAR PROBLEMAS BIOÉTICOS?

Fernando José Tapia Luzardo; Yannett Josefina Arteaga Quevedo.
Departamento de Biología. Facultad de Humanidades y Educación de La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
fernanjtl@yahoo.com.mx; yarteagaq@yahoo.com.mx.

Resumen
El desarrollo científico-tecnológico ha generado grandes expectativas sociales, positivas y negativas. Ante esta cuestión, la Bioética ha surgido para defender la dignidad del ser humano y el respeto por sus derechos. En la Educación Media General, se abordan algunos temas polémicos como la biotecnología moderna, la clonación, entre otros; cuyas implicaciones bioéticas interesan a todos; pero su abordaje en el aula es difícil. Se planteó establecer relaciones entre las estrategias empleadas por los profesores de biología para enseñar sus contenidos, con aquellas propuestas para la formación en valores. Es una investigación descriptiva, de campo y documental, donde participaron 5 docentes, la información se recolectó a través de observaciones de clases, entrevistas y revisión bibliográfica. Como conclusión, las estrategias utilizadas, manejadas bajo el modelo didáctico tradicional, no favorecen el abordaje de problemas bioéticos, por ello se recomienda fomentar la discusión y reflexión en el aula para abordar estos temas.

Palabras claves: Enseñanza de la Biología, Bioética, Estrategias Didácticas.

1.- Introducción.-

Se escucha en diversos programas de televisión ó se lee en los medios impresos y en el internet, la expresión "se están perdiendo los valores", sin embargo la realidad es que los valores siempre han estado, lo que ha cambiado es la valoración hecha por los individuos que integran una sociedad, asunto de gran interés para la ética.

En este sentido, la ética contempla costumbres que no son innatas, sino adquiridas por el hábito, distinguidas con el nombre de virtudes éticas y morales (Kujawa,1997); al respecto Denis (2000) la define, como el conjunto de normas, ideales y valores que modelan la conducta de los individuos pertenecientes a un grupo social, manteniéndola dentro de ciertos límites en los que cada persona de ese grupo debe adaptarse, destacando que estas normas, ideales y valores se interiorizan de manera imperceptible, cuyo conocimiento es impreciso y de verificación incierta, expresado a través de juicios de valor.

En nuestra sociedad, se hace cada día más difícil para niños y adolescentes, distinguir lo bueno de lo malo, lo justo de lo injusto, si se consideran la gran cantidad de factores de descomposición social, que obstaculizan ver con claridad lo que es éticamente correcto; en este sentido la familia juega un papel fundamental, así como también la escuela, el docente y el entorno, actores todos responsables de la tarea de ayudar a dirigir la mirada hacia los comportamientos éticos adecuados.

Ante esta situación, surge la preocupación de favorecer a través de la educación, la aprehensión de valores éticos y morales por parte de los jóvenes en formación; así se declara el saber ser y el saber convivir como pilares fundamentales de la Educación; ya en la reforma parcial del Sistema Educativo Venezolano, llevado a cabo en el año 1996, los contenidos actitudinales son integrados de manera formal a los programas de

estudio; por lo tanto la enseñanza de estos contenidos, es responsabilidad de todas las disciplinas que integran el currículo, incluida la biología; haciéndose ineludible para los profesores de esta ciencia la formación de valores éticos y morales en sus estudiantes.
Al considerar, que la etapa crítica según piaget (Denis,2000) para la aprehensión de valores, está comprendida entre los 11 y los 16 años de edad, y ante los alarmantes signos de descomposición social; en la escuela se conserva la esperanza para generar la transformación deseada, si se parte del compromiso que asume ante la sociedad en la formación en valores éticos y morales, sustentados en las leyes; que lleva implícito orientar a los jóvenes para que se forme un sentido efectivo y serio de sí mismo y sus actuaciones, haciéndoles conscientes de su participación en la construcción de la sociedad a la que pertenece.
Así, la formación de valores y actitudes se han convertido en un eje transversal del currículo, que penetra las diferentes disciplinas científicas que lo integran, entre ellas las ciencias naturales y de forma particular la Biología, etimológicamente hablando el "estudio de la vida"; y precisamente la vida es uno de los valores fundamentales más apreciados por el ser humano, la defensa de la vida desde el punto de vista psicológico es un instinto, sin embargo el hombre ante los progresos científicos y tecnológicos desarrollados por la ciencia, ha vislumbrado elementos que pudieran poner en riesgo este valor; en este sentido ha surgido la Bioética definida por Martínez (2004) como un encuentro entre distintas disciplinas para abordar los problemas límites generados por los desarrollos científicos-tecnológicos y sus consecuencias, bien sean positivos o negativos sobre la naturaleza y la vida.
Así, la Bioética defiende dos principios morales fundamentales: la dignidad del ser humano y el total respeto de los derechos humanos, afanada en establecer puentes de comprensión entre el conocimiento científico y la estructura valorativa (valores y moral) del hombre, evidenciándose el carácter interdisciplinario de la misma (Martínez,2004).
La Bioética es una disciplina y a su vez una ética civil (Escobar, Sarmiento y Gordillo, 2008); por tanto es enseñable, si partimos que los valores y la moral no son innatos sino adquiridos a través de la experiencia y el contacto con el mundo social; estos autores sugieren que la bioética debe enseñarse desde la primaría hasta el bachillerato, incluso proponen que debería haber una asignatura separada con la intención de enseñar el respeto, la responsabilidad y el amor, propuesta parecida hace Martínez (2004) en relación a la formación de los médicos.
Sin embargo, Garritz (2010) va más allá y afirma que la enseñanza de las ciencias en cuanto a alfabetización científica se refiere, debe brindar herramientas a los ciudadanos para la toma de decisiones, la capacidad de analizar, sintetizar y evaluar información, imbricando el razonamiento moral y los aspectos éticos, sobre todo si se aspira prospere la consulta ciudadana en asuntos que en cierta forma representan riesgos que interesan a todos, tales como la clonación humana, el aborto (estatus del embrión), fertilización in vitro, biotecnología moderna, el genoma humano, la eutanasia, entre otros temas que sobre pasan los límites de la bioética donde domina la incertidumbre, como el cambio climático.
Algunos de estos temas representan para muchos avances significativos y positivos de la ciencia, para otros tantos por el contrario, son una amenaza para la dignidad del ser humano y un peligro para la especie; ciertamente su discusión genera posiciones encontradas en la mayoría de los sectores de la sociedad actual.
Los jóvenes que están en las aulas de clases, no escapan a esta polémica, ya que muchos de estos temas son abordados a través de los medios de comunicación, a los que tienen

libre acceso, además integran los programas de estudios de Educación para la Salud y Biología de la Educación media venezolana. En este sentido los profesores de Biología tampoco pueden eludir el tema y de alguna manera se ven involucrados en la polémica social que generan.

Si se considera, que en el aula de clases se produce un encuentro entre el conocimiento científico y los ciudadanos en formación integrantes de la sociedad, representando vastos sectores de la misma, incluido el propio docente; el salón se convierte en un escenario excelente para la discusión, donde afloren las distintas concepciones de los alumnos provenientes de los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida, incluso las del propio docente, quien seguramente tiene posiciones sesgadas por sus creencias y valores.

En este orden de ideas, el abordaje de estos temas no es fácil, por el contrario es complejo, sin embargo el docente juega un rol importante en la formación de valores éticos y morales en sus estudiantes, para que el alumno pueda desarrollar su propia autonomía moral, si aludimos al compromiso que tiene frente a las leyes y a la sociedad de formar integralmente a sus estudiantes.

Frente a la complejidad que representa el abordaje de estos temas, en los cuales la bioética tiene cosas que decir, haciendo uso de la experiencia brindada en la formación de los profesores de biología y el contacto establecido con ellos posteriormente en estudios de postgrado, surge la inquietud de indagar acerca de las estrategias didácticas utilizadas por los docentes de biología a la hora de impartir sus clases, y contrastarlas con aquellas que proponen los teóricos para favorecer la educación en valores, con la intención de establecer alguna relación entre ambas, e identificar la posibilidad que existe desde las estrategias utilizadas por los docentes en sus clases, para abordar no sólo el aspecto biológico científico del tema, sino también sus implicaciones bioéticas.

2.- Metodología.

Partiendo de la clasificación ofrecida por Hurtado (2000) y Hernández, Fernández y Baptista (1998), el presente trabajo, de acuerdo a su profundidad, se trata de una investigación descriptiva; de campo al considerar que parte de la información se recolectó en el escenario natural de los actores; y bibliográfica o documental, puesto que una porción de los investigación se apoyó en documentos (Sabino, 2007). Las unidades de análisis estuvieron constituidas por 5 docentes de Biología de una institución de Educación Media de carácter público, y documentos consultados acerca de la enseñanza de la ética y los valores.

Para la recolección de la información se utilizó la técnica de la observación (Goetz y LeCompte,1998): **no participante** con la observación de 18 clases entre los 5 profesores, para esta última se elaboró una ficha de observación construida a partir de las categorías de análisis sustentadas en los aportes teóricos de Díaz y Hernández (2004), con la intensión de facilitar la identificación de las estrategias didácticas utilizadas durante las clases de Biología. De las 18 clases observadas 3 fueron desarrollas en el laboratorio y 2 en el patio de la institución como trabajo de campo; y **participante** con entrevistas no estructuradas a los docentes de Biología colaboradores con la investigación, para ello se utilizó un guión con el propósito de indagar el uso de las estrategias de enseñanza, y validar las observaciones de clase efectuadas.

Por último, se realizó una revisión documental o bibliográfica (Sabino,2007) para identificar las estrategias didácticas propuestas para la enseñanza y formación de valores. Una vez obtenida toda la información, se procedió a realizar un análisis de

naturaleza cualitativa, orientado a contrastar o por lo menos de hacer un intento por relacionar las estrategias didácticas utilizadas para la enseñanza de los contenidos biológicos, con las propuestas para la educación en valores, no con la intensión de proporcionar una visión acabada del problema, sino de realizar un primer acercamiento a la situación, que favorezca la construcción de caminos de entendimiento ante situación planteada.

3.- Resultados y discusión.

Identificación de estrategias didácticas utilizadas por los docentes de Biología.

Se realizó a través de las observaciones de clases y las entrevistas a los 5 docentes de biología participantes de la investigación. Se evidenció como estrategia dominante el uso del discurso oral, ya que las exposiciones del profesor abarcaban prácticamente la totalidad de la sesión de clases con muy pocas oportunidades de diálogo e intercambio de ideas con los alumnos, incluidas el trabajo de campo observado y las actividades desarrolladas en el laboratorio del plantel.

En este sentido se analizó el uso de señalizaciones y las preguntas intercaladas. En cuanto al uso de señalizaciones 4 de los docentes hizo uso excesivo de las mismas, indicando "copien esto" (incluso el docente 1dictó hasta los signos de puntuación), o frases como "No se les olvide", "anoten chamitos", "copien rápido", "anoten mis hijos", "copien eso también"; con el uso de estas frases se interpretó que esa parte del contenido es importante, cuestión corroborada con los docentes durante la entrevista; sin embargo su abuso dificulta al alumno discernir lo esencial de los secundario En el caso del docente 5, puntualizó en varias oportunidades "esto para el examen", empleando la señalización en función del examen y no de la importancia del contenido, como lo sugiere Díaz y Hernández (2004).

Rara vez, los docentes 3, 4 y 5 hacían recapitulaciones, pasando rápido de un punto al otro y utilizando frases como: "Ya está!", "Ya está muerto, ahora ¿con que vamos?"; frases que parecían indicar que el punto en cuestión no se abordaría más, siguiendo un estricto orden de los contenidos. Esta situación aunque se repetía en varias oportunidades, en otras pocas los docentes indicaban la continuidad de los contenidos, tal como se evidencia en este extracto de la clase:

> Doc.- Nosotros vimos **en la clase anterior que una de las partes de la célula era la membrana plasmática**, dijimos …….

Por otro lado, los docentes 1, 2 y 5, asignaron a los alumnos exponer parte del contenido, quienes memorísticamente lo hicieron, delatados por las largas pausas que hacían, además recurrían al material de apoyo cuando olvidaban una palabra para retomar el discurso. Terminada la exposición de los alumnos, los docentes tomaban la palabra para explicar nuevamente los mismos contenidos, con escasa referencia explícita a las intervenciones de los estudiantes que expusieron.

En relación a las preguntas durante el discurso, todos los docentes las utilizaban, sin embargo la mayoría de las preguntas eran cerradas y directas (netamente para repetir contenidos conceptuales), tales como: ¿Qué es.?, ¿Cual es .?, ¿Cuántos son?, ¿Cuantos tipos?, ¿Les han hablado de.?, ¿Donde está .?, ¿ es que?, ¿y eso lo producen las..?, ¿Cuál otra?, ¿Cual es la función…?, ¿donde los tenemos?; son muy escasas o casi nulas las preguntas abiertas, estimulando poco el afloramiento de las ideas previas, el razonamiento lógico y por ende la construcción de nuevos conocimientos por parte de

los alumnos según lo expresa Díaz y Hernández (2004), quien propone preguntas tales como: ¿Qué pasaría si..?, ¿qué hacer sí…?, no obstante el hecho de utilizar alguna pregunta de este tipo indica que existe apertura de los docentes a mejorar la técnica.
Otra estrategia identificada en las observaciones de clases fueron las ilustraciones, dos docentes se limitaban a realizar dibujos en la pizarra y explicarlos; el resto utilizaba láminas con imágenes ilustrativas ó láminas con dibujos asignadas a los alumnos; debe destacarse que en todos los casos, las ilustraciones hacían referencia al contenido trabajado en cada sesión, sin embargo fueron subutilizadas y algunas presentaban errores conceptuales, tal como lo reportamos en otro trabajo (Tapia y Arteaga, 2009).
A pesar de ser una buena estrategia, 3 de los docentes indicaban a sus alumnos que debían aprenderse los dibujos porque saldrían en el examen, de manera que se inducía la memorización. Por otra parte, las experiencias de laboratorio observadas eran demostrativas, ya que el docente realizaba los trabajos y los estudiantes participaban poco en las interpretaciones de los resultados. Ahora, en los trabajos de campo, el docente más que en un mediador entre el espacio natural y los alumnos, se convertía en un guía, direccionando la mirada de sus estudiantes y estimulando muy poco el desarrollo de los procesos básicos del pensamiento y de la ciencia, tal como lo describe el modelo didáctico investigador ó descubridor.
También se identificó el uso de organizadores gráficos, 2 de los docentes y en una sola oportunidad utilizaron un mapa de conceptos, uno de los profesores aplicó adecuadamente la técnica propiciando la construcción del mapa de conceptos con la participación de los alumnos; el otro profesor llevó el mapa construido, para organizar la clase, pero ordenó a su alumnos aprenderse el mapa porque lo colocaría en el examen con algunos espacios vacios que debían rellenar, estimulando el aprendizaje memorístico y no la comprensión y conexión entre los conceptos.
Por otro lado, se identificó el uso de las analogías en conceptos puntuales de los temas tratados en la clase, aunque realmente no se hacían verdaderas analogías, sólo se establecían algunas semejanzas, en este sentido durante la entrevista los docentes manifestaron no conocer las analogías como estrategias de enseñanza; hecho que reportamos en otro trabajo. (Tapia y Arteaga, 2010)
Para concluir es importante resaltar que las estrategias de enseñanza, fueron utilizadas bajo un modelo didáctico tradicional, basado predominantemente en la transmisión de contenidos conceptuales y en menos proporción los procedimentales, favoreciendo poco la comprensión y el aprendizaje significativo, por el contrario estimulando la memorización y olvidando los contenidos actitudinales.

Estrategias propuestas para la educación en valores

Después de realizada la revisión bibliográfica, tomamos la propuesta didáctica de Denis (2000) y Celorio (2000) para de formación de valores y la enseñanza de la ética; comprendida por las siguientes estrategias:

1.- La reflexión y la discusión: estos dos términos relacionados con el significado de conceptos que contengan juicios de valor para desarrollar el pensamiento crítico y creativo. La discusión permite el uso de la técnica de la pregunta con énfasis reflexivo, propiciando el análisis, la argumentación y el razonamiento. Por ejemplo ¿cuáles son las causas y las consecuencias de ….? entre otras. Esta estrategia es productiva cuando se asume en forma responsable y consciente la trascendencia en la solución de un problema. Es aplicable en la enseñanza dentro y fuera del aula, involucrando la

comunidad educativa. La discusión es más productiva si se basa en la reflexión personal y en la libertad de criterios, no de forma impositiva. El docente ha de ser sensible para "no dejar para más tarde" las discusiones de significado moral.

2.- La Práctica: La ética ha de pretender humanizar al individuo, basado en principios de la realidad cotidiana y con el mundo imperfecto de los humanos. Ésta práctica ética se basa en el compromiso individual, haciéndose responsable de adquirir con su propio esfuerzo su propio conjunto de valores, para que estos sean efectivos.

3.- La Autorregulación: inducir a que los estudiantes puedan revisar y valorar el comportamiento propio, así como el tomar decisiones con relación a los cambios que sean necesarios, sin temor al castigo; para estimular el desarrollo de la autonomía moral en los estudiantes declarada por Piaget citado por Kohlberg y Mayer (1989).

4.- Voluntarismo: Se refiere al hecho de formar al individuo para la participación democrática a través del bien común y no en intereses personales.

5.- El modelaje: constituye una alternativa no dogmática para darle sentido, autoridad y prestigio a la formación de valores y así superar la práctica basada en una falsa ética y una moral fraudulenta. A pesar de ello, el "servir de modelo" no es suficiente para garantizar la adquisición de valores por imitación; es una vía para cargar de valor y de contenido la actual vaciedad e hipocresía del discurso ético.

Por último, luego de analizar las estrategias didácticas utilizadas por los docentes de Biología, y develado el modelo didáctico bajo el que son empleadas, se contrastaron con las sugeridas para la formación de valores; sin pretender hacer una interpretación acabada del asunto.

A partir de la información recolectada, se puede inferir que el manejo de las estrategias didácticas utilizadas por los docentes, pese a encontrar algunas innovadoras, se hizo bajo el modelo didáctico tradicional, orientadas a la transmisión de contenidos conceptuales propios de la disciplina, favoreciendo la memorización y una visión acabada de la ciencia; considerando muy poco su aspecto social y la esfera afectiva de los estudiantes.

En este sentido, las estrategias bajo la sombra de este modelo didáctico no favorecen la formación de valores éticos y morales, dando poco espacio para la discusión y la reflexión consideradas por Denis (2000), como estrategias fundamentales para la formación de valores; así el abordaje de temas límites como la clonación, la biotecnología moderna, el aborto, entre otros, se hace sólo desde la disciplina, sin considerar los aspectos bioéticos y controversiales para la sociedad, ni someterlos a la discusión entre los alumnos, perdiendo la posibilidad de escuchar sus ideas y juicios de valor en torno al problema.

Así por ejemplo, cuando se usa la técnica de la pregunta, esta se limita a preguntas cerradas, cuyas respuestas son concretas y limitadas a la disciplina; muy diferente a lo propuesto por Denis (2000) y Garritz (2010), quienes sugieren interrogantes tales como: ¿Quiénes son los involucrados en este asunto…? ¿Cuáles son sus intereses? ¿a quién se escucha? ¿a quién se ignora ¿Qué intenciones o motivos guían la toma de decisiones? ¿Quién perdiendo? ¿Es justo y equitativo?, que despierten el pensamiento crítico y la toma de decisiones argumentadas.

De acuerdo a esto, el docente de biología debe asumir otra posición para educar en valores, salir del esquema tradicional y propiciar la discusión y reflexión en el aula, el docente debe pasar a ser un guía, a un orientador de la discusión, sin imponer sus criterios y prejuicios, pero a la vez señalando el camino hacia los valores más adecuados para la convivencia social. Entonces, el docente debe pasar de esa relación vertical a una relación horizontal profesor-alumno que permita el intercambio cultural entre alumnos, que Piaget Citado por Kohlberg (1989) llamaron "role-Taking", fundamental para alcanzar la autonomía moral y los Principios éticos universales.
Debe considerarse, que si los valores y la moral se enseñan bajo este modelo tradicional, que implica la obediencia a ciegas a las normas que padres, maestros y sociedad imponen, el niño y el adolescente no podrá hacer el cambio de una Heteronomía moral a una autonomía moral, referida a la toma de conciencia y criterios propios para respetar las normas (Kohlberg,1989). Por tanto si los docentes de biología se empeñan en enseñar los valores desde su disciplina bajo la doctrina tradicional, no está contribuyendo a una verdadera aprehensión de valores, debido a que no nacen de la reflexión y la discusión sino de la imposición externa.

4.- Conclusiones y recomendaciones.

Como conclusión, las estrategias didácticas utilizadas por los docentes de biología (discurso oral, ilustraciones, analogía, organizadores gráficos, trabajos de campo), son manejadas bajo el influjo del modelo didáctico tradicional, estimulado la memorización y transmisión de los contenidos disciplinares, transmitiendo una imagen de la ciencia acabada; por el contrario la formación en valores requiere se genere la discusión y reflexión, para favorecer el desarrollo del pensamiento crítico, el análisis y la argumentación; en ese sentido ayudar a los estudiantes para que asuman posición ante los problemas de bioética planteados en la sociedad a partir del desarrollo científico-tecnológico de la ciencia.
En este sentido, la forma en que vienen trabajando estos docentes de biología, no favorecen la enseñanza de valores ético y morales, ni el abordaje de problemas bioéticos, por ello se recomienda un cambio de dirección que debe ser asumido por los docentes, para dar espacio a los estudiantes en relación a sus ideas y juicios de valor, contrastándolos con los de sus compañeros y el resto de la comunidad.
Por último, se sugiere tratar los temas límites, no sólo abordando el aspecto disciplinar de suma importancia para poder asumir posiciones bien argumentadas, sino conminar a los alumnos a explorar en el entorno, a través de entrevistas a vecinos y profesionales de diferentes áreas, que le proporcione una visión más amplia del problema. En el aula, se propone utilizar lecturas de situaciones que generen un conflicto moral, que le obligue a tomar posición.

6.- Referencias.

Celorio, G. (2000). Técnicas y estrategias didácticas. Recursos didácticos.
Denis Santana, Lourdes (2000). *Ética y docencia*. (Serie Azul). Caracas: Fedupel.
Díaz-Barriga, Frida; Hernández, Gerardo. (2004) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación contructivista. 2ª Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana, S.A. México D.F., México.
Escobar Triana, Jaime; Sarmiento Sarmiento, Yolanda y Gordillo Bustos, María del Pilar.(2008). La enseñanza de la bioética general como aporte en la construcción de un

pensamiento bioético en los maestros. Revista Colombiana de Bioética. Vol. 3 Edición Especial. Colombia. Pp. 11-79.

Garritz, Andoni. (2010). La enseñanza de las Ciencias en una sociedad de incertidumbre y cambios acelerados. Enseñanza de las Ciencias. Volumen 28. N° 3. Barcelona, España. Pp 315-326.

Goetz, J. P.; Lecompte, M. D. (1988). "Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa". Ediciones Morata,S.A. Madrid, España.

Hurtado de Barrera, J. (2000). Metodología de la Investigación Holística. Editorial Sypal. 3ra Edición. Caracas, Venezuela.

Kujawa, J. (1997). Implicaciones Éticas del Ejercicio de la Profesión Docente. Caracas, Venezuela: Universidad Virtual Simón Rodríguez.

Kohlberg, L. Y Mayer, R. (1989). El Desarrollo del Educando como Finalidad de la Educación. Valencia, Venezuela: Vadell hermanos.

Martínez Miguelez, Miguel. (2004). "Perspectiva Epistemológica de la Bioética". Revista Polis Académica. Universidad Bolivariana. Volumen 2, N°7. Chile.

Sabino, Carlos. (2007). El proceso de investigación. Editorial PANAPO de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Tapia, F. y Arteaga, Y. (2009). Uso de ilustraciones en la enseñanza de la célula: un estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2434-2437 http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2434-2437.pdf

Tapia, Fernando y Arteaga Yannett. (2010). Las analogías: ¿Estrategias utilizadas por los docentes?. Un estudio de caso en clases de célula. XII Jornadas de Investigación Educativa y III Congreso Internacional. CIES. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

DEL SABER SABIO AL SABER APRENDIDO. LA CONVERSION DEL CONTENIDO CIENTIFICO EN CONTENIDO ESCOLAR.

González Ferrer, Molly Ch. García ; Bellizzi, María Cristina; Ramírez, Marina
Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela
molly.gonzalez@hdes.luz.edu.ve

Resumen
Se presentan algunos elementos que pueden servir como referentes teóricos para avanzar hacia la construcción de un modelo de conversión del contenido científico en contenido escolar que oriente los procesos de reflexión y praxis de aula en el proceso de enseñanza de las ciencias. Se utilizó una metodología compatible con el enfoque epistemológico de tipo racional deductivo, partiendo del análisis de los dominios epistemológicos del conocimiento científico inmerso en la disciplina y el conocimiento escolar, se utilizó el análisis de contenido para derivar un axioma general, partiendo del cálculo de los conjuntos estructurados en elementos, utilizando los principios de la lógica argumentativa, se procedió a establecer las correspondencias de las intersecciones de dichos elementos arrojando una serie de proposiciones argumentativas. Se concluye que:1) La identificación del corpus estructural tanto de la epistemología del conocimiento de la disciplina como del conocimiento escolar, son el primer paso para la construcción del modelo de conversión del contenido científico en contenido escolar. 2) La organización de ese corpus en estructuras, de elementos que se interceptan a través del razonamiento de la lógica de argumento, permite establecer el puente entre los dos tipos de contenidos 3) La preeminencia de los elementos estructurales en preceptos interpretativos ayudan a facilitar algunas funciones relacionales entre los distintos elementos, transformando esas funciones relacionales en aspectos prácticos que pueden instrumentarse en el proceso de enseñanza.

Palabras claves: Modelo de conversión, epistemología de la disciplina, epistemología del conocimiento escolar.

1.- Introducción

Enseñar ciencias naturales implica entre otras cosas establecer puentes entre el conocimiento que los científicos han construido en su proceso de investigación y el conocimiento que los estudiantes construyen en el proceso de aprendizaje, en lo que Gil Pérez (1994), llama transposición pedagógica. Existen varios modelos que representan en gran medida la estructura de ese puente, específicamente expresados como actividades de aula que lideran los docentes en el proceso de enseñanza.

La finalidad de esta investigación es representar teóricamente un modelo de conversión del contenido científico en contenido escolar en el área de la biología, donde se pueda destacar las entidades informacionales construidas a lo largo de la historia por los estudiosos de la biología y acomparsadas con el proceso de transformación social, donde la alfabetización científica es un plato del día en los espacios escolares.

Se parte de la siguiente premisa. En la biología al igual que en cualquier otra ciencia natural, los contenidos manejados en aula representan cuerpos informacionales que se manifiestan como anécdotas científicas, los cuerpos informacionales se han construido siguiendo patrones de sistematización y organización de la ciencia en cuestión, por tanto la mejor forma de convertir los contenidos científicos en contenidos escolares útiles y

aprovechables por el estudiantes, radica en establecer patrones de sistematización y organización que semejen a los que los científicos utilizan para elaborar su conocimiento.
Partiendo de esta premisa, es importante destacar que existen diferencias y semejanzas sustanciales entre el contenido científico y el contenido escolar, por ello la importancia de describir un modelo que se asiente en esas semejanzas y diferencia permitiría impactar en los procesos de aula siendo su aporte indiscutible. En relación al párrafo anterior, es objetivo de esta investigación describir un modelo de conversión del contenido científico en contenido escolar.

2.-Desarrollo

Es importante destacar que existen diferencias y semejanzas sustanciales entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar y que esa intersección es lo que hace que se consideren elementos que estructuran la práctica pedagógica como una forma de sistema socializado que deriva de la reflexión crítica de la epistemología de la disciplina y la epistemia o arqueología mental del que aprende dicha disciplina. Para analizar esas semejanzas y diferencias es necesario tomar en cuenta la siguiente tabla:

	Conocimiento escolar	Conocimiento Científico
¿Para qué se construye?	Búsqueda de utilidad. Orientación práctica.	Búsqueda de la verdad
¿Qué criterio de validación usa?	Eficacia para interpretar el entorno	Diversos; según la postura epistemológica. Veracidad, falsación o comprensión
¿Cómo se construye?	Es espontáneo ligado al propio desarrollo evolutivo del hombre y a las necesidades de socialización	Sistemático, organizado. Sigue patrones de rigurosidad metodológica.

Tabla No1. Matriz de caracterización del conocimiento científico y el conocimiento escolar
González (2006).

Los elementos definidos en la matriz anterior ayudan a describir la base fundamental del modelo que se propone estructurar en esta investigación utilizando las variables que se registran en la matriz de manera general. Para Flórez (2001) las condiciones de enseñanza de una disciplina se subordinan a la selección, jerarquización y secuenciación de los temas prioritarios de las materias, es decir el docente autoriza o desautoriza algunos temas en función de la organización interna de los constructos teóricos de la disciplina en cuestión, dirigiendo su acción a la luz de la organización interna de cada ciencia. Allí aparece una distancia entre ese concepto producido en un contexto científico y ese concepto listo para ser enseñado. Por lo tanto, ese concepto debe ser capaz de responder a dos dominios epistemológicos diferentes: el contexto de la producción del conocimiento científico y el contexto de la producción de conocimiento escolar en ciencias. En el estudio de conceptos biológicos, la conversión

del contenido científico en contenido escolar se logra considerando los distintos tramos de la estructura los dos dominios antes mencionados; es decir, coligiendo la epistemología de la disciplina científica y la epistemología del conocimiento escolar. A continuación se describen ambos dominios y los aspectos que permiten fundamentan el modelo de conversión. 1) **La epistemología de la disciplina**; Este tramo está caracterizado por presentar las vías de acceso que utilizan los científicos para construir el conocimiento, donde se describen componentes que interactúan entre sí y le dan funcionalidad a ese producto sociocultural e intelectual. Las disciplinas , establecen esas vías de acceso en función de la fundamentación básica de los criterios de demarcación, que indican lo que es ciencia y lo que no es; pero sobre todo en base al objeto de estudio que las ocupa. En ese sentido, el análisis epistemológico, se discrimina en función de la reflexión de la producción científica socializada y sistemática, que atiende específicamente según Méndez; (2003), cuatro aspectos:

a) El estudio de la naturaleza de la ciencia; refiere exclusivamente a los conceptos en torno a la ciencia, que la definen como un meta objeto de estudio mirado exclusivamente por la epistemología como disciplina, en torno a ella giran conceptos como: realidad, lenguaje de representación, objeto de estudio, método de hallazgo, método de contrastación, producción de conocimiento científico, entre otros. Todos estos conceptos asociados a la epistemología, representan una diversificación en función del paradigma científico bajo el cual se definen, es decir; el empirismo, el racionalismo y la introspección.

b) El estudio de la estructura sustantiva medular o nuclear de la ciencia, donde se encuentra el área de principios gnoseológicos, ontológicos y axiológicos.

c) El estudio de la lógica de la investigación científica, básicamente fundamentada en tres componentes; el componente empírico, donde descansan los datos que el científico ha registrado como primer paso de categorización en la prescripción investigativa, el componente teórico, que representa la teoría como proceso y como producto y el componente metodológico representado por toda la ruta que el científico transita para llegar a producir conocimiento. d) el estudio de la estructura del producto científico propiamente dicho, representado por tramas conceptuales, leyes y o teorías.

2) **La epistemología del conocimiento escolar**; se define como un conocimiento organizado y jerarquizado, procesual y relativo, como un sistema de ideas que se reorganiza continuamente en la interacción con otros sistemas de ideas, este registra básicamente dos elementos; a) los contextos socioculturales, que en el sentido regulatorio reseña las descripciones de reglas, normas y procedimientos ordenados en la institución escolar, refiere a las prescripciones organizadas que se suscriben en la planificación, que consiste en programar los momentos de la clase de manera tal, que puedan crearse situaciones de aprendizaje con criterio sistemático y organizacional, este elemento es el deber ser, el estatus futuro, la realidad esperada, la proyección en presente del aspecto instruccional. b) el nódulo instruccional; de la práctica pedagógica, en este se concentra toda el contenido medular de la acción como acto cabal del proceso de enseñanza. En ese mismo orden de ideas, la sistematización implica la selección de los procedimientos técnicos de ejecución; es decir los métodos, las herramientas y los recursos que supondrán el catalizador de situaciones de aprendizaje consistentes con la disciplina a enseñar. Este elemento está muy relacionado con el concepto de actividades manejado en los modelos pedagógicos, sin embargo, el plano que ocupa en la estructura de la práctica puede visualizarse como el puente relacional entre la episteme del docente y las habilidades del alumno, en este sentido Fernández (2001), indica la pluralidad de

métodos, herramientas y recursos necesarios para responder a la preguntas de ¿cómo?, ¿a través de qué? y ¿con qué? enseñar. El autor afirma que el pensamiento del profesor y las habilidades del alumno condicionarán los métodos, las herramientas y los recursos que se requieran en la acción pedagógica.

El elemento **habilidades del alumno** seria el norte para el desarrollo del nódulo instruccional, entendido este como las interpretaciones de las tareas académicas, con el fin de trasladar al aula la duda sistemática, el análisis, la generación de hipótesis y la contrastación con la realidad. Este componente es sin duda alguna la base fundamental de los modelos basados en los conocimientos del alumno como el modelo constructivista de Flórez (2001), quien describe con suficientes argumentos la importancia de incorporar el desarrollo de las habilidades básicas del alumno a los estatus de la normativa escolar. Así mismo Porlán (1997), afirma que desde el punto de vista educativo, se trabaja desde y para el conocimiento que tienen, generan y construyen los alumnos; en este sentido la evolución del conocimiento personal de los alumnos debe considerarse como prioritario en el tratamiento de la ejecución de las actividades desarrolladas en el aula.

La episteme del docente, que indica uno de los componentes que constituye la teoría de la acción. Este actor como agente de acción, plasma su composición esencial que subyace en su inconsciente cargado de subjetividad y será permeado por creencias ideológicas diversas, inmersas en un mundo de experiencias, valores, intercambios simbólicos, correspondencias afectivas e intereses sociales y reciprocidades políticas y económicas que intervienen en su acto reflexivo; así pues el conocimiento disciplinar solo puede considerarse instrumento de reflexión cuando se ha integrado significativamente al episteme del individuo.

Por orto lado, el instrumento más potente para promover estas habilidades es la **acción comunicativa,** este elemento emerge como el proceso constitutivo de toda actividad de aula que acopla los contenidos disciplinares a las habilidades básicas del alumno a través de una herramienta llamada lenguaje. La acción comunicativa casi siempre es preparada por el docente y se corresponde con las relaciones de poder que se establecen en el aula, dando como resultados un **clima social**, propio del espacio escolar.

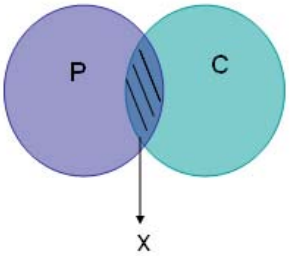
Este otro elemento refiere a la réplica social a luz de los valores, símbolos, normas y reglas de conducta mutua, vale decir, es el estado de relacionalidad social. En el clima social se toman en cuenta aspectos relativos a la motivación, interrelación grupal, normas para el comportamiento social, y sobre todo los valores de convivencia y correspondencia humana, puesto que la práctica pedagógica en toda su estructura es una acción inherente al hombre.

3.- Metodología

El diseño de esta investigación, se organizó bajo dos tipos de operaciones: Operaciones de tratamiento empírico donde se utilizó como variante de orden instrumental el cálculo conjuntista o cálculo de clases, que permite recoger los datos desde las teorías de sustento y la experiencia del investigador. La unidad de análisis son el conjunto de datos que aportan los documentos teóricos, en este caso los dominios epistemológicos del contenido científico y del contenido escolar la Operaciones de construcción teórica, en sus dos fases, la aplicación de funciones de conjunto y la elaboración de modelo axiomático, ambos siguen los principios de la lógica proposicional para la construcción de argumentos explicativos.

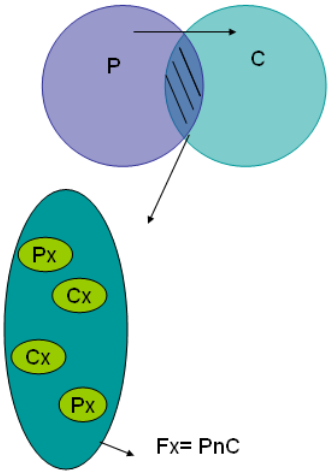
La metodología que orientó este proceso de investigación es de tipo deductiva y el método de hallazgo que se uso fue el método deductivo

4.-Modelo de conversión del contenido científico en contenido escolar



Axioma general

P: Contenido científico **X: Proposiciones** **C: Contenido**



escolar **Axioma derivado**

Proposiciones; Fx: P ∩ C**. Argumentos explicativos**

A continuación se describen las distintas proposiciones que se derivan del modelo axiomático, donde se observan las intersecciones de los distintos elementos que constituyen la estructura base del contenido científico y la constitución del contenido escolar:

1.- En el aula a través de la práctica pedagógica, los objetos de la ciencia deben concebirse como datos experienciales que describen, explican e interpretan una realidad, considerando que los contextos socioculturales son preponderantes en el desarrollo de esa concepción de objeto, puesto que ellos determinan las normas, valores y símbolos de una sociedad determinada siendo que el proceso educativo está inmerso dentro de sistema.

2.-La práctica pedagógica debe incorporar en su planificación instruccional, situaciones que permitan al estudiante subsumir el procesamiento de datos experienciales mas que como simples anécdotas científicas, como todo un acto sistemático de construcción cognitiva, un ejemplo apropiado para tal fin suelen ser los trabajos de laboratorio que replican los criterios explicativos de las construcciones teóricas disciplinares que representan el acto pedagógico.

3.- La conversión de la disciplina científica en contenido escolar, debe ser supeditado al lenguaje objeto; es decir a todas aquellas características que el individuo suele subsumir desde los datos de la realidad. De manera tal que, en la ejecución del acto pedagógico los patrones normativos que implican métodos, recursos y estrategias de enseñanza puedan

alcanzar a perfilarse a través de las preconcepciones de los estudiantes, estableciendo una correspondencia entre estas y las habilidades cognitivas del alumno. Quiere decir que se debe tomar en cuenta ¿qué conceptos o preconceptos maneja el estudiante, en función de la definición de la disciplina que se imparte?

4.- El nódulo instruccional debe considerar los elementos o las rutas que el científico utiliza para construir conocimiento, estas rutas pueden delinearse mediante el análisis de la epistemia, tanto del docente como del alumno y servirán de fundamento esencial para la conversión del contenido de la disciplina que se enseña en contenido escolar.

5.- La reflexión previa de la naturaleza de la ciencia, debe descansar en la espíteme del docente, esto permitirá que este identifique no solo su postura epistemológica sino también la del contenido científico que desea impartir en clases; esta identificación facilitaría la creación de situaciones de aprendizaje que eleven la capacidad de descubrir, inventar o interpretar los distintos conceptos que se encuentran en el dominio científico.

6.- En el nódulo instruccional deben considerarse como actividades para el estudiante la réplica de las operaciones que el científico utiliza para construir o generar conocimientos, esta condición ayuda a facilitar la discriminación entre los espacios conceptuales producto de procesos observacionales aislados y los espacios producto de toda una gama de sistematización conceptual.

7.- A través de las habilidades cognitivas y el análisis de los componentes de la investigación científica como líneas de asimilación, el estudiante es capaz de discernir entre lo que es una red teórica o lo que es un dato atómico como parte de esa red teórica, representado en una preposición lingüística. Esto ayuda a darle sentido de pertinencia al aprendizaje de la disciplina a través del contenido escolar, facilitando el proceso de desmontaje de concepciones previas o concepciones alternativas.

5.-Conclusiones

Se concluye que la importancia del estudio de los dos dominios epistemológico del contenido científico y del contenido escolar ayuda a organizar el modelo de conversión en tres aspectos fundamentales: 1) La identificación del corpus estructural tanto de la epistemología del conocimiento de la disciplina como del conocimiento escolar. 2) La organización de ese corpus en estructura de elementos que se interceptan a través del razonamiento de la lógica de argumento 3) La preponderancia de los elementos estructurales en preceptos interpretativos que ayudan a facilitar algunas funciones relacionales entre los distintos elementos, facilitan el proceso de conversión a través de acciones prácticas que pueden instrumentarse en el aula.

Bibliografía

Florez, R. (2001). *Hacia una Pedagogía del Conocimiento*. Mc. Graw Hill. Bogotá.(1)123-134

González, M, (2006). *La generación de conocimiento científico en el aula*. (2) mimeo pp.218.

Gil, Pérez, D y Colab. (1994). *¿Puede hablarse de concensoconstructivista en la educación científica.* Enseñanza de las ciencias. (3), 503-512.

Mendez, E. (2003). *¿Cómo no naufragar en la era de la información? Epistemologia para internautas e investigadores.* Ediluz. Maracaibo-Venezuela.(4), 67-82.

Porlan, R. (1997).*Constructivismo y Escuela*. Díada Editora. Sevilla-España.(5), 145-203.

LA INTERPRETACIÓN DE LA EVOLUCIÓN MEDIANTE REPRESENTACIONES ICÓNICAS

Marcela Torreblanca
ISFD Nº 129 – Escuela Normal Superior, Junín (B)
mtorreblanca@fibertel.com.ar

Resumen
La evolución de las especies por medio de un ancestro común se representa mediante la metáfora del árbol. Pero en diversos medios y en el sentido común aún persiste la representación lineal en escalera, de la transformación de las especies de una en otra… ¿Cómo influyen estas representaciones icónicas en la enseñanza de la evolución? ¿Qué imagen eligen la mayoría de los estudiantes cuando se les pide que seleccionen la más representativa? ¿Qué dibujan los alumnos de secundaria básica cuando se les pide que representen la evolución de las especies? ¿Qué modelo predomina, árbol o escalera? ¿Son coherentes sus producciones y selecciones de dibujos o esquemas con sus justificaciones?

Palabras clave: evolución, representación, modelo, árbol, ícono.

1. Introducción

Este trabajo surge como derivado de la investigación correspondiente a la tesis de Maestría "El Enfoque Histórico Contextualizado como Facilitador de la Enseñanza de los Mecanismos Evolutivos", presentada en el año 2010 en la Universidad Nacional del Litoral; en la cual se utilizaron las imágenes icónicas del árbol y la escalera para indagar qué representación seleccionaban los alumnos de nivel secundario y de qué manera lo justificaban a través del discurso textual. En esta nueva instancia, además de continuar explorando qué imagen seleccionan los alumnos en distintos niveles educativos; se analizan las representaciones espontáneas realizadas por alumnos de ESB sobre la evolución de las especies, con un seguimiento de tres años en la misma cohorte.
Se presenta un acercamiento a la fundamentación teórica que sustenta la investigación y los resultados con los primeros análisis de una indagación exploratoria realizada con alumnos de enseñanza secundaria básica y se prevé su comparación con datos obtenidos en diversos cursos de secundario superior, terciarios y universitarios.

2. Marco Teórico

2.1 Las imágenes como modelos representacionales

Las imágenes son una forma de representación externa, con atributos diferentes y comunes a la escritura y a los códigos numéricos.
En la enseñanza de la biología se utilizan variadas representaciones gráficas e imágenes de distintos tipos. Acotando este análisis, se podrían clasificar en figurativas, esquemáticas y mixtas (donde se incluyen otras formas de representación como números o texto).
Las imágenes utilizadas en la ciencia pueden funcionar como "mapas-modelo" (Giere, 1999), pues en ellas hay una selección de rasgos, una abstracción de propiedades que hace posible que se subsuman en ella, por similitud, determinados objetos del mundo real, o en otras palabras, las imágenes tendrían un valor clasificatorio, definitorias. Y es posible que contengan información que supera la información contenida en el objeto

mismo. Incluso las representaciones pictóricas más naturalistas y realistas, las que dicen estar copiadas del natural contienen rasgos subjetivos con información a ser interpretada.
De manera similar con las imágenes, los modelos incluyen varios grados de estructura analógica, pudiendo ser completamente analógicos o parcialmente analógicos y parcialmente proposicionales (Gómez López, 2005).
Las imágenes comparten los atributos de los modelos, pero, siendo sólo una representación "visual" del modelo, no poseen capacidad explicativa, deben ser interpretadas. Una imagen "vale por mil palabras", pero así mismo, una proposición "vale un número infinito de imágenes" que a su vez son "visualizaciones" de modelos.

2.2 Sobre las representaciones
Desde la época de Kant, el término "representación" ha quedado atrapado en una dialéctica filosófica (Toulmin, 1977), por un lado ha sido identificado con una imagen o continuo sensorial (idea) y por otro a un sistema deductivo formal con premisas y demostraciones "evidentes". Se ha tomado también a la representación como imagen o modelo mental de los conceptos. Para Toulmin, estos términos: "imágenes" y "modelos" son medios alternativos, adecuados para simbolizar los conceptos colectivos que forman la "*transmisión*" de una disciplina científica.
Toulmin sostiene que las representaciones son compartidas.
En psicología de la educación, (Pozo, 1999) según el enfoque constructivista, cada persona construye a partir de la interacción con diferentes mundos y objetos, de tal modo que las estructuras cognitivas desde las que se representen el mundo son resultado de ese proceso de aprendizaje constructivo. Es decir, se construyen los objetos, el mundo que vemos y la mirada con la que lo vemos. Posteriormente aborda el tema del aprendizaje visto como conocimiento, (Pozo, 2003) y plantea que conocer es hacer explícitas las propias representaciones. Aprender está relacionado con la capacidad de conocer y manejar las representaciones explícitas. Para que una representación se haga explícita es necesario traducirla a otro código distinto, por lo que la explicitación y el aprendizaje consciente requieren de la mediación cultural de sistemas de representación que van siendo progresivamente más complejos.
En las corrientes constructivistas de enseñanza de la ciencia se habla de "negociar" significados, por lo tanto, las representaciones al hacerse explícitas son compartidas y también son construidas socialmente.

2.3 Sobre los modelos
Se considera a los modelos como "representantes de" (Palma, 2008) y son asimilables a las metáforas. Un modelo produce un enlace, un puente entre representación y representado. Estos enlaces pueden estar mediados por reglas. La epistemología reconoce que los modelos poseen ciertas funciones, como comprender un dominio de fenómenos (u objetos) a partir de otro más cercano y conocido. Por lo general tienen una función heurística y didáctica. Pero no tienen poder explicativo en sí mismos, ni probatorio. Serían útiles en el contexto de descubrimiento según la epistemología tradicional.
Los modelos escolares son distintos a los modelos científicos puesto que sufren una transposición y muchas veces se recurren a modelos analógicos simplificados.

2.4 La representación icónica de la evolución y sus metáforas. En la mayoría de los libros de texto y en las propuestas didácticas para la enseñanza de la evolución, el

origen de la biodiversidad y la teoría del ancestro común se utiliza el icono del árbol evolutivo, en sus más diversas representaciones, como modelo. Por otro lado, la imagen de la evolución humana, representada linealmente y en forma progresiva de izquierda a derecha, inunda textos y publicaciones de divulgación que se utilizan en clase.
En la enseñanza de la evolución las imágenes están usualmente asociadas a representaciones metafóricas. La metáfora se utiliza frecuentemente en la enseñanza de la ciencia y también fue utilizada en el discurso científico para trasmitir conocimientos nuevos o de un alto nivel de abstracción. Las metáforas contribuyen a concretizar y simplificar fenómenos abstractos y complejos relacionándolos con otros ya conocidos (Salomon, 1992).
El icono del árbol como representación de la evolución de las especies es una imagen metafórica. El otro icono que está instalado en el imaginario colectivo se basa en la metáfora de la escalera. La errónea equiparación de evolución y progreso denota una tendencia sociocultural más que una conclusión biológica. Esta falsa noción de la evolución se relaciona con uno de los iconos canónicos más comunes para representar cualquier concepto científico: la marcha o la escala del progreso evolutivo (Gould, 1995). La versión clásica de este icono, ampliamente usado por la cultura popular en la publicidad y en el humor gráfico, pero también presente en libros de texto y en exposiciones museísticas; muestra una secuencia lineal escalonada de formas que avanzan de izquierda a derecha.

2.5 La metáfora del árbol filogenético

El camino evolutivo de las especies no es lineal. No es una sucesión encadenada de especies en una única línea. Por eso que una cadena o escalera no es la mejor representación para este tipo de evolución. La figura que representa la evolución darwiniana de las especies es un árbol, y por eso se llama historia filogenética de las especies. Una filogenia es una sucesión de formas orgánicas emparentadas secuencialmente por relaciones reproductivas. Y los cambios experimentados a lo largo de la filogenia constituyen el cambio filogenético o cambio evolutivo (Maturana, 1990).
El árbol genealógico brindó la metáfora para representar la “genealogía” de los seres vivos. La representación del árbol filogenético se basa, en la teoría del antecesor común. La ascendencia común y ramificación, evolutivamente hablando, es lo mismo. La ascendencia común refleja una perspectiva hacia atrás y la ramificación hacia adelante (Mayr, 2006). Si bien Darwin fue el primero en sugerir la imagen del árbol genealógico para representar la descendencia con modificación, Haeckel en 1886 creó el concepto de filogenia para definir esa historia y publicó el primer árbol genealógico con significado evolutivo.
A partir de Haeckel y por casi un siglo hubo numerosos intentos, fallidos o incompletos, para formular un método de reconstrucción de la filogenia y su representación gráfica como un árbol genealógico. Recién en 1950 el entomólogo alemán Willi Hennig, presentó las bases de un método al que denominó sistemática filogenética o cladismo[131], que actualmente se ha convertido en el enfoque más aceptado para reconstruir la historia de la vida.

[131] Para ampliar sobre el significado de este término ver: Ciencia Hoy, "Cladismo y diversidad biológica", 21: 26-34, 1992.

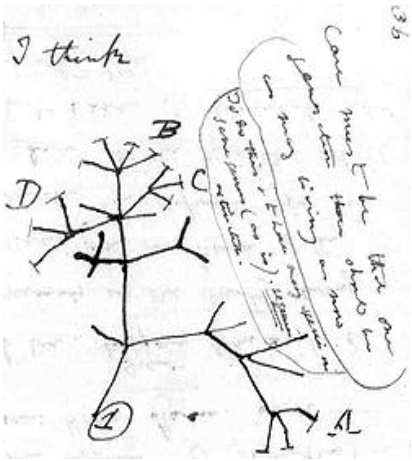


Figura 1: Boceto del árbol de Darwin, 1838.

Figura 2: Representación figurativa del Árbol construido por Haeckel, 1886

Si bien todos los científicos aceptaron la idea del ancestro común, mucho antes de aceptar a la selección natural como mecanismo impulsor de la evolución, no siempre esa idea fue acompañada de la representación del árbol. La metáfora de la escalera ha venido controlando la mayor parte del pensamiento humano acerca de la evolución del hombre (Gould, 1983).

3. Las representaciones de la evolución en el aula de Biología

3.1 Indagación exploratoria

En las prácticas áulicas he observado, que aún después del desarrollo de los contenidos de evolución los alumnos continúan sosteniendo un discurso justificativo del progreso evolutivo al interpretar imágenes del árbol filogenético. En los resultados obtenidos en investigaciones realizadas durante los últimos años (Torreblanca et al, 2009) en los tests donde deben elegir la imagen que representa la evolución, (ver figura 3) una gran proporción de alumnos opta por la lineal y progresiva, tanto en niveles de secundario básico como superior, en los primeros años del profesorado y cursos universitarios de agronomía. Además se muestra que si bien algunos optan por la figura del árbol su justificación mantiene el concepto de linealidad y progreso.

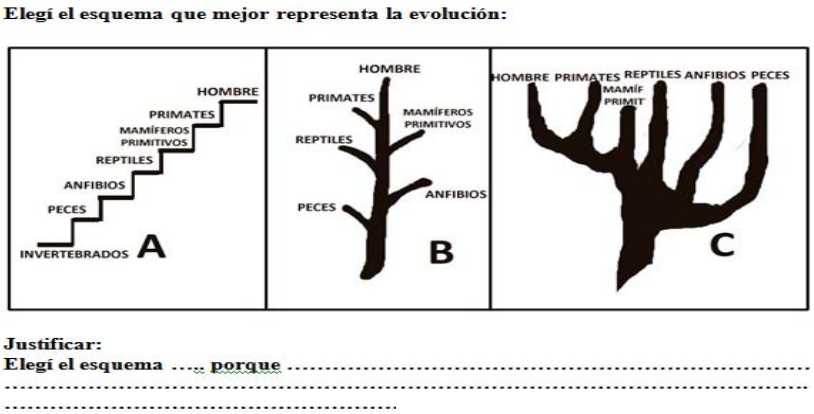


Figura 3: Selección y justificación

Actualmente se realiza un estudio exploratorio que permite un seguimiento de los mismos alumnos durante 3 años. Para ello se analizan sus producciones en 1º ESB, 2º ESB y 3º ESB. Para analizar las imágenes se tienen en cuenta las siguientes categorías: representación lineal o ramificada; direccionalidad y progreso; temporalidad; incremento en complejidad; diferenciación; transformación o ancestro común y descendencia con modificación. En cuanto a la relación imagen-texto, primero se tiene en cuenta los distintos niveles textuales, si hay o no correspondencia descriptiva o explicativa, si se daba una justificación o llegaban a una argumentación. Luego se interpreta la coherencia conceptual y representativa, la información implícita en la imagen versus la información explicitada en el texto y los distintos niveles de errores conceptuales. Los mismos vistos desde la teoría evolutiva actual, las confusiones comunes con el desarrollo individual y las concepciones asociadas al sentido común.

3.2. Representaciones espontáneas

Para este trabajo se toman algunos ejemplos, las representaciones de 15 alumnos que ahora están cursando 3º año en la ESB Nº 2 extensión O´Higgins del partido de Chacabuco, de los cuales se hizo un seguimiento desde primer año.

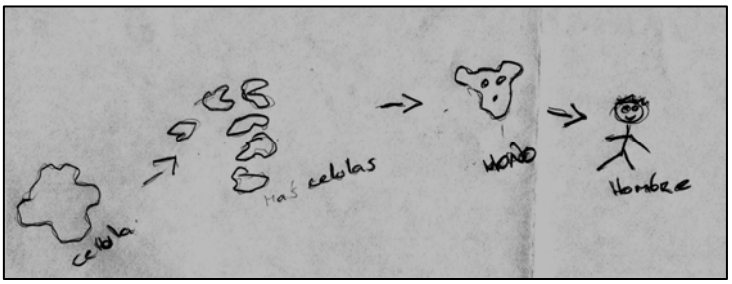


Figura 4: Representación lineal figurativa

Se analizan sus representaciones por separado y luego se comparan. En primer año de ESB, todas son dibujos figurativos, los esquemas y diagramas comienzan a manifestarse en 2º año, aumentando la información, sólo en algunos casos, en 3º año. En los tres años aparecen las representaciones icónicas más frecuentes, la de la evolución humana escalonada y la progresiva y lineal transformación de las especies aumentando en complejidad y organización.

En primer año, que aún no tuvieron en ciencias naturales los contenidos de evolución, la mayoría de los alumnos representan la evolución humana en forma lineal y escalonada (8 de 15 alumnos). Cinco alumnos confunden evolución con desarrollo individual; y dos reflejan la evolución lineal de las especies. En 2º año con los mismos alumnos, aparecen 13 representaciones lineales de las cuales 6 mezclan el desarrollo individual con la

evolución humana. Aparecen dos esquemas ramificados. Pero recién en 3º año dos con la indicación de ancestro común.
Aquí se complejizan las representaciones agregando flechas e indicadores, pero sigue persistiendo la linealidad y la progresión en aumento de cantidad y complejidad organizativa y adaptativa.

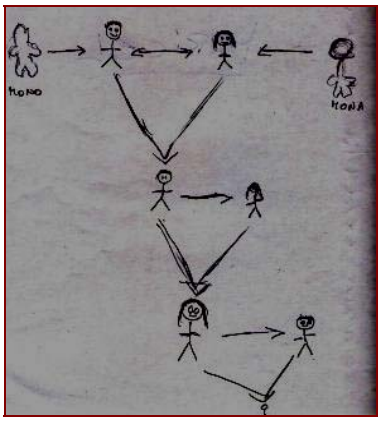


Figura 5: representación de árbol genealógico mezcla de evolución y reproducción

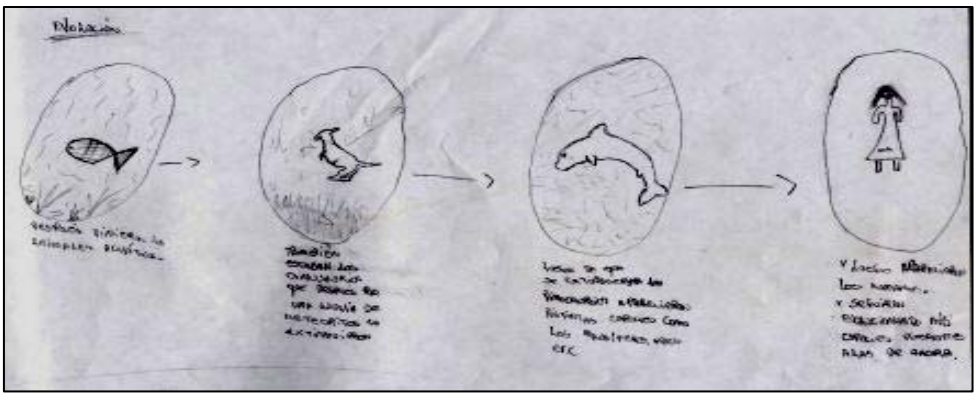


Figura 6: Representación lineal mixta, con progresión creciente en niveles de

4. Conclusiones y proyección del análisis

Se puede inferir, aunque todavía no concluyó la investigación, que la representación del árbol no es espontánea, aunque se haya dado el concepto de ancestro común y ascendencia con modificación darwiniana. Dicha representación surge cuando es enseñada por analogía con el árbol genealógico, pero se mantienen las confusiones con desarrollo individual y la linealidad y la progresión. Es significativo como resurge la idea y la representación lineal y progresiva, de lo simple a lo complejo, de menor a mayor y con direccionalidad izquierda a derecha.
Derivadas de este análisis previo a la investigación propiamente dicha, surgen las siguientes preguntas:
¿Son espontáneas las representaciones de los alumnos? ¿Cómo influyen la consigna dada por el docente y los conocimientos previos en la creación de una imagen o esquema y en su justificación?
¿Sobre qué enunciados y o referencias conceptuales constituyen sus argumentos para justificar una selección de una representación?
¿Por qué aunque se cambie la representación lineal a árbol persiste en el discurso educativo la justificación de la evolución como progreso?

¿Influye las acotaciones verbales del docente en las consignas y orientaciones para construir y/o interpretar imágenes? ¿Se pueden identificar las negociaciones que se establecen entre los actores de la clase que influyan sobre la decisión de los alumnos sobre la selección y justificación de las imágenes?

5. Referencias

Giere R (1999). *Using Models to Represent Reality*. In Magnani, Nersessian and Thagard (Eds) *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*. USA.

Gómez López, S., (2005). *Modelos y representaciones visuales en la ciencia*, Rev. *Escritura e imagen*, núm. 1 pp. 83-116. España.

Gould, S. J. (1995*), Escalas y conos: La evolución limitada por el uso de íconos canónicos.* En *Historias de la ciencia y del olvido*. Edición de Robert B. Silvers. Ediciones Siruela, S. A., España.

Maturana, H, Varela G. (1990). *El árbol del conocimiento*. Ed. Universitaria. Chile.

Mayr, E., 2005. *Por qué es única la Biología*. Katz ediciones. Bs. As. Argentina.

Morrone, J., (2000). *Los árboles filogenéticos: de Darwin (1859) a Hennig (1950).* Rev. Museo Vol. 3 Nº 14, pp. 27-33. La Plata. Argentina

Morrone, J., Cigliano, M., CRISCI, J., (1992). "*Cladismo y diversidad biológica*", Revista Ciencia Hoy, 21: 26-34. Bs. As. Argentina.

Palma, H.; (2008) *Metáforas y modelos científicos.* Libros del Zorzal. Buenos Aires. Argentina.

Pozo, J. I., (1999). *Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional*. Enseñanza de las Ciencias, 17, 3, págs. 513-520. España.

Pozo, J.I. (2003). *Adquisición de Conocimiento.* Madrid: Ediciones Morata. España.

Solomon, G. (1992). *Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente*. Infancia y aprendizaje, 58, págs. 143-159. Universidad de Arizona, USA.

Toulmin, S. (1977) *La Comprensión Humana. 1. El Uso colectivo de los conceptos*, Alianza Editorial. Madrid. España.

INVESTIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DIDÁTICO COM O TEMA DROGAS NA METODOLOGIA DOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Eduarda Maria Schneider[1]; Juliana Moreira Prudente de Oliveira[2]; Daniela Frigo Ferraz[1], Fernanda Aparecida Meglhiorrati[1]
[1]Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).
[2]Universidade Estadual de Maringá
emschneiderbio@hotmail.com

Resumo
Cada vez mais as escolas são utilizadas como um local para realizar atividades de prevenção quanto ao uso das drogas, devido ao fato de possibilitar o contato direto com os adolescentes. Neste trabalho, apresenta-se a avaliação do desenvolvimento de um módulo didático sobre drogas, elaborado na perspectiva da metodologia dos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (2000). Na análise do desenvolvimento do módulo didático pode-se observar que o desenvolvimento das atividades foi satisfatório à metodologia quanto às atividades da problematização inicial e a aplicação do conhecimento, já à organização do conhecimento poderia ter sido mais efetiva se trabalhada com outras estratégias didáticas e não apenas de forma expositiva.

Palavras chave: Drogas; Metodologia dos Momentos Pedagógicos; Educação Básica.

1. Introdução

No final dos anos 1980 foi publicado o livro *Metodologia do Ensino de Ciências*, que apresentou uma dinâmica didático-pedagógica fundamentada pela perspectiva de uma abordagem temática, conhecida como os "Momentos Pedagógicos", que a partir de então passou a ser disseminada (Muenchen e Delizoicov, 2011). Essa proposta iniciou-se com Delizoicov em 1982, quando promoveu a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal, tendo como objetivo contemplar as dimensões, dialógica e problematizadora do ensino (Muenchen e Delizoicov, 2011).

Delizoicov (2005) afirma que a metodologia problematizadora é capaz de gerar no aluno a necessidade da obtenção de conhecimento e proporciona ao professor identificar os conhecimentos prévios dos alunos e suas possíveis contradições e limitações. Essa metodologia, na proposição de Delizoicov e Angotti (2000), unifica o conteúdo a ser estudado com o cotidiano dos alunos, podendo ser realizada em três momentos pedagógicos, os quais são especificados a seguir.

1) *Problematização inicial (PI):* apresentam-se situações reais que os alunos conheçam e presenciam relacionadas a um tema, problematiza-se então o conhecimento relacionado a essas situações e os conhecimentos prévios que os alunos expõem. Isso pode ser realizado mediante a utilização de questões que provoquem uma discussão e a explicitação de um problema que possa ser enfrentado, de forma que o aluno perceba a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém;

2) *Organização do conhecimento (OC):* trabalha-se o conhecimento necessário para compreensão científica do assunto problematizado sob a orientação do professor. Para que o aluno compreenda podem ser utilizadas diversas estratégias como: debates, mesas redondas, seminários, leitura de textos, analogias, etc.;

3) *Aplicação do conhecimento (AC):* momento em que o conhecimento trabalhado vai ser utilizado para interpretar a situação proposta inicialmente e outras que possam se relacionar a este. Nesta etapa é importante que o professor faça a verificação da aprendizagem do aluno.

Vale destacar que essa metodologia se caracteriza, por apresentar os assuntos como problemas a serem resolvidos, propostos a partir do dia-a-dia dos alunos. Dessa forma, o cotidiano possui um papel de destaque, proporcionando ao aluno maior participação na aula. Sendo assim, a problematização dialógica, possibilita maior criticidade ao educando em relação à sua vida diária, pois os conceitos são integrados ao seu pensamento como fazendo parte de algo que lhe é familiar (Muenchen e Delizoicov, 2011).

Considerando que a metodologia dos momentos pedagógicos já é trabalhada em diversas disciplinas de graduação e pós-graduação, assim como integra as referências de concursos públicos, objetivou-se enriquecer as experiências na formação inicial dos acadêmicos de um curso de Ciências Biológicas-Licenciatura, bem como a contribuição às escolas de educação básica (EEB) instituindo-se o projeto: *Articulação entre formação inicial na licenciatura em Ciências Biológicas e a comunidade escolar: trilhando novos caminhos*, no qual o trabalho foi norteado por esta metodologia. Este projeto inicialmente tinha interfaces no ensino e extensão, ligado ao programa: Universidade sem fronteiras, subprograma: Apoio às licenciaturas, vinculado à Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná - SETI/PR e foi desenvolvido de 2007 a 2009. No decorrer do desenvolvimento do projeto observou-se a relevância de aliar também a interface da pesquisa a este projeto, buscando investigar de maneira consistente como o desenvolvimento de um projeto de extensão poderia auxiliar na formação de acadêmicos e no processo de aprendizagem no contexto da Educação Básica (Tobaldini et al., 2009).

O projeto contou com a parceria de quatro escolas públicas de Educação Básica do Oeste do Paraná. Inicialmente realizaram-se visitas a essas escolas a fim de levantar temáticas prioritárias para serem trabalhadas junto aos alunos. Nessas reuniões iniciais a equipe pedagógica e diversos professores indicaram os temas: sexualidade, afetividade/ auto-estima, educação ambiental, drogas e higiene/nutrição.

Após a indicação dos temas para a equipe do projeto, formada por professores orientadores e colaboradores, acadêmicos bolsistas e colaboradores e um professor recém-formado em Ciências Biológicas-Licenciatura, foram elaborados os Módulos Didáticos (MD), fundamentados na metodologia dos momentos pedagógicos, associados a atividades lúdicas. Segundo Ferreira (2006), as estratégias lúdicas contribuem para despertar o interesse do aluno quanto ao conteúdo, aumenta a sua participação e atenção, promove maior interesse em grupo e socialização tanto dos conhecimentos prévios, quanto dos construídos durante a atividade. Finalizados os planejamentos dos MD, estes foram apresentados aos docentes e responsáveis pelas escolas e adaptados conforme as sugestões dos mesmos. Posteriormente, estes módulos foram trabalhados no contexto das escolas da Educação Básica. Dessa forma, objetiva-se, nesse trabalho, verificar se o desenvolvimento do módulo acerca da temática "drogas" seguiu as orientações apontadas em sua fundamentação teórica, estando condizente com os momentos pedagógicos propostos.

2. Aspectos Teórico-Metodológicos

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, na qual se prioriza a análise dos dados na perspectiva dos sujeitos envolvidos (Lüdke; André, 1986).

O MD da temática drogas foi desenvolvido no primeiro semestre de 2009 nas oitavas séries do Ensino Fundamental e nas três séries do Ensino Médio das escolas de Educação Básica parceiras do projeto, abrangendo aproximadamente 1472 alunos e objetivou: oferecer informações básicas sobre o tema de prevenção ao uso de drogas; estimular a reflexão sobre os motivos que levam uma pessoa a usar drogas; auxiliar os adolescentes a refletir sobre o ritual do uso de drogas e os aspectos sedutores envolvidos, bem como reconhecer as conseqüências do uso de drogas lícitas e ilícitas. As implementações do MD nas escolas foram realizada pelos acadêmicos, acompanhadas por um professor orientador e vídeogravadas para coleta de dados. Para a análise aqui apresentada, utilizaram-se partes dessas vídeo-gravações, indicando as falas dos alunos das EEB (Escolas de Educação Básica) pelas letras AE seguidas de numeração (1, 2, 3...) e as falas dos acadêmicos pelas letras AC seguidas de numeração (1, 2, 3...).

3. Descrição MD de Drogas

O Módulo de drogas teve início com a *PI,* na qual foi apresentado o *documentário "Di Menor"*[132], o qual foi escolhido com o propósito de sensibilizar os alunos quanto aos riscos do uso das drogas. O documentário é dividido em quatro mini-vídeos que apresentam histórias de adolescentes envolvidos com drogas, roubo, tráfico e prostituição. Após a apresentação do documentário, houve uma *discussão* com os alunos, envolvendo questões abertas sobre as drogas.

Outra atividade utilizada durante a problematização foi à apresentação do *vídeo "Bebida e Direção"*[133], com intuito de sensibilizar os alunos a respeito deste tema e discutir as consequências do uso do álcool na sociedade. A seguir foi proposta a atividade *O Ritual*, sob o efeito de uma música, os alunos se imaginavam numa festa, onde todos estariam dançando e bebendo, durante a descontração o mediador da atividade passava uma bandeja, com balas enroladas em papel pardo e as oferecia aos alunos, sem eles saberem o que era. Esta atividade tinha como objetivo fazer os alunos refletirem novamente sobre a facilitação do álcool para outras drogas, pois demonstrava que durante uma festa com muita bebida, fica fácil a aceitação de outras drogas. Além da questão do álcool discutiram-se ainda durante a problematização, o cigarro e o narguile como drogas facilitadoras.

Após estas atividades encaminhou-se para a *OC*. Neste houve uma apresentação em *slides* para elucidar e detalhar os principais tipos de drogas, seus efeitos e tratamentos, diferenciar as drogas quanto à origem, mecanismo de ação, ilegalidade e conseqüências do uso.

No terceiro momento *AC* foi proposto que os alunos elaborassem um teatro com os seguintes atuantes: usuários de álcool, usuários de cigarro, usuários de crack, usuários de maconha, pessoas que vão tentar afastar esses dependentes das drogas, como por exemplo, familiares, grupos de ajuda, e até mesmo policiais.

[132] Disponível em http://www.youtube.com/watch?v=WS723i711Vk.
[133] Disponível em http://www.youtube.com/watch?v=NEl8-K6yYNI

4. Apresentação e análise dos dados

Como proposto por Delizoicov e Angotti (2000) no momento da problematização inicial deve-se relacionar situações reais que os alunos conheçam com os conteúdos a serem trabalhados. Neste contexto, o documentário proposto aproximou a temática drogas à situações reais de adolescentes da mesma faixa etária dos alunos, proporcionando a discussão dos problemas relacionados aos riscos causados pelo uso de drogas.

Observando-se as questões elencadas após a apresentação do documentário, percebe-se que elas foram satisfatórias quando comparado ao esperado para esse momento da metodologia, como afirmam Delizoicov e Angotti (2000), é na *PI* que são apresentadas questões ou situações para a discussão com os alunos, as quais são importantes para fazer uma ligação do conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam.

Mediante a análise das falas dos alunos, durante a discussão do documentário, percebeu-se que em algumas questões os alunos puderam expressar o seu entendimento, expondo as percepções que os mesmos têm sobre o assunto. Por exemplo, em relação à questão "Existem preconceitos com os usuários de droga?", os alunos responderam que sim, citando alguns exemplos:

> **AE1**: "Os amigos se afastam",
> **AE2:** "É difícil conseguir emprego".
> **AE3:** "A sociedade toda tem preconceito, sempre acham que os usuários ou ex-usuários de drogas vão roubar ou matar para conseguir drogas".

Outras questões em que se podem evidenciar as percepções dos alunos foram em relação à gravidez na adolescência. Quando questionados se a adolescente grávida tem a mesma liberdade que os outros adolescentes, a maioria dos alunos concorda que uma gravidez precoce tolhe parte de sua liberdade, pois são obrigados a assumirem responsabilidades que fazem parte do mundo dos adultos, como indicado em uma das falas:

> **AE4:** "Não. Eles têm que ter mais responsabilidade".

Quando foi relacionado à questão da gravidez com o uso de drogas por meio da questão "Quando a mulher está grávida e usa drogas, a droga afeta o bebê?", alguns responderam que pode afetar o corpo do bebê. Para confirmar a hipótese dos alunos, foi apontado que o uso de drogas durante a gravidez pode causar graves riscos a saúde tanto da mãe quanto do feto, apresentando vários exemplos de má formação ou deficiência do feto, como no caso do uso do crack, que se a mulher usar frequentemente durante a gravidez o bebê pode nascer dependente e apresentar crise de abstinência. Assim como o próprio uso do tabaco, durante a gravidez a nicotina passa facilmente pela placenta causando sérios riscos para o feto (Silva, 2000). Como afirma Yamaguchi et al. (2008), são poucos os trabalhos que abordam o uso abusivo de drogas durante a gravidez, porém devido ao aumento do uso de drogas durante a idade reprodutiva das mulheres é cada vez mais importante enfatizar essa abordagem.

Observou-se que houve uma antecipação da explicação científica do problema, o que em uma primeira análise poderia não ser considerado muito favorável, pois para Delizoicov e Angotti (2000), o ideal desse momento seria que a postura do professor fosse mais de questionar e lançar dúvidas do que de responder e fornecer explicações, porém vários autores, como é o caso de Auler (1995), salientam que os momentos não são estanques no contexto de uma aula de ciências.

Outras questões mais relacionadas ao documentário foram mais pontuais. Como por exemplo, "Qual a droga que mais apareceu no documentário?", a maioria respondeu que foi o "crack". Em relação às drogas que os alunos conhecem, os mesmos responderam: "Cocaína, maconha, êxtase, heroína, LSD, boa noite cinderela, cola, cigarro, bebida alcoólica, remédios, cafeínas e narguile". É possível perceber que os alunos apresentam o nome de várias drogas, o que pode indicar que possuem algumas informações tanto formais (adquiridas no ambiente escolar) como informais (adquiridas no seu contexto social e por meio das diferentes mídias) sobre essa questão. No entanto é importante que essas informações sejam discutidas profundamente para a ocorrência de uma aprendizagem consistente sobre a temática e o desenvolvimento de comportamentos que contribuam com a qualidade da saúde dos educandos. As questões pontuais foram importantes ao longo do desenvolvimento do módulo, pois contribuíram no apontamento de alguns conhecimentos prévios dos alunos.

Também foi enfatizada a relação entre a facilitação que o álcool proporciona a outras drogas, problematizando com a seguinte questão: Que coisas vocês não tem coragem de fazer? Algumas respostas dos alunos foram: "matar, roubar, paquerar". Após esta discussão, foi questionado se depois de uma festa com ingestão de bebida alcoólica isso interfere nas suas atitudes. A partir desta problematização foi enfatizado que o uso do álcool, afeta o desempenho intelectual e motor, pois alguns efeitos dessa droga são a falta de coordenação motora e o aumento da autoconfiança e euforia, o que faz com que as pessoas sob seu uso façam coisas que normalmente não fariam, é como se o álcool fornecesse uma coragem extra, facilitando o uso de outras drogas.

Após essa introdução foi passado o vídeo *"Bebida e Direção"* e em seguida realizada a atividade *"O Ritual"*. Durante a atividade houve grande participação dos alunos e o momento de descontração possibilitou explicitar o contexto em que ocorre o uso e tráfico de drogas, pois ao final da atividade os alunos conseguiram relacionar o momento da festa como um local de disseminação de drogas, o mediador como fornecedor das drogas, e a bala como uma droga, refletindo sobre o contexto exemplificado.

Nesse momento também foi problematizado a questão do cigarro e o narguile também serem drogas, perguntamos como uma pessoa começa a fumar e quais as consequências do uso do cigarro. Como respostas, os alunos apontaram que geralmente as pessoas começam fumando um cigarro em uma festa ou em um momento com os amigos, porém depois de algum tempo a prática vai se tornando mais habitual, aumentando o número de cigarros e a freqüência em fumar. Em relação às conseqüências, alguns alunos mencionaram que não tem muita implicação, pois tem pessoas que fumam a vida toda e não têm problemas de saúde e também que é uma droga que vai afetar apenas a pessoa e não a sociedade em geral. Ao perceber neste momento a argumentação pautada no senso comum, aproveitou-se para problematizar a questão do fumante passivo, do câncer de pulmão e do enfisema pulmonar, porém deixou-se para explicitar de forma mais aprofundada durante o momento da *OC,* que foi iniciada na sequência.

Pode-se verificar que durante a *OC* a aula tornou-se mais expositiva e a participação dos alunos decaiu, como pode ser verificado no início da apresentação dos slides:

> **AC3**: [...] as drogas podem ser classificadas quanto à origem e quanto ao mecanismo de ação no seu corpo, e são diferenciadas em drogas lícitas, vocês sabem o que é?
> **AE2**: O cigarro [...]

> **AC3**: [...] as drogas que podem ser vendidas, que podem ser comercializadas, e as ilícitas são aquelas que aqui no Brasil não pode vender, de qualquer maneira, que o comércio é proibido... (Segue a explicação).

Durante todo esse momento observa-se na vídeogravação que essa forma de trabalho foi um pouco cansativa aos alunos, pois o conhecimento necessário para a compreensão científica do assunto problematizado foi trabalhado de forma muito expositiva (apenas com slides), não dando espaço para os alunos relacionarem com os seus conhecimentos prévios e reconstruírem novos conceitos, além disso, não foi utilizada nenhuma estratégia didática, como debate, leitura de textos científicos, seminários, entre outros apontados por Delizoicov e Angotti (2000). No entanto, considerou-se que foi um momento importante para que os acadêmicos tomassem contato com a metodologia proposta. Sugerindo-se que poderia ter sido feita uma reflexão sobre a sua atuação com análise das limitações no uso da metodologia proposta, o que não era objetivo no momento para o projeto.

Durante a atividade da *AC* o desenvolvimento do teatro se mostrou positivo para interpretar a situação proposta inicialmente no módulo, pois os alunos conseguiram organizar o teatro de forma a expressar todo o contexto em que ocorre o uso e tráfico de drogas, representando situações como, os conflitos existentes entre os usuários e os familiares, a fuga dos grupos de ajuda, a questão de adolescentes grávidas consumindo drogas, as relações entre usuários e traficantes, o trabalho da polícia contra o tráfico, entre outras, demonstrando que os alunos retomaram as questões da problematização. No entanto, quanto à aprendizagem, esta não pareceu tão efetiva, pois os alunos utilizaram muitos conceitos do senso comum e não utilizaram o conhecimento mais científico apresentado na organização do conhecimento, demonstrando que este momento deveria ter se dado de forma mais dinâmica e interativa com o conhecimento dos alunos.

5. Considerações finais

Na análise do desenvolvimento do módulo didático pode-se observar que o desenvolvimento das atividades foi satisfatório à metodologia quanto às atividades da problematização inicial, pois estas apresentaram situações reais para os alunos e provocaram nestes a discussão sobre o problema, assim também a aplicação do conhecimento foi satisfatória, pois os alunos puderam retomar as questões da problematização e aplicar os novos conhecimentos adquiridos, já à organização do conhecimento poderia ter sido trabalhada com outras estratégias didáticas e não apenas de forma expositiva. Foi possível constatar ainda que por estar associada a atividades lúdicas, tanto os acadêmicos que trabalharam o tema, quanto os alunos participantes estavam bastante à vontade, embora seja um tema não muito fácil de ser trabalhado. Nesse sentido foi possível evidenciar a importância da pesquisa nos trabalhos de ensino e extensão para verificar os erros e acertos, que podem ser utilizados e/ou repensados em novas atividades de extensão semelhantes a esta.

Quanto a contribuição do projeto para a formação inicial dos acadêmicos envolvidos, considerou-se que a atuação com uso da metodologia proposta proporcionou o contato com enfoques diversificados evidenciando que podem ser utilizados na realidade das escolas de educação básica de forma efetiva e também com as limitações que são parte integrante dessa realidade.

6. Referências Bibliográficas

Auler, D. (1995). A interdependência conteúdo-contexto-método no ensino de física: Um exemplo em física térmica. Rio Grande do Sul; 1995. [*Dissertação de Mestrado* – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM].

Delizoicov, d.; Angotti, J.P. (2000). *Metodologia do ensino de ciências***.** 2. ed. São Paulo: Cortez. Coleção Magistério – 2º Grau. Série Formação do Professor.

Delizoicov, D. (2005). Problemas e problematizações. In: Pietrocola, Maurício (Org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora.* Florianópolis: Editora da UFSC, p.125-150.

Ferreira, J. B. R. (2006). Atividade lúdica como estratégia de ensino do planejamento e controle da produção (PCP). In: XXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia da produção. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO. CD-ROM.

Lüdke, M.; André, M.E.D.A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Muenchen, C.; Delizoicov, D. (2011). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro Física. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. Manaus. Disponível em: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0317-1.pdf Acesso em: maio, 2011.

Silva, S. L. (2000). Mulheres da luz: uma etnografia dos usos e prevenção, no uso do crack. São Paulo. [*Dissertação de Mestrado* – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Tobaldini, B. G.; Schneider, E. M.; Oliveira, J. M. P.; Ferraz, D. F. (2009). A utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na formação inicial. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – SINECT. Ponta Grossa: UTFPr CD-ROM.

Yamaguchi, E. T.; Cardoso, M. M. S. C.; Torres, M. L. A.; Andrade, A. G. (2008). Drogas de abuso e gravidez. *Revista Psiquiatria Clínica*, 35 (1), 44-47.

UM OLHAR SOBRE OS PROGRAMAS DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MUSEUS DE CIÊNCIAS DO RIO DE JANEIRO/BRASIL

Grazielle Rodrigues Pereira[1,3]*; Livia Mascarenhas de Paula*[2,4] *; Robson Coutinho-Silva*[2,3,4]
[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/Campus Mesquita/Espaço Ciência InterAtiva
[2]Instituto Oswaldo Cruz - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro
[3]Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro
[4]Museu Espaço Ciência Viva
grazielle.pereira@ifrj.edu.br

Resumo
Vivemos em uma sociedade permeada de mudanças, principalmente quando nos reportamos à ciência e a tecnologia, portanto, faz-se necessário aos docentes a participação em atividades de formação contínua. Dentre as instituições que investem na formação continuada de professores, ressaltamos neste artigo os museus e centros de ciências. Para tanto, identificamos as instituições de educação não formal do Rio de Janeiro direcionadas à divulgação científica que possuem tais programas regulares a fim de caracterizá-los. A metodologia da pesquisa foi norteada pelos parâmetros qualitativos, onde ao final da investigação realizamos a análise de conteúdo. Verificamos que os museus e centros de ciências do Rio de Janeiro têm contribuído para a atualização de temas de diversas áreas do saber: ciências naturais, humanas, da saúde, entre outras. Ainda assim, percebe-se no estudo que a ampliação dos espaços de discussão junto aos professores poderá possibilitar maiores e mais intensos momentos de reflexão da prática docente.

Palavras chave: formação continuada de professores, professor reflexivo, museus e centros de ciências.

1. Introdução

É notório que a geração e a comunicação de conhecimento são cada vez maiores e mais ágeis, principalmente com o advento da *internet.* Em decorrência das constantes transformações no conhecimento e na informação, a formação inicial de professores não é suficiente para proporcionar ao educador um bom desempenho do seu ofício ao longo de sua vida profissional.

Em pesquisas realizadas na literatura especializada, encontramos um número significativo de trabalhos que destacam a defasada formação do professor, além das condições desfavoráveis que o docente encontra para exercer sua profissão, como a questão salarial, a ausência de laboratórios de ciências nas instituições de ensino, grande número de alunos por turma, baixos salários, entre outros fatores (Jacobucci, 2006).

Dessa forma, encontramos profissionais desmotivados que geralmente atuam como meros transmissores de informações. Muitos professores acabam tolhendo a curiosidade inata do estudante já na Educação Infantil, assim como encontramos docentes que ao lecionarem as disciplinas científicas, têm suprimido o aspecto experimental das ciências, valorizando a memorização de equações e fórmulas. Em virtude dessa problemática que permeia o sistema educacional brasileiro, é de suma importância a presença contínua de atividades que facilitem discussões científicas atualizadas, com

ações que contribuam para múltiplas reflexões no ambiente escolar. Ressaltamos que um trabalho contínuo que apresente ao professor conhecimentos suprimidos ou distorcidos durante sua formação inicial contribuirá para transformar a atual situação da educação no Brasil (Jacobucci, 2006).

Dentre muitas ações com vistas à melhoria do ensino, verificamos que os programas de formação continuada de professores têm atuado como coadjuvantes no processo de atualização dos profissionais da educação. Hoje existem muitas instituições que promovem atividades de formação continuada de professores, todavia, destacaremos no presente trabalho os museus e centros de ciências. Muitos museus de ciência têm a filosofia educacional como o fio condutor, e por isso investem em programas de formação continuada de professores, dando grandes contribuições para a atualização profissional em ciência e tecnologia. Esses espaços de educação não formal, por serem complementares ao ensino formal, têm procurado funcionar em parceria com os professores e as escolas. Mediante um estudo de caso, apresentaremos neste artigo uma investigação no qual identificamos e caracterizamos os programas de formação continuada de professores realizados por museus e centros de ciências do Rio de Janeiro.

1.1. Programas de formação continuada de professores e os museus e centros de ciências

Para Gil-Pérez (2003 *apud* Souza e Gouvêa, 2006), os países que possuem um sistema educativo mais avançado tendem a investir mais na formação permanente do que na formação inicial devido a três fatores: 1) muitos dos problemas que devem ser tratados não adquirem sentido até que o professor se depare com eles em sua própria prática; 2) as exigências de formação são tão grandes que, tentar cobri-las no período inicial, conduziria ou a uma duração absurda, ou a um tratamento absolutamente superficial; 3) uma formação docente realmente efetiva supõe a participação continuada em equipes de trabalho e em tarefas de pesquisa/ação que não podem ser realizadas com um mínimo de profundidade durante a formação inicial.

Observamos que a prática de formação continuada tem se configurado em diferentes ações, como: cursos, mini-cursos, oficinas, seminários e palestras, mas que nem sempre procuram atender às necessidades pedagógicas dos professores, onde o docente participante desempenha o papel de ouvinte. Tem-se hoje plena consciência que é inadmissível que o formador induza ou imponha aos professores qualquer proposta de ensino, ou apresente as idéias acadêmicas como inquestionavelmente superiores às experiências docentes dos mesmos (Amaral, 2003). Vários modelos têm sido propostos para a formação de professores ao longo das últimas décadas, como ações de formação continuada às quais o professor assume um papel passivo, dessa forma essas ações se enquadram no modelo transmissivo/impositivo (Domite, 2003).

Contudo, há modelos onde o professor atua como um agente social de suas ações, sobretudo, podendo interferir na construção e desenvolvimento das atividades de formação contínua. Domite (2003) ressalta ainda que um eixo temático, dentro da linha de formação de professores é o do "professor reflexivo", baseado nos estudos de Donald Schön nos anos 80. Para este autor, é a partir da reflexão sobre a própria prática que as transformações podem acontecer (Schön, 1987). A postura reflexiva não requer apenas do professor "o saber fazer", mas que ele possa "saber explicar de forma consciente" a sua prática e as decisões tomadas sobre ela e perceber se essas decisões são as melhores para favorecer a aprendizagem do seu aluno (Silva e Araújo, 2005).

A partir da perspectiva de proporcionar um ambiente que instigue o docente a repensar sua prática, foram construídos modelos de programas de formação continuada de professores onde a equipe técnica atua como mediadora do processo de formação, ficando aberta de forma democrática à participação dos professores e à gestão das atividades. São abordadas com profundidade a problemática da educação no Brasil, as condições de trabalho docente, as necessidades de mudança de currículo e da prática pedagógica, sendo que a discussão é fomentada pela leitura de textos, artigos e livros sobre esses assuntos (Jacobucci, Jacobucci e Megid Neto, 2009). Segundo Bachelard (1996): *"[...] no decurso de minha longa e variada carreira, nunca vi um educador mudar de método pedagógico. O educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha um mestre. Quem ensina manda*". p. 24

Por isso, para que haja mudanças na prática docente, o mesmo precisa estar insastisfeito com seu método pedagógico e essa insastifação poderá ser desencadeada por meio de metodologias de formação continuada de professores que permitam a participação ativa de cada professor. Encontramos na literatura especializada muitos trabalhos que abordam e investigam os programas de formação continuada de professores desenvolvidos pelas instituições de ensino de caráter formal. No entanto, há um número insuficiente de pesquisadores que investigam os programas de formação continuada de professores nos espaços de educação não formal, principalmente os museus de ciências (Jacobucci, Jacobucci e Megid Neto, 2009). Com isso, buscamos no presente trabalho nos ater aos programas desenvolvidos por museus e centros de ciências do Estado do Rio de Janeiro, assim como nos preocupamos em verificar o quanto os docentes têm participado da construção dos respectivos programas.

2. Metodologia

Iniciamos a investigação selecionando os espaços de educação não formal do Rio de Janeiro que têm como proposta norteadora a divulgação e popularização científica por meio de atividades lúdicas e interativas, e que desenvolvem regularmente ações de formação continuada de professores. A seleção desses locais se deu mediante consulta ao "Guia de Centros e Museus de Ciência" (2009)[134]. Os espaços investigados foram: Museu da Vida (FIOCRUZ); Casa da Ciência (UFRJ); Museu de Astronomia e Ciências Afins; Casa da Descoberta (UFF); Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Núcleo de Educação Ambiental e Praça da Ciência (Fundação CECIERJ). Para tanto, realizamos entrevistas semi-estruturadas (Minayo, 2004) junto aos coordenadores e/ou responsáveis pelos programas de formação continuada de professores nestes museus.

As dinâmicas das entrevistas se iniciaram a partir da apresentação oral da síntese do projeto de pesquisa ao responsável pelo programa. Cada entrevista teve duração média de duas horas de modo que, para auxiliar na coleta de dados, utilizamos vídeo-gravação, método este que contribuiu no trabalho de análise de dados, a partir de gestos, expressões orais, entonações ao longo dos depoimentos, entre outros.

As questões do roteiro descritas a seguir foram necessariamente abordadas ao longo das entrevistas, sendo que outras perguntas foram elaboradas à medida que julgávamos importante à aquisição de novas informações. Assim como nem todos os depoimentos seguiram a ordem cronológica abaixo, pois em virtude dos desdobramentos das entrevistas, algumas respostas às questões seguintes apareciam previamente ao longo

[134] Publicação anual da ABCMC – Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências. Disponível em: www.abcmc.org.br/publique1/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=26. Acesso em 12/05/2011.

dos discursos. Apresentaremos abaixo o roteiro das entrevistas:

- Tempo o qual a instituição oferece o programa de formação continuada de professores;
- Motivação para o desenvolvimento do projeto;
- Estrutura e detalhamento (mini-curso, cursos, palestras, oficinas, debates, etc. Indagamos junto ao entrevistado como os programas se configuram atualmente, objetivamos saber a carga-horária e a periodicidade dos programas, estratégias para abarcar os docentes e quem são os mediadores dos programas;
- Os programas mais recentes (últimos quatro ou cinco anos);
- Público alvo dos programas de formação continuada de professores (Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior ou todos os níveis da educação);
- Participação do professor (frequentador do museu ou não) em algum momento específico ou durante toda a elaboração das propostas das atividades;
- Meios de divulgação das atividades;
- Relação junto às Secretarias de Educação.

Os dados obtidos neste momento da pesquisa, provenientes da entrevista semi-estruturada, são de caráter essencialmente qualitativos. A partir da análise de conteúdo (Bardim, 1977), analisamos e categorizamos os depoimentos dados a cada uma das perguntas presentes no roteiro.

Também realizamos análise documental mediante o resgate dos títulos e ementas das atividades, *folders* de divulgação, atas, resumos das atividades, relatórios anuais, além de outros registros presentes nas instituições.

3. Resultados e discussão

Após analisarmos os resultados das entrevistas em cada centro e museu de ciências, categorizamos todas as respostas. Contudo, destacaremos neste artigo, as seguintes categorias: motivações intrínsecas (quando a motivação é da equipe técnica da instituição), motivações extrínsecas (a partir da demanda de professores), estrutura, público que frequenta (ou seja, identificamos qual público prevalece durante as atividades), participação do docente no desenvolvimento do programa e carga-horária da atividade. Apresentaremos as categorias mediante o quadro resumo 1.

Espaço de educação não formal	Programa	Motivações	Estrutura	Público que frequenta	Participa-ção no desenvol-vimento	Car ga-hor ária
Museu de Astronomia	Encontro de Assessoria ao Professor	Intrínseca	Reunião com professores	Professores da educação básica	Não	04 hora s
Museu da Vida	Encontro de Professores: I e II	Extrínseca	Encontro I: um encontro para conhecer as áreas temáticas do museu; Encontro II: oficina com de aprofundamento dos conteúdos dos experimentos do	Professores da educação básica	Não	Enc ontr o I: 03 hora s Enc ontr

			museu.			o II: 03 horas
Casa da Ciência	Oficinas para professores	Intrínseca	Em decorrência exposição em exibição são desenvolvidos encontros que debatem temas inerentes a exposição.	Professores da educação básica	Não	02 a 04 horas
Casa da Descoberta	Curso para professores	Extrínseca	Curso oferecido uma vez ao ano, ou uma vez a cada semestre para	Ensino Médio	Não	08 horas
Jardim Botânico/RJ	Conhecen-do nosso Jardim	Intrínseca e Extrínseca	Encontro único onde a partir de roteiros o participante conhece com mais detalhes o Jardim Botânico	Ensino Fundamental	Não	04 horas
Praça da Ciência	Atendimen-to em seu espaço escolar	Intrínseca	Visita a escolas e realização de oficinas durante um dia.	Educação Infantil e Ensino Fundamental	Não	08 horas

Quadro Resumo 1: Categorias dos resultados da pesquisa

Os programas de formação continuada de professores desenvolvidos pelos museus e centros de ciências do Rio de Janeiro têm algumas características próprias que os distinguem entre si. Todavia, identificamos que todos os programas analisados são de curta duração, para tanto as atividades se restringem a um único encontro com poucas horas de duração. Essa especificidade dos programas dificulta o aprofundamento dos temas abordados, assim como não propiciam momentos de reflexão da prática docente de forma mais intensa, dificultando mudanças na postura dos participantes, enquanto profissionais da educação. Jacobucci (2006) em sua pesquisa aponta que programas de curta duração não possibilitam que todas as dimensões do sujeito sejam levadas em consideração, bem como predomina a ausência de discussões sobre o trabalho docente.

Ainda na pesquisa, ao investigarmos as motivações para a criação dos programas, bem como o grau de participação dos docentes ao longo da construção dos mesmos, verificamos que em alguns espaços de educação não formal, como o Museu da Vida e Jardim Botânico, esses programas hoje integram as atividades de cada espaço em virtude da demanda de professores. Conforme os depoimentos a seguir:

[...] de tanto os professores falarem: "Ah, a gente gostaria de conhecer melhor, saber o que os pesquisadores fazem aqui, o que a FIOCRUZ tem". Então a gente pensou: qual poderia ser a atividade?[...]. Depoimento do responsável pelo programa do Museu da Vida.

[...] havia uma procura de professores que vinham visitar o Jardim e queriam mais informações, queriam se enriquecer, queriam que fosse uma exploração, uma aventura do conhecimento. Depoimento do responsável pelo programa do Jardim Botânico.

Para os demais espaços de educação não formal as motivações para a criação dos programas surgem a partir da percepção dos membros da equipe técnica de cada espaço, pois verificaram a necessidade de aprofundar e debater temas de diversas áreas do conhecimento humano, podendo estar atrelado ou não a uma exposição científica.

Contudo, os resultados demonstraram que em todos os espaços de educação não formal não há a participação efetiva dos docentes na construção dos programas. Em alguns

espaços houve a intervenção docente na modalidade da atividade[135], como no Jardim Botânico e Museu da Vida. Com isso, evidenciamos que os programas são planejados e estruturados apenas pela equipe de cada espaço de educação não formal. Também percebemos que poucos espaços realizam avaliações frequentes, e nem sempre as sugestões podem ser agregadas aos programas.

4. Considerações Finais

Os centros e museus de ciências do Rio de Janeiro têm contribuído para a formação contínua de profissionais da educação ao proporcionarem um ambiente de discussão e aprofundamento de temas inerentes às ciências, favorecendo o enriquecimento cultural e científico dos docentes. Sendo assim, têm contribuído para a ampliação dos conhecimentos adquiridos durante a formação inicial e ao longo da vida profissional. Vale destacar que essas ações também têm fortalecido de forma efetiva a parceria museu-escola. Segundo Castellar (2003): *"[...] durantes as ações desenvolvidas no curso de capacitação, notamos que o professor se envolve e participa mais quando sente necessidade de refletir sua prática"*. p. 106. Nóvoa (1995) ainda aponta que: *"[...] a formação não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re) construção permanente de uma identidade pessoal". p.25*

Cabe destacar que o melhor êxito de um programa de formação continuada de professores pode ser determinado pelas necessidades individuais de cada sujeito envolvido, respeitando sua cultura, anseios e realidade social. Logo, adicionalmente ao oferecer o programa, é também importante identificar o que os docentes participantes realmente desejam mudar em sua prática docente.

5. Referências Bibliográficas

Amaral, I. A. (2003). *Oficinas de produção em ensino de ciências: uma proposta metodológica de formação continuada de professores*. In CARVALHO, A. M. P. Formação Continuada de Professores: uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Bachelard, G. (1996). *A formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Castellar, S. M. V. (2003). *O Ensino de Geografia e a formação docente*. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). Formação Continuada de Professores: uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Domite, M. C. S. (2003). *A formação de professores como uma atividade de formulação de problemas: educação matemática no centro das atenções*. In Carvalho, A.M.P. Formação Continuada de Professores: uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Jacobucci, D. F. C. (2006). *A formação continuada de professores em Centro e Museus de Ciências no Brasil*. Campinas. Doutorado (Tese em Educação) – UNICAMP.

Jacobucci, D. F. C.; JacobuccI, G. B.; Megid Neto, J. (2009). *Experiências de formação de professores em centros e museus de ciências no Brasil*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 8(1), 118-136.

Minayo, M. C. S. (2004). *O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 8ª ed. São Paulo: Hucitec.

[135] Oficinas, cursos, palestras, etc.

Nóvoa, A. (1995). *Formação de professores e profissão docente*. In: NÓVOA, A. (coord.). Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote.
Schön, D. (1987). *Educating a reflexive practitioner: toward a new design for teaching and learning in the professions. São Francisco: Jossey Bass*.
Silva, E. M. A.; Araújo, C. M. (2005). V Colóquio Internacional Paulo Freire. *Reflexão em Paulo Freire: uma contribuição para a formação continuada de professores*. Recife, 19 a 22-setembro.
Souza, L. H. P.; Gouvêa, G. (2006). *Oficinas Pedagógicas de Ciências: os movimentos pedagógicos predominantes na formação continuada de professores*. Ciência e Educação (UNESP), v.12, 303-313.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao Programa Observatório da Educação/CAPES pelo apoio financeiro.

A ELABORAÇÃO DE UM DICIONÁRIO TERMINOLÓGICO DAS CIÊNCIAS NATURAIS PARA PROFESSORES DE ENSINO FUNDAMENTAL I

Mariângela de Araújo[1] *; Paulo Henrique de Souza*[2]
[1]Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas - Universidade de São Paulo
[2]Doutorando - Instituto de Física - Universidade de São Paulo
araujomar@usp.br; hspaulo@usp.br

Resumo
O trabalho ora proposto tem como objetivo apresentar um projeto de elaboração de um *Dicionário Terminológico das Ciências Naturais*, destinado a professores de ensino fundamental I de escolas brasileiras. Para isso, justifica-se a necessidade desse tipo de trabalho na sociedade brasileira e evidencia-se de que maneira os estudiosos da linguagem, com suas competências na área de Terminologia, podem cooperar com o ensino das Ciências. A proposta do dicionário baseia-se no fato de que o ensino de Ciências é realizado por meio da língua e, de modo específico na perspectiva ora abordada, por meio de termos que se vinculam a conceitos especializados, considerando-se que o conhecimento de uma dada área passa pelo domínio de seus termos e pelo reconhecimento das relações que estes estabelecem entre si.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; dicionário; Terminologia

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo apresentar as bases para a elaboração de um Dicionário Terminológico das Ciências Naturais, destinado a professores de ensino fundamental I de escolas brasileiras. Para que se entenda essa proposta, é necessário que se conheça minimamente a Terminologia, disciplina científica que fornece a fundamentação teórica e a metodologia necessárias à elaboração do Dicionário.

A Terminologia, como disciplina científica, tem uma história recente, tendo nascido na primeira metade do século XX. Entretanto, apesar de recente, esta nasce de uma necessidade muito antiga na história da humanidade: a necessidade de nomeação. Mais especificamente, a Terminologia preocupa-se estritamente com o processo de nomeação relacionado às diferentes áreas do saber e leva em conta suas especificidades.

A palavra *terminologia*, contudo, não é monossêmica, ou seja, não há apenas um sentido que lhe é atribuído; ao contrário, há diversos sentidos a ela vinculados. Cabré (1993, p.82) destaca que, ao menos, três acepções podem ser atribuídas à palavra *terminologia*:

> *a) El conjunto de principios y de bases conceptuales que rigen el estudio de los términos.*
> *b) El conjunto de directrices que se utilizan en el trabajo terminográfico.*
> *c) El conjunto de términos de una determinada área de especialidad.*

De acordo com essas acepções, constata-se que a terminologia pode ser entendida: (a) como uma teoria, (b) como uma prática ou (c) como uma necessidade. Como necessidade de nomeação de conceitos referentes a áreas do saber e de técnicas específicas, pode-se dizer que a terminologia (ou as terminologias) nasce(m) juntamente à linguagem humana, sendo tão antiga(s) quanto esta. Como prática de compilação e

descrição de vocabulários especializados, entretanto, a terminologia tem sua origem há aproximadamente 4600 anos, com os sumérios, conforme atesta Barros (2004, p. 29):

> [...] *A existência de dicionários temáticos monolíngües já é atestada desde 2600 a.C., feitos pelos sumérios em forma de tijolos de argila. Neles encontravam-se termos 'relacionados a profissões, gado, objetos comuns e divindades; registravam-se os termos aceitos pelas escolas de escribas e constituíram o fundamento do dicionário mais completo compilado por volta de 2200 a.C. (Van Hoof, 1998, p. 241). No fim do Médio Império faraônico (*c. *1800 a.C.), apareceram no Egito os primeiros dicionários temáticos (Sidarus, 1990) e no primeiro século da era cristã o gramático Herodianus e o médico Heródoto elaboraram glossários que explicavam os termos médicos utilizados pelo grego Hipócrates (*c. *460-377 a.C.), o pioneiro na descrição sistemática do corpo humano.*

Apesar disso, segundo Rey (1979, p. 7), é só na segunda metade do século XVIII que a palavra *terminologia* surge associada a uma *ciência dos termos*. Essa palavra aparece, nessa época, em alemão, usada pelo professor Christian Goufried Schütz.

É interessante ressaltar que nesse caminho para o estabelecimento de uma *ciência dos termos* foi de fundamental importância o reconhecimento de que as diferentes ciências têm um vocabulário específico e de que um cuidado com esse vocabulário é necessário. Assim, foi vital para o desenvolvimento da Terminologia, como disciplina científica, a preocupação dos especialistas de diversas áreas do saber, sobretudo a partir do século XVIII, com o estabelecimento e a padronização de nomenclaturas técnico-científicas. Nesse sentido, destaca-se, por exemplo, o trabalho de Lineu, com seus esforços para a criação de um sistema de denominação de espécies nas áreas de Botânica e Zoologia. O surgimento da disciplina científica também foi suscitado por uma intensa preocupação com a internacionalização das ciências e com as estratégias para garantir uma univocidade na comunicação científica internacional, a partir do século XIX. Assim, foi esse contexto que propiciou, na década de 1930, o lançamento das bases teóricas da *Terminologia*.

Convém mencionar que as bases teóricas estabelecidas para essa disciplina científica foram propostas por um engenheiro austríaco, Eugen Wüster, que desenvolveu a denominada *Teoria Geral da Terminologia*, ou *TGT*, com o objetivo de harmonizar e normalizar os vocabulários técnicos e científicos, visando a evitar ambiguidades na comunicação especializada. Verifica-se, desse modo, que a Terminologia não teve seu início relacionado aos estudos da linguagem, mas partiu das necessidades cotidianas daqueles que empregam o léxico no âmbito de um discurso especializado, ou seja, utilizam um conjunto de itens lexicais que denomina conceitos e tem como objetivo a comunicação dentro de áreas específicas do saber.

Cabe ainda mencionar que as teorias terminológicas atuais, com a colaboração agora dos estudiosos da linguagem, ampliaram um pouco mais os objetivos da Terminologia, uma vez que atualmente as preocupações dos estudos terminológicos vão além da normalização de termos. Entretanto, o objeto de estudo da Terminologia ainda centra-se na relação existente entre *termo* e *conceito*, em toda sua complexidade. Mais adiante, na terceira seção, serão apresentadas as bases para a elaboração do *Dicionário*, em que será detalhada a metodologia atualmente proposta pela Terminologia, tendo em vista sua perspectiva linguística.

2. O ensino fundamental no Brasil, a formação de professores e o ensino das Ciências Naturais

Para justificar o projeto que se pretende apresentar aqui, faz-se necessário expor uma breve descrição das diretrizes do ensino de Ciências no ensino fundamental do Brasil. Iniciar-se-á essa exposição apresentando, primeiramente, os documentos que tratam da educação de maneira geral, para, a partir daí, chegar-se ao nível que está no cerne deste trabalho, o ensino fundamental I.

Assim, é importante ressaltar que a educação no Brasil, segundo a *Lei de Diretrizes e Bases da Educação* (LDB), divide-se em educação básica e educação superior. A educação básica, por sua vez, subdivide-se em educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. Atualmente, o ensino fundamental compreende nove anos (séries) de estudo e deve ser iniciado pelas crianças aos seis anos. Ainda quanto ao ensino fundamental, a LDB prescreve o seguinte:

> *Art. 26. Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.*
> *§ 1º Os currículos a que se refere o* caput *devem abranger, obrigatoriamente, o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil.*

Desse modo, verifica-se que o ensino das Ciências Naturais está previsto durante todo o ensino fundamental e espera-se, segundo o que se descreve em um outro documento do Ministério da Educação, o PNLD 2010 (*Guia Nacional do Livro Didático*), que os conceitos sejam apresentados de maneira que estes, além de serem somados aos já conhecidos, sejam aprofundados ano a ano.

Entretanto, observa-se já um problema em relação ao ensino desses conceitos, se, mais adiante, se confere o artigo da LDB referente à formação dos professores que devem atuar no ensino fundamental I:

> *Art. 62. A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade Normal.*

Ou seja, os professores que devem ter competência para iniciar os seus alunos em Ciências Naturais podem ter apenas o ensino médio, não necessitando de curso superior.

Deve-se ainda acrescentar a isso o fato de que nem sempre esse pré-requisito é cumprido, como se comprova em uma tabela divulgada pelo MEC, no Plano Nacional de Educação de 2001:

Nível de formação	Total de funções	Níveis e modalidades de atuação					
		Pré-Esc e Alfabetiz.	1ª à 4ª séries	5ª à 8ª séries	ensino médio	educação especial	jovens e adultos
Ens.Fund. Incompl.	65.968	20.581	44.335	712	18	322	567
Ens.Fund. Completo	80.119	22.043	50.641	5.913	675	847	1.462
Ens. Médio Completo	916.791	174.948	531.256	153.258	38.250	19.079	32.150
Ens. Sup. Completo	1.066.396	48.147	172.715	501.625	326.801	17.108	68.872
Total	2.129.274	265.719	798.947	661.508	365.744	37.356	103.051

Tabela 1 - Funções Docentes - distribuição nacional por nível de formação e níveis escolares em que atuam.[136]

Por meio dessa tabela, relativa à formação dos professores em 1996, verifica-se que, apesar de haver, pela LDB, a exigência mínima do ensino médio para os professores do ensino fundamental I, aproximadamente noventa e cinco mil (95.000) deles não apresentavam essa formação mínima. Além disso, pode-se observar também que, de um total de aproximadamente setecentos e noventa e nove mil (799.000) professores, apenas cento e setenta e dois mil setecentos e quinze (172.715) tinham formação em nível superior, ou seja, pouco mais de vinte por cento deles.

É necessário ressaltar, entretanto, que os dados são de 1996 e que há um esforço, demonstrado pelo governo brasileiro, no sentido de promover a qualificação dos professores. Assim, no próprio documento citado (*Plano Nacional de Educação*, 2001), dentre as metas e diretrizes apontadas, há uma que indica o prazo de cinco anos para a formação mínima exigida de todos os professores, ou seja, ensino médio na modalidade *Normal*, e outra que indica um prazo de dez anos para a formação de 70% dos professores em nível superior específico. Contudo, deve-se mencionar que a Portaria 10, de 06 de agosto de 2009, do Conselho Nacional de Educação (CNE), intitulada *Indicações para subsidiar a construção do Plano Nacional de Educação 2011-2020*, indica, como uma das prioridades na formação dos profissionais, "*estabelecer um prazo para extinguir o curso normal de nível médio no País, para que ele deixe de ser considerado como formação inicial do professor e, consequentemente, como patamar básico de remuneração*". Isso significa que, apesar de não haver um diagnóstico como o de 1996, há indícios de que as metas trazidas no Plano de 2001 não foram totalmente cumpridas.

[136] Fonte: MEC/INEP: Sinopse Estatística 1996. Nota: O mesmo docente pode atuar em mais de um nível/modalidade de ensino e em mais de um estabelecimento.

Verifica-se, assim, que os dados acima apresentados demonstram, de forma bastante clara, que, muitas vezes, o professor de ensino fundamental não tem a formação adequada para lidar com os conteúdos que lhe são exigidos.

Além disso, há ainda outro dado que problematiza o ensino das Ciências Naturais nas séries iniciais do ensino fundamental brasileiro: não há, no âmbito do documento oficial que regulamenta o oferecimento de cursos superiores para a formação de professores do ensino fundamental nas séries iniciais, um apontamento sobre a carga horária mínima destinada aos conteúdos referentes às Ciências Naturais (cf. *Resolução CNE/CP 1*, de 18 de fevereiro de 2002). Assim, ocorre que, na prática, ao se observarem as estruturas curriculares desses cursos, nota-se primordialmente a ênfase nos conteúdos referentes à Língua Portuguesa e à Matemática. Isso significa que mesmo os professores formados em nível superior têm pouco contato com os conteúdos que lhe serão exigidos em sua prática pedagógica.

Tal problema é citado em trabalhos acadêmicos que versam sobre o ensino de Ciências nas séries iniciais. Observem-se, por exemplo, as palavras de Langhi e Nardi (2005), sobre os discursos dos professores que trabalham nesse nível do ensino:

> *Isto remete às dificuldades de A ao abordar o assunto específico da Astronomia, como fica exemplificado no uso de expressões tais como: "fico meio apurada" (450), "hora do sufoco" (470), "conteúdo difícil" (176), "é uma coisa tão distante do mundo deles" (178), "só (...) um texto e uma figura de livro didático é difícil de entender" (181), "é bem complicado" (399), "algumas coisas sinto dificuldades, outras não" (455), "é difícil você responder, eu não sei, é difícil" (482), "mas eu não sei te dizer números exatos, quer dizer, eu tenho uma noção do que seja, mas eu não sei" (242) e "eles até te questionam: 'mas qual que é o planeta mais próximo do Sol?', pra dizer a verdade, nem sei. [risos] Eu não sei" (168). Com enunciados bem semelhantes a estes, os demais sujeitos da amostra deram margem às mesmas interpretações de seus discursos.*
>
> *O docente não preparado para o ensino da Astronomia durante sua formação promove o seu trabalho educacional com as crianças sobre um suporte instável, onde essa base pode vir das mais variadas fontes, desde a mídia até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação destas concepções alternativas. Caso um histórico das concepções espontâneas em Astronomia de alguns professores pudesse ser traçado, talvez fosse possível encontrar concepções sobre fenômenos astronômicos neles que tiveram origem em sua própria infância e, persistindo durante anos, atravessaram intactas os momentos em que deveriam ser desestabilizadas e modificadas, mas por inexistência de tais momentos, as concepções acompanharam a inteira formação do docente e agora em sala de aula, seus alunos por sua vez as apreendem, denotando uma dominância de paradigmas*. (Langhi e Nardi, 2005, p. 83-84)

Resumindo-se, então, os argumentos apresentados nesta seção, verifica-se que os conteúdos propostos para o ensino de Ciências Naturais nos primeiros anos do ensino fundamental nem sempre são bem conhecidos pelos professores, que relatam suas dificuldades e demonstram que necessitam de auxílio.

3. O projeto de elaboração do *Dicionário Terminológico das Ciências Naturais* para professores

Buscou-se até o momento apresentar a necessidade de um material que, longe de resolver os problemas educacionais brasileiros, possa, ao menos, auxiliar os professores envolvidos no ensino fundamental I, de forma a apresentar-lhes um material de referência e de consulta em relação aos termos e conceitos usados no âmbito das Ciências Naturais.

Trata-se de um Dicionário, que, seguindo as metodologias atuais do trabalho terminológico, será elaborado por meio da pesquisa dos termos efetivamente presentes em livros didáticos destinados a esse nível do ensino.

Assim, o *corpus* de análise foi composto por livros didáticos selecionados pelo Ministério de Educação do Brasil (MEC) no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2010, restringindo-o, entretanto, às cinco coleções que tiveram melhor avaliação no quesito "conhecimentos e conteúdos", pois se acredita que estes tragam os conteúdos essenciais e que apresentem poucos equívocos conceituais. São elas: *A Escola é Nossa* (Editora Scipione); *Caracol – Ciências* (Editora Scipione); *Brasiliana – Ciências* (Companhia Editora Nacional); *Porta Aberta – Ciências* – Edição Renovada (Editora FTD); e *Projeto Pitanguá – Ciências* (Editora Moderna).

Depois de selecionadas as coleções que fazem parte do *corpus*, passou-se à coleta dos candidatos a termos presentes nos textos e à inserção deles em uma base de dados composta por fichas terminológicas com os seguintes campos, a serem preenchidos: termo; informações gramaticais; sigla(s) ou acrônimo(s); sinônimo(s); contexto(s); referência(s) do(s) contexto(s); data de inserção do contexto no banco de dados; definição; informações sobre a formação do termo; termo(s) relacionado(s); área; autor da ficha; e data de inserção da ficha no base de dados. Abaixo são transcritos alguns termos contextualizados, já presentes na base de dados:

(a) *Você já parou para pensar como as <ondas sonoras> são produzidas nos <sons> que ouvimos?*

As <ondas sonoras> entram pela <orelha externa>, passam pelo <meato acústico externo> e chegam à <membrana timpânica>. (*Porta Aberta – Ciências*, 2.º ano, p.17)

(b) *Você já sabe que moramos no <planeta> Terra e que ele e mais sete outros <planetas> fazem parte do <Sistema Solar>, girando em torno do Sol.* (*Porta Aberta – Ciências*, 3.º ano, p. 9)

(c) *A <decomposição> do lixo pelos <micro-organismos> produz <metano>, um <gás inflamável>. Esse <gás> pode ser queimado no próprio <aterro> ou também ser recolhido e tratado para ser utilizado como <combustível>.* (*Porta Aberta – Ciências*, 4.º ano, p. 119)

(d) *O <Aedes aegypti> não é o único <mosquito transmissor> da <dengue>. Nos países asiáticos e no México existe o <Aedes albopictus>,*

> *um <mosquito transmissor> da <febre amarela> como da <dengue> também.* (*Porta Aberta – Ciências*, 5.º ano, p. 29)

A etapa seguinte, na realização da pesquisa, consistirá na elaboração das definições, que têm como princípios a fidelidade aos conceitos a serem definidos e a adaptabilidade às necessidades do professor. Dito de outro modo, as definições têm de ser corretas, mas, ao mesmo tempo, conterem apenas as características do conceito relevantes para o professor, evitando sobrecarga de informações que não serão relevantes ao seu trabalho pedagógico.
Cabe ainda ressaltar que a última etapa será a consulta aos especialistas, que deverão validar as definições e as relações de significado estabelecidas entre os termos (por exemplo, as relações de sinonímia) e indicar a relevância dos termos selecionados.

4. Considerações finais

O presente trabalho buscou evidenciar as dificuldades didáticas dos professores brasileiros de Ciências Naturais no ensino fundamental I, tendo em vista a precariedade de sua formação relativa a essa área do saber, e apresentar uma proposta de dicionário que venha, de alguma forma, a auxiliá-los na preparação de suas aulas e na resolução de eventuais dúvidas.
Este trabalho também ressaltou uma das contribuições – há outras – que a Terminologia pode oferecer ao ensino de Ciências, tendo em vista a metodologia utilizada para o reconhecimento dos termos, sua análise e a elaboração de dicionários terminológicos. Tal contribuição mostra as vantagens na aproximação entre os especialistas em Ciências e os estudiosos da linguagem, que, por meio de suas reflexões, podem auxiliar no processo de transmissão dos conhecimentos especializados.
Cabe ressaltar ainda que não foi possível, neste trabalho, apresentar todas as reflexões teóricas e os procedimentos metodológicos da Terminologia que podem ser interessantes ao ensino de Ciências Naturais – suas diretrizes em relação à elaboração das definições, por exemplo, mostrariam bem as possíveis contribuições. Entretanto, tratou-se do que se julgou relevante para a apresentação do projeto ora descrito.

Referências

Barros, L. A. (2004). *Curso básico de Terminologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
Brasil (1996). *Lei de diretrizes e bases da educação nacional*. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf.
Brasil (2001). *Plano nacional de educação*. Lei n.º 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/pne.pdf.
Brasil (2009). *Guia nacional do livro didático – PNLD – Ciências*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Disponível em: ftp://ftp.fnde.gov.br/web/livro_didatico/guia_pnld_2010/ciencias.pdf.
Brasil (2009). Indicações para subsidiar a construção do Plano Nacional de Educação 2011-2020. Portaria CNE/CP n.º 10, de 6 de agosto de 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/pne_200809.pdf
Cabré, M. T. (1993). *La Terminología: teoría, metodología, aplicaciones*. Barcelona: Editorial Antártida / Empúries.

Langhi, R. & Nardi, R. (2005). Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA* 2, 75-92.

Rey, A. (1979). *La Terminologie: noms et notions*. Paris: Presses Universitaires de France.

O TEMA FUNGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA: REFLEXÕES A PARTIR De PERIÓDICOS DA ÁREA

Luciana Abrão Lougon Soares[1] ; *Joyce Frade Alves do Amaral*[1, 2]; *Evelyse dos Santos Lemos*[1, 3]
[1]Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde, [2]Mestranda e [3]Docente do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, RJ, Brasil.
lucaals@gmail.com joycefa@ioc.fiocruz.br evelyse@ioc.fiocruz.br

Resumo
Os Fungos são seres vivos de grande importância ecológica e, assim, um tema de grande relevância para a compreensão e aprendizagem dos fenômenos biológicos. Subsidiadas por esta percepção, analisamos três revistas eletrônicas, de acesso livre da área de ensino de ciências buscando identificar artigos que se ocupam especificamente do ensino e ou aprendizagem deste tema e, a partir deles, a analisar como o mesmo vem sendo ensinado e que conceitos são priorizados. Apesar da diversidade de temas, nenhum dos artigos dos periódicos aborda o tema fungos especificamente. Tal fato reforça a relevância e necessidade de pesquisa sobre a aprendizagem e ensino sobre o tema fungos.

Palavras-Chave: Ensino de ciências, Fungos, Aprendizagem, Ensino fundamental, Ensino médio.

1. Introdução

A adequada compreensão do conceito Fungos e do papel deste grupo de seres vivos no ambiente é de grande relevância para a aprendizagem e entendimento dos fenômenos biológicos em geral. Entretanto, em nossa trajetória enquanto alunas e docentes, percebemos pequena presença desta temática nos cursos de graduação, no cotidiano das disciplinas de ciências e biologia na educação básica e, inclusive, nos artigos e eventos científicos da área de ensino de ciências.

Os fungos são seres vivos com características específicas integrando assim, um reino próprio, denominado Fungi. São organismos eucarióticos, com material genético envolvido por membrana, a carioteca, e heterotróficos, pois nutrem-se de outros seres vivos. De acordo com Raven (2001), embora já tenham sido considerados plantas primitivas ou degeneradas, a ausência de clorofila e evidências moleculares sugerem que os fungos sejam mais parecidos com os animais do que com as plantas. Uma das caraterísticas que os aproxima dos animais é a parede celular constituída por quitina, mesmo material encontrado nos exoesqueletos dos artrópodes (Raven, 2001).

Apesar da importância biológica do Reino Fungi, em particular para a manutenção dos vários ecossistemas que compõem o bioma terrestre, a abordagem do tema na educação básica costuma estar limitada às questões de saúde (doença), à aplicação econômica e à biotecnologia (Silva et al, 2009). Deste modo, acabam evidenciados como agentes causadores de doenças ou apenas apresentados como matéria-prima para a produção de antibióticos, de queijos e para a fermentação de bebidas.

Influenciados por esse contexto, os estudantes tendem a construir uma visão utilitarista e antropocêntrica desse Reino e de ambiente, sem compreenderem sua importância ecológica, como decompositores e bioindicadores da qualidade ambiental, além de não

perceberem a natureza da interrelação destes com os outros seres vivos e o ambiente (Silva et all, 2009).

Esta abordagem contraria as orientações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997), cujo objetivo proposto para o ensino de ciências é o de estimular a postura reflexiva e investigativa sobre fenômenos da natureza e sobre a relação sociedade-natureza. Seguindo esta orientação, é papel do ensino de ciências oferecer subsídios para que o aluno desenvolva a capacidade de relacionar os seres vivos entre si e com os elementos não vivos da natureza e, assim, entender a dinâmica ambiental e sua relação com a sociedade.

Partindo do exposto, nos interessa identificar artigos que se ocupam com o ensino e aprendizagem do tema fungos e, a partir deles, analisar como o tema vem sendo abordado no âmbito escolar, particularmente os conceitos e propostas didáticas priorizadas em periódicos de reconhecida qualidade na área de ensino de ciências: Ciência & Educação, Investigação em Ensino de Ciências – IENCI e na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC.

2. Referencial Teórico

O papel da educação básica é criar condições para que os estudantes possam desenvolver suas capacidades intelectuais e, simultaneamente, construir saberes que propiciem a compreensão da realidade e a participação em relações sociais, políticas e culturais. Tais condições podem ser encaradas como fundamentais para o exercício da cidadania e para a construção de uma sociedade democrática e não excludente (Brasil, 1997).

Em decorrência, espera-se que a escola seja um espaço de formação e informação, o qual favoreça a inserção do aluno no cotidiano das questões sociais e culturais, nas quais o mesmo possa compreender e intervir nos fenômenos sociais como um todo. Do aluno, cidadão, espera-se que sua compreensão de mundo lhe proporcione elementos para um posicionamento crítico e ativo socialmente; bem como perceber-se integrante, dependente e agente transformador de sua realidade.

Nesse sentido ressaltamos a importância do ensino das Ciências Naturais, em especial do tema fungos, pois, como bem indicado nos PCNs, o seu papel é o de "colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do universo" (Brasil, 1997, p.15). Com esta perspectiva, é preciso assumir que não interessa, no processo de escolarização, qualquer tipo de aprendizagem. É preciso almejar – e atuar comprometidamente com – a facilitação e ocorrência da aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa, segundo Moreira, (2008) implica atribuição de significado pelo sujeito à nova informação. Esta atribuição de significado corresponde a um processo complexo no qual a nova informação interage, de forma substantiva e não arbitrária com algum conhecimento prévio já presente na estrutura cognitiva do aprendiz. Por meio desta interação, o aprendiz é capaz de dar significado próprio ao novo conhecimento, atribuindo assim, uma leitura personalizada ao conteúdo apresentado no evento educativo.

Destacamos, assim, que não importa a mera memorização de novas informações pelo sujeito. É preciso, no caso das ciências naturais e biologia, que os alunos aprendam significativamente sobre a dinâmica da vida, sobre os aspectos mais gerais que caracterizam os fenômenos biológicos. Como nos alerta Lemos (2008), é inerente ao ser humano, escolarizado ou não, usar o seu conhecimento para perceber os estímulos do

ambiente, interpretá-los e a partir daí, construir uma resposta (cognitiva, afetiva e atitudinal), a uma ação na sua realidade.
Retomamos, deste modo, o papel da escola, pois é ela que tem a responsabilidade de facilitar a aprendizagem significativa dos significados aceitos no contexto das disciplinas. Somente assim o aprendiz terá subsídios para, com autonomia, intervir criticamente na sociedade na qual está inserido.

3. Metodologia

Com o propósito de identificar os artigos que se ocupam especificamente do ensino e ou aprendizagem do tema fungos e, a partir deles, analisar como o mesmo vem sendo ensinado e que conceitos são priorizados, o presente trabalho, caracterizado como estudo bibliográfico de caráter qualitativo (Gil, 1996), foi organizado em seis etapas distintas.
Inicialmente realizamos um levantamento de revistas científicas da área de ensino de ciências (área 46 da CAPES) classificadas nos estratos A1 e A2. Dentre elas, considerando a temática central das mesmas e a acessibilidade online, optamos por trabalhar com as revistas Ciência & Educação, estrato A1; Investigação em Ensino de Ciências (IENCI) e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), estrato A2.
A etapa seguinte envolveu a busca de textos que se ocupassem especificamente do tema fungos. Para tanto, realizamos a leitura dos títulos e resumos de todos os trabalhos publicados nas referidas revistas e, a partir daí, construímos um quadro para cada periódico com informações sobre cada um dos artigos publicados, tais como: o ano de publicação, os autores, a instituição na qual os trabalhos foram desenvolvidos, perfil dos trabalhos publicados e assuntos abordados.
De acordo com os assuntos abordados, nos títulos e resumos dos artigos, categorizamos os mesmos, quanto às temáticas disciplinares, em biologia, física, matemática, química, ciências/pedagogia, ciências sociais e saúde, ciência e arte, e, geografia/geologia. Após categorização, procuramos identificar quais temas da biologia foram contemplados e sua frequência nos periódicos.

4. Resultados

As revistas Ciência & Educação, Investigação em Ensino de Ciências (IENCI) e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) existem respectivamente há treze, dezesseis e onze anos. Todas publicam anualmente três volumes e, embora classificadas como revistas internacionais, existe uma predominância de autores brasileiros, sendo 19,3% (n=142) a proporção de estrangeiros. Destes, o país que mais contribuiu para estas revistas é a Argentina, seguido por Espanha, Portugal e Colômbia.
A leitura dos títulos dos artigos e resumos nestas revistas, centrada na busca das temáticas disciplinares com que se ocupam, nos permitiu agrupar os artigos destes periódicos em biologia, física, matemática, química e ciências/pedagogia. Na revista Ciência & Educação foram incluídos as categorias ciências sociais e saúde, ciência e arte, além de geografia/geologia, este também presente na revista IENCI.
Na revista Ciência & Educação, como pode ser visto no Quadro 1, dentre os trezentos e trinta e oito artigos encontrados houve predomínio da categoria ciências/pedagogia (n=130 – 38.8%). Na sequência aparecem os trabalhos que têm como eixo principal temas e/ou conceitos das várias disciplinas escolares tais como física (n=52 - 15,5%),

biologia (n=50 - 14,9%), ciências sociais e saúde, que incluem o tema ciências, tecnologia e sociedade (n=38 - 11,3%), matemática (n=32 - 9,6%), química (n =27 8,1%), geografia/geologia (n=3 - 0,9%), e, ciência e arte (n=1 - 0,3%).
Alguns trabalhos podem ser incluídos em mais de uma categoria, como biologia/química (n=1 - 0,3%) e física/matemática (n=1 - 0,3%). Três dos artigos não puderam ser categorizados ,porque no ato da coleta, não estavam disponíveis online.
A revista IENCI, em quinze anos (1996 a 2010) de existência, publicou duzentos e vinte artigos, e, assim como na revista Ciência & Educação, a categoria com o maior número de trabalhos apresentados é a de ciências/pedagogia (n=94 - 42,7%). Também aparecem os trabalhos que têm como eixo principal temas e/ou conceitos de várias disciplinas escolares como: física (n=68 - 30,9%), biologia (n=24 - 10,9%), química (n=15 - 6,8%) e matemática (n=5 - 2,3%). Encontramos trabalhos que podem ser classificados em mais de uma categoria: biologia e física (n=4 - 1,8%), física e ciências/pedagogia (n=4 - 1,8%), biologia e ciências/pedagogia (n=2 - 0,9%), química e física (n=2 - 0,9%), física e matemática (n=1 - 0,45%), e, biologia e química (n=1 - 0,45%).
Na revista RBPEC dentre os cento e setenta e nove artigos publicados, mantendo o mesmo perfil das revistas anteriores, a categoria que se destacou foi a classificada em ciências/pedagogia (n=79 – 44,1%).
Em seguida, identificamos trabalhos que têm como eixo principal a física (n=51 – 28,5%), biologia (n=27 – 15,1%), química (n=15 – 8,4%), matemática (n=2 1,1%), geografia (n=1 - 0,6%). Foi encontrado um trabalho que pertence a duas categorias: a química e a física (n=1 – 0,6%). Por não estarem disponíveis online três dos artigos não puderam ser categorizados.
Apesar do conteúdo da biologia estar presente nas três revistas com proporções aproximadas, representando 14% do total dos artigos publicados (n=101), não encontramos nenhum trabalho que aborde especificamente o tema fungos, tampouco trabalhos que norteiem esse assunto.
Nas revistas Ciências & Educação e IENCI o assunto predominante da biologia é a educação ambiental/ecologia. Já na revista RBPEC o que predomina é a preocupação com a formação dos docentes.
Na revista Ciência &Educação encontra-se conteúdos da biologia que se preocupam com a educação ambiental/ecologia (n=10), genética – evolução - origem da vida (n=7), formação do professor (n=5), livros didáticos (n=5), perfil da área (n=4), zoologia (n= 2), recursos didáticos (n=2), linguagem (n=2), didática (n=1), metodologia de ensino (n=1), modelo mental (n=1), educação científica (n=1), estudo de caso (n=1), imunologia (n=1), botânica (n=2), biologia celular (n=1), corpo humano (n=1), solo (n=1), história da ciência (n=1) e museu de ciências (n=1).
Notamos que a biologia está presente em vinte e quatro artigos publicados na revista IENCI, que possuem temas abordados como educação ambiental/ecologia (n=5), representações e modelos mentais (n=3), perfil da área (n=3), livros didáticos (n=3), biologia celular (n=2), educação e divulgação científica (n=2), epistemologia (n=2), revisão do conteúdo (n=2), zoologia (n=1), botânica (n=1), fisiologia humana (n=1), e, didática (n=1).
Na RBPEC a biologia está presente vinculada a temas como a formação de professores (n=5), genética – evolução - origem da vida (n=4), recursos didáticos (n=3), livros didáticos (n=2), educação ambiental/ecologia (n=2), corpo humano (n=2), didática (n=1), epistemologia (n=1), perfil da área (n=1), metodologia (n=1), biologia celular (n=1), bioquímica (n=1), botânica (n=1), doenças (n=1), e, cadeia alimentar (n=1).

Conteúdo \ Revis	Ciência & Educação	Investigação em Ensino de Ciências	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	**Total**
Biologia	50	26	27	**103**
Física	52	68	51	**171**
Ciências Sociais e Saúde	38	-	-	**038**
Matemática	32	5	2	**039**
Química	27	15	15	**057**
Geografia/Geologia	3	-	1	**004**
Ciência e Arte	1	-	-	**001**
Biologia/Química	1	1	-	**002**
Biologia/Física	-	4	-	**004**
Biologia/ Ciências/Pedagogia	-	2	-	**002**
Física/Matemática	1	1	-	**002**
Física/Química	-	2	1	**003**
Física/ ciências/pedagogia	-	4	-	**004**
Ciências/Pedagogia	130	93	79	**302**
Não disponíveis na web	03	-	03	**006**
Total	**338**	**221**	**179**	**738**

Quadro1

5. Considerações finais

Embora tenhamos um levantamento inicial da revisão nos periódicos da área de ensino em ciências, notamos que não há muitas publicações específicas sobre o tema fungos nos periódicos analisados. Como não encontramos textos especificamente ocupados com este tema, o presente trabalho acabou limitado à identificação dos temas biológicos abordados no conjunto dos trabalhos analisados, como os conceitos de biologia, física, ciências/pedagogia, entre outros.

Tal fato reforça a relevância e necessidade de pesquisa sobre a aprendizagem e ensino do tema fungos, conforme nossa premissa descrita no início do trabalho. Acreditamos que este tema seja de suma importância para a compreensão de vários fenômenos biológicos, sobretudo equilíbrio ambiental, temática tão importante para o atual contexto mundial, ora percebendo a importância do uso racional do ambiente e, sobretudo, o lugar do homem na dinâmica da vida terrestre.

6. Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério da Educação (1997). Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental*, Brasília: Ministério da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>.

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciencias, 6., (2007), Florianópolis, SC. *Anais eletrônicos*... Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: < http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/>. Acesso em 20 set. 2010.

Gil, Antônio Carlos (1996). *Como elaborar projetos de pesquisa*.3.ed .São Paulo:Atlas.

Lemos, S. E. O (2008) Aprender da Biologia no Contexto da Disciplina Embriologia de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. In: MOREIRA, M. A e MASINI, E. F. S. (Orgs.). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor.

Moreira, M. A. (2008) A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: Moreira, M. A e Masini, E. F. S. (Orgs.). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor.

Raven, P. H.; Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2001) *Biologia Vegetal.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Souza, R.; Brito, L. (2007) Desafios de uma prática CTS construída a partir de uma ilha de racionalidade sobre a reciclagem do lixo urbano. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6. Florianópolis. *Anais eletrônicos.* Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/entrar.html>. Acesso em 06 jun. 2011.

ANÁLISIS DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA REAL EN LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS

Canter, Claudina; Bocco Mónica
Matemática – Fac. de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Córdoba.
canter@agro.unc.edu.ar ; mbocco@agro.unc.edu.ar

Resumen
A partir de las herramientas conceptuales didáctico-matemáticas del "Enfoque ontosemiótico de la cognición matemática" se identificaron objetos (elementos lingüísticos, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos) y la correspondencia entre estos y sus significados en el análisis de un problema de aplicación de geometría a situaciones propias de las ciencias agropecuarias.
En el análisis realizado a las resoluciones de los alumnos se identificaron conflictos de significado, dificultades y obstáculos en el momento de enfrentarse a una situación problemática real. La interpretación del enunciado del problema fue una de las dificultades más importante, la cual quedó evidenciada en la no correspondencia entre la identificación de procedimientos y proposiciones con los significados y resoluciones.

Palabras clave: geometría – enfoque ontosemiótico – medida – significado

1. Introducción

Los contenidos de matemática abordados en el Ciclo de Conocimientos Iniciales (CCI), de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), están diseñados con el objetivo de que los alumnos realicen una revisión de los temas estudiados en el nivel medio (según Diseño Curricular Educación Secundaria de la provincia de Córdoba, 2011). Sin embargo la experiencia en el dictado del CCI permite afirmar que algunos alumnos ingresan con serias dificultades en lo referente a saberes previos necesarios.
Teniendo en cuenta que la actividad agronómica, en muchos casos, requiere resolver problemas del área de la geometría básica y aplicada, en el presente trabajo abordamos la resolución de problemas de dicha área.
La geometría es una parte importante de los currículos actuales de la educación media, pero no siempre se trasmite en su enseñanza en las aulas; de hecho esta rama de la matemática es una de las que sufre una gran postergación en las escuelas (Bressan, A.; Bogisic, B. y Crego, K., 2007), que de hecho se ve reflejada en el bajo rendimiento de los alumnos a la hora de resolver problemas geométricos.
Según Perez, S. y Guillén, G. (2008), la geometría debe enseñarse centrada en la resolución de problemas de la vida diaria. Los conceptos matemáticos deben trabajarse sobre un contexto, creando esquemas y fórmulas, descubriendo relaciones y regularidades y hallando semejanzas con problemas trabajados con anterioridad.
La resolución de situaciones problemáticas es muy importante en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática y en particular de la geometría, por lo que el docente debe ser capaz de crear o elegir problemas que le den sentido a la geometría contribuyendo así, con el desarrollo de capacidades de percepción espacial y visual de los alumnos.
Los conceptos involucrados en este estudio son los de longitud, área y volumen. Es importante que además de reconocer y utilizar dichos conceptos, los alumnos puedan vincularlos con sus respectivas unidades de medida. Generalmente en la escuela secundaria "*los alumnos se ven sometidos a tareas de conversión de unidades, sin*

haberse acercado conceptualmente a las magnitudes y sus medidas y sin darse cuenta de la necesidad misma de medir". (Gutiérrez y Vanegas, citado por Zapata Grajales, F. y Cano Velásquez, N., 2008). Es por esto necesario poner énfasis en el trabajo de las relaciones existentes entre conceptos y unidades de medida.

Para facilitar la integración de los conceptos geométricos con las unidades de medida correspondientes, es conveniente trabajar con situaciones reales pues esto permite darle significado a las magnitudes con las que se trabaja.

El Grupo Cero, citado por Luelmo M. (2001) sostienen: "*Y no es el uso mecánico de unidades ya dadas y su aplicación a situaciones estáticas lo que mejor puede dar ocasión a una actividad que no resulte aburrida para cualquiera y a una reflexión que no empequeñezca al alumno ante aparatos de medida más precisos que él, pero menos dotados para hacer preguntas pertinentes y tomar decisiones adecuadas al contexto*."

Por lo expuesto, es importante analizar las dificultades que se les presentan a los estudiantes al enfrentarse a una situación problemática real y en este caso propia de la agronomía. En este trabajo nos planteamos respuestas a los siguientes interrogantes: ¿Logran los alumnos, una vez finalizado el curso, adquirir las competencias necesarias para resolver situaciones problemáticas vinculadas a la geometría? ¿Cuáles son los errores que cometen con más frecuencia? ¿Cuáles son las posibles causas de la ocurrencia de errores?

Tal como lo expresan Godino, Batanero y Font (2003) "*Hablamos de error cuando el alumno realiza una práctica (acción, argumentación, etc.) que no es válida desde el punto de vista de la institución matemática escolar"*.

Es importante tener en cuenta que los errores cometidos por los estudiantes no son producto de una casualidad, sino que tienen un real motivo. "*Varios son los puntos de vista donde uno comprende, estudia y trata el error, especialmente en función del abordaje psicológico desde el cual mira el aprendizaje. El error, en realidad, puede mostrar donde ha fallado el proceso de aprendizaje, en que nivel de pensamiento se encuentra el alumno, cuál es la idea que está presente en su raciocinio sobre el tema abordado*." (De Souza Melo, 2009). Por tal motivo es conveniente conocer que tipo de errores ocurren con más frecuencia a la hora de resolver problemas geométricos.

Trabajos de investigación relacionados con el aprendizaje de la geometría (Radatz, H. (1979) y Astolfi, J.(1999)), muestran los distintos tipos de errores encontrados en las prácticas de los alumnos. En Bocco y Canter (2010), se describen:

- Confundir el concepto involucrado en la resolución del ejercicio (superficie con perímetro, diámetro con perímetro, asociar superficie de un área cualquiera con la superficie de un cuadrado).
- No relacionar el concepto con las unidades que le corresponden.
- Convertir incorrectamente unidades o bien operar sin tener en cuenta las unidades involucradas.
- Inventar una fórmula, ante el desconocimiento de la correcta.
- Operar sin relacionar con la situación planteada.
- No comprender el enunciado del problema.

El objetivo del trabajo es a partir de las herramientas conceptuales didáctico-matemáticas del "Enfoque ontosemiótico de la cognición matemática" (Godino, J.; Batanero, C. y Font, V., 2007), analizar un problema de aplicación de geometría a

situaciones propias de las ciencias agropecuarias, se identificaron objetos (elementos lingüísticos, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos) y la correspondencia entre estos y sus significados.

2. Metodología

La investigación que se llevó a cabo, de tipo cualitativo interpretativo, comenzó con el análisis epistémico a priori de una situación problemática, y continuó con el estudio de las resoluciones dadas por los alumnos.
A una muestra de 94 alumnos del CCI de la carrera de Ingeniería Agronómica (UNC), se les presentó la situación problemática siguiente:

> En un tambo, el techo de la sala de ordeñe es rectangular, de 200 metros cuadrados de superficie. Se realiza la limpieza de los pisos, con agua, dos veces al día. Se utilizan para cada limpieza 10.000 litros de agua, los cuales se drenan hacia una pileta de decantación de 10 metros de ancho, 15 metros de largo y 70 centímetros de altura.
>
> a) Realice un esquema de la situación planteada (sala de ordeñe y pileta de decantación)
> b) ¿Cuántos litros de agua contiene la pileta de decantación si está llena?
> c) ¿Cada cuántos días se necesita desagotar la pileta?
> d) Se desea pintar la pileta de decantación con una pintura antihongos ¿Cuántos litros de pintura se necesitan si 1 litro alcanza para cubrir 12 metros cuadrados?

3. Análisis de la situación problemática

Realizamos en primera instancia el estudio de los "objetos matemáticos" y significados atribuidos a los mismos. La Tabla 1 describe los elementos lingüísticos presentes en el problema; se pueden apreciar la gran diversidad de objetos que se ponen en juego correspondientes a los conceptos geométricos y a la medida de magnitudes.

Expresión	Significado / unidad de medida	
200 m^2 de área	Medida de la superficie	m^2
Se utilizan 10000 litros de agua	Cantidad de agua utilizada para realizar una limpieza.	l
La pileta de decantación de 10 metros de ancho, 15 metros de largo y 70 centímetros de altura	Dimensiones de la pileta de decantación.	m, cm
¿Cuántos litros de agua contiene la pileta de decantación si está llena?	Medida del volumen de la pileta. Conversión de unidades.	l, m^3
¿Cada cuántos días se necesita desagotar la pileta con el agua de lavado?	Razón entre cantidad de litros utilizados por día y capacidad de la pileta. Valor expresado con un número natural de la cantidad de días.	l
¿Cuántos litros de pintura se necesitan si 1 litro alcanza para	Medida de la superficie de un cuerpo. Relación de referencia entre cantidad	l

cubrir 12 metros cuadrados?	de litros y superficie. Cantidad de pintura necesaria usando la referencia.	
Se pretende bordear con un cable de iluminación el techo de la sala de ordeñe	Perímetro de la sala.	m
la pared sur de la misma mide 16 metros de largo	Medida de una longitud.	m

Tabla 1: Elementos lingüísticos y significados

Los conceptos necesarios para la resolución del problema se detallan en la Tabla 2. Es importante remarcar la importancia no solo de conocer los conceptos sino también de poder relacionarlos entre sí y aplicarlos en distintos contextos. Por ejemplo el operar con magnitudes continuas no implica que la respuesta se deba expresar en la misma magnitud, eso dependerá de cada situación particular.

Concepto	Significado
Magnitudes	Magnitudes continuas (volumen, área y perímetro) magnitudes discretas (número de días)
Valores numéricos de la medida de magnitudes.	Números reales y en el ítem c. número naturales.
Unidades de volumen (l,m^3, cm^3)	Cantidades usadas para medir.
Unidades de área (m^2,cm^2)	Cantidades usadas para medir.
Unidades de longitud (m, cm)	Cantidades usadas para medir.

Tabla 2: Identificación de conceptos y significados

Los procedimientos utilizados para resolver problemas que involucran el cálculo de perímetros, áreas y volúmenes de figuras o cuerpos geométricos están relacionados con los procesos de medida, en este caso indirecta. Una medida es indirecta cuando se obtiene, mediante cálculos, a partir de las otras mediciones directas (aquella que se realiza aplicando un aparato para medir una magnitud). En la Tabla 3 se detallan los procedimientos utilizados en la resolución de la situación problemática planteada.

Procedimiento	Significado
Conversión de unidades.	Operar con cantidades expresadas en la misma unidad de medida.
Aplicación de formulas de perímetro, área y volumen.	Hallar la cantidad de metros de cable necesarios para rodear la sala de ordene. Calcular la medida la superficie de la pileta y calcular la capacidad de la misma.
Uso de la regla de tres.	Calcular cada cuantos días se debe desagotar la pileta. Hallar los litros de pintura necesarios para pintar la pileta.
Aproximación del resultado según el conjunto numérico adecuado.	Expresar el resultado con un número natural.
División entre dos números naturales.	Calcular cada cuantos días se debe desagotar la pileta.
Planteo y resolución de una ecuación.	Hallar las dimensiones del techo del tambo.

Tabla 3: Identificación de procedimientos y significados

Las respuestas a los distintos incisos del problema requieren una comprobación o demostración (cálculos, aplicar fórmulas o resolver ecuaciones). En la Tabla 4 se pueden observar las proposiciones a demostrar para resolver la evaluación.

Proposición	Significado
La pileta llena contiene 105000 l	Respuesta al ítem b)
Hay que desagotar la pileta cada 5 días.	Respuesta al ítem c)
Se necesitan 15,41 l de pintura para pintar la pileta	Respuesta al ítem d)
Se necesitan 57 m de cable	Respuesta al ítem e)

Tabla 4: Identificación de proposiciones y significados

En la Tabla 5 se muestra una posible resolución de la situación problemática propuesta, la que a su vez sirve de argumento para demostrar la veracidad de las proposiciones planteadas en la Tabla 4.

Argumentos	Significados
70 cm = 0,7 m V= 10 m . 15 m . 0,7 m = 105 m^3 1m^3 --------- 1000 l 105 m^3 ----- 105000 l	Justificación de las proposiciones
1 día -------- 20000 l 5,25 días --- 105000 l La parte entera de 5, 25 es 5	
10 m . 15 m = 150 m^2 2 . 10 m . 0,7 m = 14 m^2 2 . 15 m . 0,7 m = 21 m^2 área total=150 m^2 +14 m^2 + 21 m^2 =185 m^2 Pintura (l) = (185 m^2 . 1l): 12 m^2 = 15, 41 l	
x. 16 m = 200 m^2 x = 12,5 m cable (m) = 2 . 16 m + 2 . 12,5 m = 57 m	

Tabla 5: Identificacion de argumentos y significados

El análisis desarrollado en cada una de las tablas anteriores permite tener una visión completa al abordar las dificultades que pueden presentarse a la hora resolver el problema planteado y de las relaciones que se ponen en juego.
A continuación expondremos algunos ejemplos de los errores cometidos por los alumnos en los diferentes incisos:

- En la Figura 1 se muestra una resolución del ítem a), en la misma se observa que el estudiante "inventa las dimensiones" de la sala de ordeñe ya que las mismas no están dadas en el enunciado del problema (el dato que se da es la medida de la superficie de la sala).

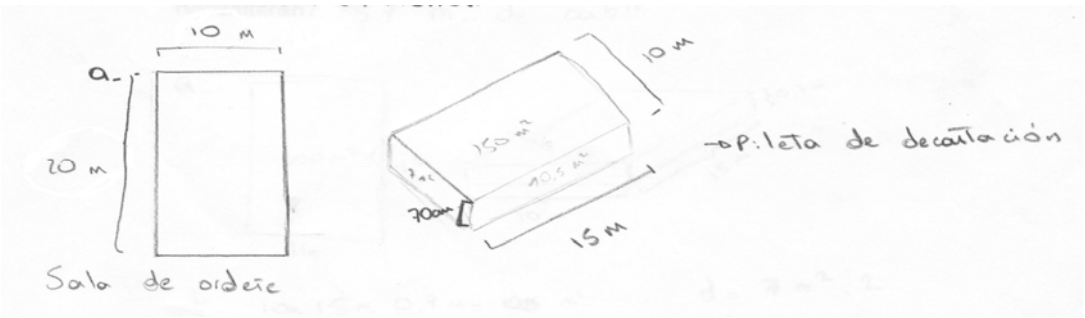


Figura 1: Resolución del ítem a) del problema planteado.

- En la Figura 2 se pueden ver que el alumno al resolver los ítems b) y c) cometió varios errores. En primer lugar coloca incorrectamente la unidad de volumen (Tabla 2) y luego no realiza en forma correcta la conversión de unidades. También opera sin tener en cuenta las unidades de medida involucradas y no expresa el resultado en el conjunto numérico adecuado. El alumno falla en procedimientos detallados en la Tabla 3.

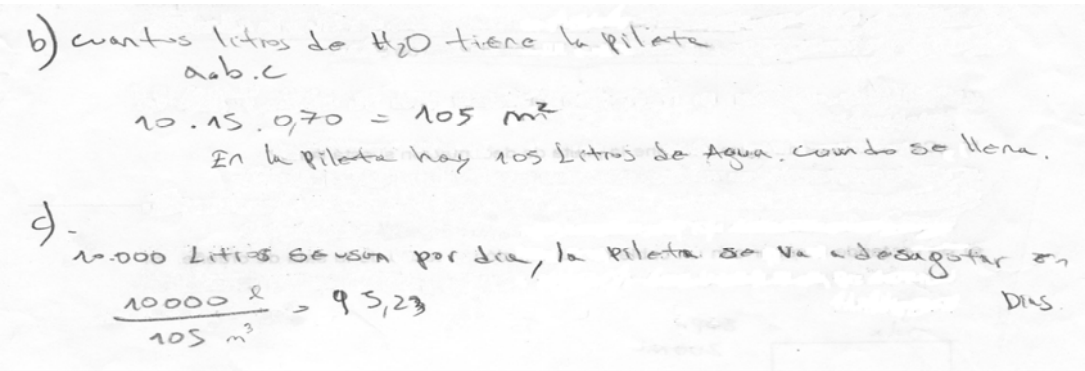


Figura 2: Resolución de los ítems b) y c) del problema planteado.

- En el inciso d) sólo calcula la pintura necesaria para pintar el piso de la pileta y no tiene en cuenta la pintura necesaria para las paredes (Figura 3). Realiza una incorrecta interpretación del enunciado, es decir interpretación y significado (Tabla 1).

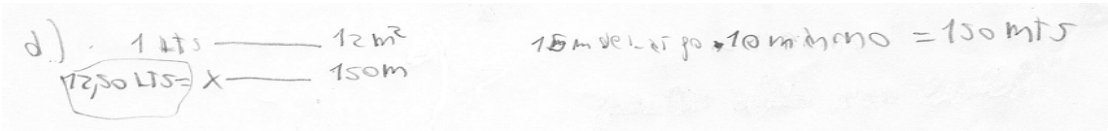


Figura 3: Resolución del ítem d) del problema planteado.

- En la Figura 4 se puede observar una resolución del ítem e), en la que el alumno no aplica la fórmula correcta para perímetro de un rectángulo, etapa procedimental (Tabla 3).

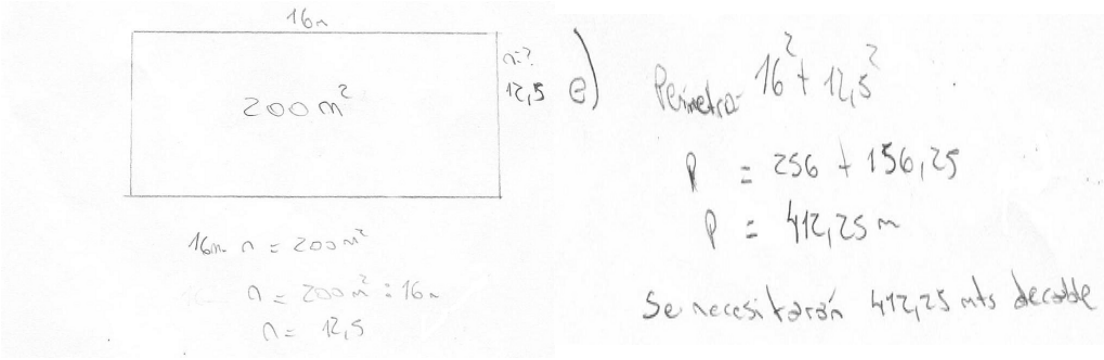


Figura 4: Resolución del ítem e) del problema planteado.

5. Reflexiones finales

El análisis realizado pone al descubierto el papel que juegan los elementos lingüísticos, conceptos, procedimientos, proposiciones y argumentos, en la resolución de problemas geométricos de aplicación. Tomar conciencia de esto es fundamental para realizar prácticas educativas que apunten a que el estudiante aprenda lo que se pretende enseñar.

En el análisis realizado a las resoluciones de los alumnos identificamos conflictos de significado, es decir diferencias entre lo que se esperaba que los alumnos interpretaran y lo que realmente entendieron; por otra parte el análisis permitió también conocer las dificultades y obstáculos de los alumnos en el momento de enfrentarse a una situación problemática real vinculada con el uso de la geometría en las ciencias agropecuarias.

La interpretación del enunciado del problema fue una de las dificultades más comunes encontradas en la resolución, la cual quedó evidenciada en la realización de los cálculos necesarios y también en el momento de dar una respuesta coherente.

Los resultados observados constituyen una base importante para la toma de decisiones en relación a la planificación futura de procesos de enseñanza que contribuyan al aprendizaje significativo por parte de los alumnos.

6. Referencias

Astolfi, J. P. (1999): *El "error", un medio para enseñar*. DIADA Editora. 1ra Edición. España.

Bocco, M. y Canter, C. (2010). Errores en geometría: clasificación e incidencia en un curso preuniversitario. *Revista Iberoamericana de Educación.* (53/2)

Bressan, A.; Bogisic, B. y Crego, K. (2007). *Razones para enseñar geometría en la EGB*. Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.

De Souza Melo, S. (2009). Un análisis de los errores de los alumnos en clases virtuales de geometría descriptiva bajo las teorías del desarrollo del pensamiento geométrico y del concepto figural. *Revista Iberoamericana de Educación.* (51/1).

Diseño Curricular de educación Secundaria de la provincia de Córdoba (2011). Disponible en: http://www.cba.gov.ar/imagenes/fotos/edu_d_c_2010_s.pdf. Página consultada en marzo de 2011.

Godino, J.; Batanero, C. y FONT, V (2003). *Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática para maestros*. Universidad de Granada. Disponible en: http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/

Godino, J.; Batanero, C. y FONT, V (2007). The Onto-Semiotic Approach to Research in Mathematics Education. *The International Journal on Mathematics Education* (39), 127-135.

Luelmo, M. (2001). Medir en Secundaria: algo más que fórmulas. Ponencia presentada en *X Jornadas para el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas (JAEM),* 727-737. Zaragoza, España.

Perez, S. y Guillén, G. (2008). *Estudio exploratorio sobre la enseñanza de contenidos geométricos y de medición en secundaria*, Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. Consultado el 2 Junio de 2009 en http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=2748854

Radatz, H. (1979): Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1979, Vol 10 (3), pp.163-172.

Zapata Grajales, F. y Cano Velásquez, N. (2008) Enseñanza de la magnitud Área. Conferencia presentada en el 9º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa realizado en la ciudad de Valledupar, Colombia.

AS PRAXEOLOGIAS DE FUTUROS DOCENTES DE CIÊNCIAS EM ATIVIDADES SOBRE A DIGESTÃO HUMANA

Vera de Mattos Machado
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS - Brasil
veramattosmachado1@gmail.com

Resumo
O presente trabalho evidencia alguns pontos sobre as organizações praxeologias desenvolvidas por futuros docentes de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Mundo Novo, Brasil, com enfoque nos conteúdos de Digestão Humana, em cinco sessões de estudo. A Teoria Antropológica do Didático, referencial desta análise, baseou-se nos estudos de Chevallard (1988; 1999; 2007; *et al* 2001), Gascón (2003) e Barquero (2007). Com relação à Didática das Ciências, buscou-se os estudos de Astolfi e Develay (1991), Astolfi *et al* (1997), Cachapuz *et al* (2005). A partir de análise qualitativa, calcada na fenomenologia, observou-se maior utilização de organizações didáticas Construtivistas pelos futuros docentes. Apesar disso, foi verificado que essas não possuem soluções inovadoras. Sugere-se uma mudança nos paradigmas de formação docente na área de Ciências Biológicas, que propiciem o desenvolvimento de novas organizações didáticas, e que permitam o aprofundamento dos temas de estudo.

Palavras chave: Praxeologia; Teoria Antropológica do Didático; Didática das Ciências; Formação docente.

1. Introdução

O presente trabalho objetivou evidenciar alguns pontos da análise sobre as praxeologias desenvolvidas por futuros docentes de Ciências, do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Mundo Novo[137], Brasil, com enfoque sobre os conteúdos de Digestão Humana. Para tanto, foi utilizado os pressupostos da Teoria Antropológica do Didático (TAD), segundo pensamento teórico de Chevallard (1988; 1999; *et al*., 2001; 2007), Gascón (2003) e Barquero (2007).

A relevância do estudo proposto justifica-se a partir dos recentes debates a respeito da necessidade do ensino de Ciências ocupar seu espaço na formação para a cidadania frente a questões emergentes da sociedade do século XXI (Cachapuz *et al*., 2005), que envolvem o processo e produto da Ciência e suas consequências e interferências em todo o planeta.

Diante dessa constatação, os estudos de Didática muito têm contribuído com o ensino e a aprendizagem de Ciências. Por isso, a importância em analisar as práticas didáticas, ou em termos da TAD, as praxeologias de futuros docentes de Ciências frente a atividades didáticas propostas durante o processo de formação universitária. Os conhecimentos e saberes difundidos por meio dessas praxeologias, e das instituições

[137] Essa unidade universitária se situa na BR 163, km 20,2 – s/n, Bairro Universitário, município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul (MS). O referido município localiza-se a 471 km da capital de MS, Campo Grande. Ele se posiciona no extremo sul do estado, fazendo fronteira molhada com o estado do Paraná, por meio do município de Guaíra (27,5 km), e fronteira seca com a cidade paraguaia Salto Del Guairá (17,3 km)

educacionais envolvidas (escola, livros didáticos, currículos, dentre outras), revelam o processo de estudo (Chevallard, 2007) pelo qual transitam os futuros docentes para produzirem respostas às situações problema apresentadas em situação de estudo, da mesma forma como ocorrerá com eles, quando no exercício da docência em sala de aula, na escola, coordenarem o desenvolvimento das atividades didáticas praticadas por seus alunos, validando ou não as praxeologias propostas por eles.
Neste aspecto, a TAD apresenta a praxeologia como sendo uma forma de responder a uma questão problema, ou a um conjunto delas, de modo que se estabeleça um processo em que se deve buscar ou criar meios para respondê-las, regularmente e com sucesso (Chevallard *et al.,* 2001).

2. Marco Teórico

É importante enfatizar, que a Teoria antropológica do Didático (TAD) possui sintonia com as pesquisas contemporâneas em Didática das Ciências que, conforme Astolfi et al. (1997, p.7), "[...] é um campo de investigação de rápido crescimento, que se inscreve na categoria dos trabalhos que visam determinar os objetos do ensino científico, renovar as suas metodologias, melhorar as condições da sua aprendizagem para os alunos". Partindo dessa observação, é entendido que a TAD também discute sobre a melhoria das condições de aprendizagem dos alunos, por meio do **estudo**, que assume o estatuto de processo didático, que tem no ensino um meio para o estudo e na aprendizagem o objetivo do estudo a ser alcançado. (Chevallard *et al*., 2001, Introdução)
Inserido no movimento das pesquisas em Didática das Ciências, o Brasil tem realizado pesquisas que comprovam a necessidade de mudanças didáticas no processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos científicos escolares. Indicam, ainda, que as novas abordagens devam ser bem diferentes daquelas utilizadas por muito tempo nas escolas brasileiras: transmissão direta dos conteúdos, de forma fechada, descontextualizada, neutra, mecânica, mnemônica, mostrando a ciência como um fim em si mesmo. (Cachapuz *et al.,* 2005) Por esse motivo, essa investigação voltou-se de forma mais atenta as proxeologias de futuros professores de Ciências, pois no momento do desenvolvimento das atividades realizadas por eles, durante o desenvolvimento da pesquisa, pode vir à tona muitas revelações referentes aos princípios epistemológicos em que se apóiam para resolverem as situações postas no processo de ensino e aprendizagem escolar. Nesse sentido, a TAD tornou-se, então, uma opção de análise interessante, uma vez que ela estuda a epistemologia didática por meio da configuração de saberes específicos.
Conforme Chevallard (2007) nos acostumamos a pensar a didática em função das Ciências que estudamos, ou seja, como submissa às várias didáticas existentes. De acordo com a interpretação do teórico, uma didática específica auxilia a resolução de situações específicas que ocorrem no interior de uma disciplina escolar, de acordo com as necessidades do objeto de estudo de determinados saberes e conhecimentos. Essa concepção é corroborada pela observação de Astolfi e Develay (1991, p. 73), pesquisadores franceses, que desenvolvem estudos sobre a epistemologia de formação docente na perspectiva da Didática das Ciências: "[...] Nota-se de maneira geral, uma tendência a renunciar uma caracterização global dos progressos da aprendizagem, para considerá-los de maneira mais localizada, mais ligada às particularidades de cada situação-problema".
Da mesma forma que a TAD, e as vertentes teóricas que defendem uma Didática das Ciências, entende-se que deva existir um processo didático próprio para cada situação

de ensino e de aprendizagem, e que acima de tudo seja válido no sentido de fazer com que o estudante penetre no contexto de estudo da disciplina, e que seja organizado para que se retire o maior e melhor proveito possível da situação de estudo, e que ela, se possível, possa ser utilizada para resolver outras situações problemáticas semelhantes. Segundo a TAD, a produção e a organização do meio didático são aspectos cruciais do processo de formação epistemológica, e que essa organização deve ocorrer por meio de um ponto de vista ecológico, que segundo Chevallard (1988, p. 3) significa: "[...] a análise das condições e das modalidades ou formas de existência de uma formação epistemológica (real ou fictícia) do saber", e que se encontra representado por uma escala dos níveis de determinação didática, que se direciona da seguinte forma: Civilização (-3) >Sociedade (-2) >Escola (-1) > **Pedagogia (0) >** Disciplina (1) >Área (2) >Setor (3) >Tema (4) >Questão (5)**.** Os níveis -3 ao -1 representam os **Níveis Genéricos,** e os níveis 1 ao 5 representam os **Níveis Específicos.**

Com relação à Educação escolar, essa organização ecológica traz a possibilidade de visualizar as situações complexas e incômodas presentes no sistema de ensino, e a sua origem nos diferentes níveis de organização social. Nesse contexto, é fundamental que se compreenda e se estabeleça relações entre esses diversos níveis de determinação didática, pois eles possuem uma dialogicidade diante da complexidade de culturas e meios sociais que coexistem no processo de ensino e aprendizagem escolar. O desenvolvimento de organizações praxeológicas (OP) podem se dar em qualquer um dos níveis de determinação didática.

Diante do exposto, é importante pontuar o significado de praxeologia, conforme a TAD: Significa a *práxis*, ou seja, o desenvolvimento de *tarefas* (questões problemáticas) por meio de *técnicas* (maneira de resolver a *tarefa*), e pelo *logos* (discurso científico biológico, matemático, etc.) que justifica e interpreta a prática, denominadas *tecnologias* e *teorias* (Chevallard, 1999). Para responder a uma *tarefa*, é necessário que a resposta seja segura, sistemática e rotineira, e isso pode ocorrer por meio de uma ou mais *técnicas*, que devem parecer ao mesmo tempo corretas, compreensíveis e justificáveis. Além disso, necessitam possuir uma *tecnologia* capaz de compreender e validar a sua utilização, e uma *teoria* que fundamente essa *tecnologia*. (Chevallard *et al*, 2001). Esses elementos, agrupados, procedem a uma OP, na forma de um bloco prático-técnico, no qual encontramos o Tipo de *tarefa* e a *técnica* (saber-fazer), e um bloco tecnológico-teórico, através da *tecnologia* e da *teoria* (saber). (Chevallard, 2007)

Então, para compreender o processo de Digestão Humana, conteúdo de Ciências Biológicas estudado pelos futuros docentes, percebeu-se vários elementos envolvidos, indicando que as OP desenvolvidas por eles continham uma organização condizente com a disciplina de estudo, ou seja, uma organização biológica (OB), e, paralelamente a esta, uma organização didática (OD), muito bem delineada e definida. Em regra, os subsídios *tecnológicos* e *teóricos* de uma OB são oriundos do trabalho de cientistas (biólogos, químicos, médicos, etc.) de várias gerações, e isso, nem sempre é esclarecido no ensino de Ciências/biologia nas escolas, onde o ensino e a aprendizagem ainda são apresentados a partir de um modelo de ensino e aprendizagem estático, conforme já mencionado. Este fato, geralmente, faz com que a atividade científica responda a determinadas situações problemas, porém sem a possibilidade de se gerarem novas perguntas, novas *técnicas*, e modificações significativas no alcance das relações e noções básicas da teoria científica.

De acordo com Barquero (2007), isso pode ser atribuído à imobilidade das situações de estudo apresentadas nos processos transpositivos, desde o saber acadêmico até o saber a

ser ensinado na escola. A pesquisadora explica que as praxeologias, e os saberes gerados (saber e saber-fazer), sofrem influência de processos transpositivos arraigados nas instituições envolvidas, impregnando a cultura escolar. Acrescenta, ainda, que a epistemologia dos livros didáticos contribui para que essa rigidez transpositiva ocorra de forma unidirecional, quando na realidade não o deveria ser.

Com base no pensamento de Gascón (2003), relativo ao ensino de matemática, transposto para o ensino de Ciências Biológicas, verifica-se que o limite entre a OB e a OD utilizada pelos futuros docentes na pesquisa foi quase imperceptível, especialmente das *técnicas* de estudo, ou melhor, da mecanização do processo de ensino e de aprendizagem. Acompanhando o raciocínio do Gascón (2003), é possível entender que apesar da OD surgir de uma OB, pode ser considerada produtora dos saberes biológicos, logo, produtora da própria OB. Então, considera-se que a OB e a OD são duas faces de uma mesma moeda, ou de uma idêntica realidade, dependentes uma da outra. As OB foram por sua vez objeto e o produto da atividade de estudo.

3. Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa ocorreu a partir de análise qualitativa, calcada na fenomenologia, de cinco sessões de estudo realizadas com uma turma de último ano do curso de Ciências Biológicas da UEMS, Unidade Universitária de Mundo Novo, Brasil, com duração média de uma hora cada sessão. A turma foi dividida em Grupos de Estudo (GE), que receberam a incumbência de resolver *tarefas* (questões problemáticas) relativas aos conteúdos sobre o Sistema Digestório, escolhidas previamente. Em cada uma das sessões de estudo ocorreu o registro das praxeologias dos estudantes, de forma que fossem observadas a exploração e os limites das *técnicas* empregadas, por meio das organizações didáticas (OD) e das organizações biológicas (OB) produzidas, bem como das *tecnologias* e *teorias* de apoio, cujos parâmetros de análise foram os das OD **ideais e possíveis**, conforme proposição de Gascón (2003), e de acordo com os pressupostos teóricos da Teoria Antropológica do Didático (TAD).

Para melhor caracterização e análise das OD dos estudantes, futuros docentes de Ciências, dos anos finais do ensino fundamental, foram estabelecidos critérios, a partir das noções primitivas propostas por Gascón (2003), e que possibilitou elaborar um sistema de referência que situa as OD **possíveis** relativas ao desenvolvimento de atividades de Ciências.

No caso da matemática, e que se aplica ao ensino de Ciências Biológicas, existem três dimensões de OD consideradas **possíveis e ideais**. As OD **possíveis** são representadas por eixos *tecnológico-teórico* (θ/Θ); de *trabalho da técnica* (T/τ); e, e*xploratório* (Ex), sendo que cada um destes eixos abrigam uma OD **ideal**: *teoricista, tecnicista e modernista,* consideradas unidimensionais devido ao processo de estudo centrar-se em uma única dimensão, que se sobrepõem as outras. Entre as OD **ideais**, Gáscon apresenta mais três tipos de OD, são elas: Clássica, Empirista e Construtivista. (Gascón, 2003).

Nesse contexto, para a elaboração das OD, que respaldassem as OB estudadas, e que conduziu à resolução das *tarefas* (questões problemáticas) apresentadas, utilizou-se a teoria dos Momentos de Estudo (ME), que complementou o modelo epistemológico estrutural do saber biológico vivenciado pelos estudantes. Com relação aos ME, podemos descrevê-los, inicialmente, da seguinte forma (Gascón, 2003; Chevallard, *et al.* 2001): 1) O momento do primeiro encontro como a organização didática, ou seja, com o problema; 2) O momento da exploração do problema, associando-o a uma técnica apropriada para sua resolução; 3) O momento do trabalho com a técnica, seu

domínio e precisão; 4) O momento de constituição do entorno tecnológico-teórico, para justificar a técnica utilizada; 5) O momento da institucionalização da organização didática; e, 6) O momento da avaliação. Os Quinto e Sexto ME se articulam, pois ambos validam a organização didática que se está estudando. É importante esclarecer, que a noção de **momento**, para Chevallard (1999, p. 239-240), não se refere apenas a uma estrutura temporal, vai, além disso, pois "[...] se realiza várias vezes, sob a forma de uma *multiplicidade de episódios* que rompem o tempo". (Chevallard, 1999, p. 239).
A partir deste percurso metodológico, foi realizada a análise das produções dos futuros docentes de Ciências, sujeitos da pesquisa.

4. Análise das produções dos futuros docentes

Na produção dos sujeitos da pesquisa foram identificadas organizações praxeológicas (OP) com traços marcantes das OD **ideais** Construtivistas, Empiristas e Clássicas, respectivamente, com alternâncias entre elas. Porém, no cômputo geral, as OD Construtivistas predominaram, sendo esse fato interpretado como uma tendência para a resolução de atividades das Ciências Biológicas pelos futuros docentes.
Como assinala Gascón (2003), nas OD Construtivistas, existe a associação de duas OD **possíveis**: as que trabalham o entorno *tecnológico-teórico* com base nas *técnicas* escolhidas, e as que desenvolvem a exploração da *técnica*. Ambas formulam justificativas e interpretações para a resolução das *tarefas*. Essa interpretação ocorreu devido ao processo de resolução das *tarefas* resultarem em conhecimentos e saberes sobre os sistemas modelizados (desenhos esquemáticos e respostas padronizadas a respeito do sistema digestório humano), e, os conhecimentos produzidos por meio deles ocorreram baseados em conhecimentos *teóricos* e na exploração de *técnicas* adquiridas no passado (vida escolar anterior), visivelmente presentes nas OP desenvolvidas pelos GE nas SE.
Sobre essa questão, Gascón (2003) observa que as OD Construtivistas tipo científico-biológicos possuem limitações com relação ao trabalho das *técnicas*, não permitindo o desenvolvimento pleno delas, visto que elas se aproximam dos pressupostos do *teoricismo* e do *modernismo.* Mediante essa constatação, verifica-se que no *teoricismo* ensinar e aprender Ciências Biológicas é semelhante a ensinar e aprender teorias, e da mesma forma, no *modernismo*, é possível identificar que ensinar e aprender Ciências Biológicas aproxima-se de ensinar e aprender a atividades exploratórias de problemas comuns (reconstrução).

5. Conclusão

A análise das praxeologias dos alunos do último ano do curso de Ciências Biológicas, Licenciatura, da UEMS, Unidade Universitária de Mundo Novo, Brasil, proporcionou realizar algumas reflexões e chegar a conclusões a respeito de como futuros docentes de Ciências, dos anos finais do ensino fundamental, praticam atividades didáticas que se relacionem com os conteúdos referentes à Digestão Humana. Dentre as conclusões, se destaca o reencontro dos futuros docentes com as *tarefas* estudadas, pois todos declararam que, em algum momento de suas vidas escolares, já terem tido contado com organizações praxeológicas (OP) iguais ou semelhantes às exibidas por eles. Dessa forma, se identificou como imprescindível uma mudança nos paradigmas de formação docente, na área de Ciências Biológicas, pois, não basta somente elaborar OP corretas, conforme realizado pelos futuros docentes, é preciso ir além. É necessário que a formação docente propicie o desenvolvimento de novas organizações didáticas (OD),

que permitam o aprofundamento dos temas de estudo, de forma que proporcionem autonomia a eles ao manipularem modelos explicativos, a partir do desenvolvimento de novas *técnicas*. Isso não significa dizer, que as OD antigas sejam abandonadas. Elas continuarão sendo utilizadas dentro da perspectiva de complementaridade, e não com o sentido reprodutivista/aplicacionista, conforme verificado.

6. Referências

Astolfi, J. P. e Develay, M. (1991). *A didática das ciências*. 2ª ed. Tradução Magda S. S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus.

Astolfi, J. P. *et al* (1997). b*Práticas de formação em didáctica das ciências*. Instituto Piaget. Tradução Maria Ludovina Figeuiredo. Lisboa: De Boeck e Larcier, (Coleção Horizontes Pedagógicos, 67).

Barquero, B.; Bosch, M. e Gascón, J. (2007). *La modelización matemática como instrumento de articulación de las matemáticas del primer ciclo universitário de ciências. Estudio de la dinâmica de poblaciones.* Em L.Ruiz-Higueras, A Estepa y F.J. García (Eds). Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la Teoria Antropológica de lo Didático (en prensa). Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidade de Jaén.

Cachapuz, A. *et al* (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo, SP: Cortez.

Chevllard, Y. (1988). *Esquisse d'une théorie formelle du didactique. Communication au Premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique* (CIRM, Marseille, 16-21 novembre 1986). Paru in C. Laborde (éd.), Actes, La Pensée sauvage, Grenoble.

Chevallard, Y. (1999). *El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico.* Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol 19, nº 2.

Chevallard, Y. e*t al* (2001). *Estudar matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem.* Trad. Dayse Vaz de Moraes. Porto Alegre: Artmed Editora.

Chevallard, Y. (2005). *Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique.* Texte de la conférence plénière donnée à Baeza (Espagne) en octobre 2005 dans le cadre du premier congrès international sur la théorie anthropologique du didactique. A paru dans les actes de ce congrès : L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Éd.), Sociedad, Escuela y Mathemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico, Universidad de Jaén, 2007. Disponível no site: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=134. Acesso em: 25 out. 2010.

Gascón, J. (2003). *A necessidade de utilizar modelos em didática das matemáticas*. XI JAEM (Jornada de aprendizagem e ensino das Matemáticas), Tenerife e Gran Canárias.