

En clave didáctica, 2021, pp. 7-18.

De un artículo periodístico a una secuencia de enseñanza de geometría: la mirada didáctica general en diálogo con la específica.

Jose Villella y Jorge Steiman.

Cita:

Jose Villella y Jorge Steiman (2021). *De un artículo periodístico a una secuencia de enseñanza de geometría: la mirada didáctica general en diálogo con la específica*. En *clave didáctica*, 7-18.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/jose.villella/34>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pBks/Oks>



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>.

EN CLAVE DIDÁCTICA

ISSN 2718 - 7322

Año II, N°1

Revista de investigación y experiencias didácticas



Centro de Estudios
en Didácticas Específicas
CEDE-EH_UNSAM

EN CLAVE DIDÁCTICA

***Revista de investigación y experiencias didácticas del
CEDE-LICH- UNSAM***

Número 2

Mayo 2021

ISSN: 2718 - 7322

Staff

Dirección: Gema Fioriti y José Villella. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Coordinación General: Rosa Ferragina. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Equipo Editorial

Alejandra Almirón. Programa de Estudios Didácticos. Instituto de Estudios Iniciales. Universidad Nacional Arturo Jauretche / Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Fernando Bifano. Programa de Estudios Didácticos. Instituto de Estudios Iniciales. Universidad Nacional Arturo Jauretche/ Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Adriana Calderaro. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Lucía Iuliani. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Leonardo Lupinacci. Programa de Estudios Didácticos. Instituto de Estudios Iniciales. Universidad Nacional Arturo Jauretche/ Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Héctor Pedrol. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET.

Victoria Güerci. Centro de Estudios en Didácticas Específicas. Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas. UNSAM-CONICET

Consejo Asesor

Ana María Bach. Museo de la Mujer. Buenos Aires. Argentina.

Nora Bahamonde. UNRN. Río Negro. Argentina.

(†) José Carrillo Yañez. UHU. Huelva. España.

Luis Carlos Contreras González. UHU. Huelva. España.

Carolina Cuesta. UNIPE- UNLP. Buenos Aires. Argentina.

Alejandra De Gatica. UNSAM. Buenos Aires. Argentina.

Nancy Fernández Marchesi. UNTDF. Tierra del Fuego. Argentina.

Lucas Krotsch. UNLA. Buenos Aires. Argentina.

Gabriela Leighton. UNSAM. Buenos Aires. Argentina.

Marta Negrin – UNS - UNTDF. Buenos Aires/Tierra del Fuego. Argentina.

Gabriela Pirolo. Dirección de Escuelas. Buenos Aires. Argentina.

Mabel Scaltritti – UBA. Buenos Aires. Argentina.

Mónica Schulmaister. Investigación Educativa. Universidad Autónoma de la ciudad de México.

Jorge Steiman. UNSAM- UNLZ. Buenos Aires. Argentina.

Hilda Weissman. Asesora en comunicación y educación ambiental. Buenos Aires. Argentina.

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de que hacer disponible gratuitamente investigación y experiencias didácticas al colectivo docente, apoya a un mayor intercambio de conocimiento global. A las y los usuarios se les permite leer, descargar, distribuir, imprimir, buscar, reproducir parcialmente o hacer un link a los textos sin pedir autorización previa a la editora o al/la autor/a, siempre que se cumpla la licencia Creative Commons Atribución (by). Se permite cualquier explotación de la obra, incluyendo la explotación con fines comerciales y la creación de obras derivadas, la distribución de las cuales también está permitida sin ninguna restricción. En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia será necesario reconocer la autoría (obligatoria en todos los casos). El equipo editorial no se hace cargo del contenido de los artículos, cuya responsabilidad corresponde a sus autores debidamente identificados.



Créditos:

Coordinación editorial: Rosa Ferragina

Imagen de tapa: ©Mariana Serra. Obra de tapa "Terrazas"

Diseño de Tapa: Laura Dos Santos (Equipo de Comunicación EHU de la UNSAM)

Contacto: cede@unsam.edu.ar

Ubicación: UNSAM, Campus Miguelete, calles 25 de Mayo y Francia

Dirección postal: Martín de Irigoyen 3100. Ciudad/Localidad: San Martín (1650). Prov. Bs. As.

ISSN: 2718- 7322

EDITORIAL

Qué lentes para leer este número de la revista 5

INVESTIGACIONES DIDÁCTICAS

De un artículo periodístico a una secuencia de enseñanza de geometría: la mirada didáctica general en diálogo con la específica. *José Villella, Jorge Steiman (Argentina)* 7

La enseñanza de las ciencias naturales en contexto de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Lucía Iuliani, Adriana Calderaro (Argentina)* 19

EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

Análisis de las posiciones relativas entre recta y circunferencia: un abordaje geométrico-algebraico (Trabajo final del Diploma en Enseñanza de la Matemática Nivel Primario/Nivel Secundario- Cohorte 2020). *Jasmín Jerez Perotti (Argentina)* 33

Taller, imágenes, matemática... En la virtualidad ¿es posible construir recursos didácticos innovadores y de manera colaborativa? *Claudia Garelik, Maria Victoria Pistonesi, Emiliana Llorens, Jenny Fuentealba (Argentina)* 45

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

¿Por qué *la editora* nos invita a leer el libro “**Cuatro estudios didácticos para la formación de docente de Matemática**” editado por UNSAM Edita – Miño y Dávila? 55

¿Por qué *Jorge Steiman* nos invita a leer su libro “**Las prácticas de la enseñanza en análisis desde una Didáctica reflexiva**” editado por Miño y Dávila? 56

TESIS DIDÁCTICAS

Silvia Gabriela Bernatené comparte un resumen de su **tesis de Doctorado: El Consejo Federal de Educación y la formación docente. Una lectura de su actuación en clave didáctica.** (Argentina) 57

Mario Alejandro Di Blasi Regner comparte un resumen de su **tesis de Doctorado: Articulación entre los enfoques sintético y analítico en cónicas a nivel superior en entornos de geometría dinámica.** (Argentina) 59

POLÍTICA EDITORIAL 61

“Lo que abunda sobre la tierra es el paisaje” dice José Saramago en una de sus novelas. Si por paisaje entendemos todo lo que la mirada puede alcanzar, podemos afirmar que es variado, contradictorio, placentero e inquietante. Si intercambiamos paisaje por aula, la descripción sigue siendo adecuada. En este **número 2** de **En Clave Didáctica**, ofrecemos a las y los lectores diferentes lentes para mirar el aula donde se desarrolla la enseñanza. Todos estos lentes tienen un almacén común que es la lectura, la que permite ir más allá de lo inmediato para distinguir lo que está detrás: otros mundos, otras voces.

En las páginas de este número se comparten investigaciones y actividades analizadas didácticamente, que se llevaron a la práctica en aulas con diferentes protagonistas: estudiantes de escuela secundaria; docentes en espacios de capacitación; docentes en formación. A través de sus relatos, se discuten conclusiones y experiencias que, desde la acción, promueven la reflexión.

Estos relatos no son historias de ciencia ficción basadas en argumentos mágicos, en donde por falta de solución al problema en el que se encuentra el personaje principal, se le inventa un nuevo superpoder y así se intenta enmendar el error cometido. Son materiales pensados en y desde la práctica de la enseñanza, que colaboran con las y los docentes para tomar conciencia de cómo piensan y actúan aquellas y aquellos a los que la enseñanza está destinada.

La editorial del número 1 del año 1, terminaba con una expresión de deseo de nuestro equipo. En ella decíamos: *“EN CLAVE DIDÁCTICA quiere ser ese motor que ayude a cada barco docente a ponerse en marcha para ayudar a construir otros, muchos barcos personales”* como analogía a las ideas de Gabriel Celaya, en su poema *Educación*. En este número 2, el motor comienza a mostrar sus componentes. Cada una y cada uno de los lectores, pondrá el combustible necesario para que funcione a toda máquina: la transformación del trabajo diario al interior de cada una de las aulas, depende de docentes que denotan una sensibilidad que se teje en la urdimbre de una determinada historia personal, creencias acerca de qué es y para qué se enseña uno u otro contenido, y trayectos de formación.

Compartimos este número con docentes que, como dice Hannah Arendt, concebimos a la educación, como el punto en el cual decidimos si amamos al mundo lo suficiente como para asumir una responsabilidad por él, y de esa manera salvarlo de la ruina inevitable que sobrevendría si no apareciera lo nuevo; si amamos a nuestras y

nuestros estudiantes para no expulsarlos de nuestro mundo y dejarlos librados a sus propios recursos; si las y los amamos lo suficiente para prepararlos para la tarea de renovar un mundo común.

Dedicamos este número a nuestro colega José Carrillo Yañez que compartió con todas y todos los que lo tratamos, una actitud reflexiva que quien enseña a enseñar asume para tensionar aquello que comparte; evaluar lo que calla; caracterizar lo que dice; sentir lo que hace; gozar la enseñanza y la investigación. Pepe nos hizo pensar y sentir la enseñanza de la matemática, invitándonos sin restricciones a compartir su barco, ese que proponemos poner en movimiento. Su proa, hace unos días, lo llevó a otros paisajes. En este terrenal, nos deja sus lentes para usarlos en los paisajes que nosotros continuemos transitando.

Invitamos a las y los lectores a ponerse sus lentes y disfrutar del paisaje de este número de la revista.



De un artículo periodístico a una secuencia de enseñanza de geometría: la mirada didáctica general en diálogo con la específica¹.

José Villella

CEDE (Centro de Estudios en Didácticas Específicas)/ LICH (Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas)
Escuela de Humanidades UNSAM-CONICET.

Jorge Steiman

LICH (Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas) Escuela de Humanidades UNSAM- CONICET

Resumen

Presentamos una propuesta de formación y actualización docente en Didáctica de la Geometría destinada a profesores de escuela secundaria para mostrar cómo un artículo de diario puede evolucionar de recurso a documento; de material de divulgación a artefacto para el aula de matemática. Mostramos cómo del análisis semántico del texto, la y el docente pueden generar situaciones de enseñanza que hacen evolucionar el recurso a un documento para la enseñanza de temas de geometría. Tensionamos esa propuesta con los resultados del análisis que, como objeto de estudio de la Didáctica General, puede arrojar el reflexionar desde una mirada global sobre la práctica de la enseñanza. Sostenemos que este tipo de producciones y ejercicios profesionales enriquece la formación profesional de las y los docentes que se incluyen así, en un espacio de trabajo matemático, dando cuenta de una génesis documental que coadyuva a la construcción de conocimiento específico de sus participantes.

Palabras clave: Práctica docente. Enseñanza de la Geometría. Recursos y documentos. Didáctica General. Didáctica Específica.

Enseñar geometría en la escuela: fundamentos específicos en diálogo con algunas generalidades.

"Aún hay sol en las bardas" es una frase que Cervantes pone en boca de Don Quijote cuando relata la tercera y última salida del Caballero. Las bardas son muros de no más de 50 cm de alto que, cubiertos de malezas y ortigas, se usaban y se usan para cercar campos en territorio español. Por su altura y ubicación, suelen ser muy vistosos en el atardecer, donde reflejan el sol que se esconde. En boca del Andante Caballero, parece significar que la noche no ha llegado; una metáfora que remite a la lejanía de la muerte y la proximidad a la aventura de vivir. La frase, que el personaje no enfatiza, ni pregunta, puede leerse como un conjuro al final, a entregarse; la referencia al sol, un sinónimo de ánimo y acción, que no hay que desaprovechar. Para nosotros, en un libre y sutil juego poético, nos permite compartir con las y los lectores de estas líneas que aún es tiempo de tener tiempo, es tiempo de jugar, de asombrarse, de analizar y reflexionar desde y con variados recursos, acerca del encanto de las dimensiones. Del

¹ Este trabajo está vinculado a la Red MTSK de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP)

encanto del diálogo entre la tri y la bi dimensión; de pensarse uno en un conjunto; de negar la no dimensión y asustarse frente a la cuarta; de analizar qué motor se esconde en el juego de las dimensiones cuando, como objeto de enseñanza, se entrecruza en el camino de las otras áreas disciplinares escolares y la matemática.

Asumimos que las situaciones de la práctica de enseñanza no constituyen en sí mismas problemas que hay que solucionar, sino situaciones problemáticas caracterizadas por la incertidumbre, el desorden y la indeterminación: las y los docentes se encuentran a diario frente a situaciones dinámicas que asumen la forma de sistemas complejos conformados por problemas cambiantes que interactúan entre sí. El poder leer estos sistemas en el aula donde se enseña geometría, se constituye en uno de los elementos característicos del conocimiento que desarrollan las y los docentes que co-actúan en ellas dando vida al hecho educativo. Es en esa lectura crítica que busca nuevas respuestas y genera interrogantes, donde la intervención de otras miradas se hace necesaria para colaborar en la discriminación de los factores que intervienen en el aprendizaje de los contenidos.

Cuando hablamos de geometría escolar, nos referimos a ese entramado de hechos, conceptos e ideas que, guardando cierta distancia con los objetos matemáticos descriptos y producidos por la ciencia matemática, entran al aula en forma de representaciones que circulan con cierto rango de autoridad intelectual y fuerza académica. Son las y los docentes los encargados de hacerlo circular en las aulas y en el diseño de secuencias de enseñanza es donde encuentran el vehículo para cumplirlo. La gestión de esas secuencias hace aparecer ciertas respuestas no esperadas por parte de las y los estudiantes que se muestran de esa forma en un nivel de adquisición del conocimiento geométrico que la y el docente debe interpretar.

El aula de formación en acción: cómo un artículo del diario puede generar la formulación de un problema profesional.

Las que siguen son las ideas que sustentan la planificación, gestión y reflexión de una secuencia de enseñanza pensada para debatir en el aula de formación continua. En este artículo la enriquecemos con los aportes de la Didáctica General para que el ejercicio de reflexión sobre las prácticas aporte a las y los lectores, más herramientas para su trabajo.

La secuencia² aludida, comienza con una introducción, seguida de un marco teórico y el desarrollo de las sesiones de trabajo. Está destinada a docentes de matemática de la escuela secundaria que, como profesionales de la enseñanza, cursan un espacio académico de formación continua. En su implementación, se trata no solo de compartir el cómo fue pensada (se desarrolla en la introducción) y en qué se basa (se muestra en el marco teórico), sino también en resolverla (las sesiones de trabajo) tomando en cuenta qué se espera de cada parte de la misma y cuáles son, a partir de las estrategias de resolución seguidas, las posibles decisiones profesionales a tomar en el aula cuando se la implementa. La presentamos a continuación para ilustrar lo que sintetizamos en el título de este apartado.

Introducción. Cuando el mapa “nos habla profesionalmente”

En un escrito de 1960, bajo el título *Del rigor en la ciencia*, Jorge Luis Borges cita a un imaginario autor, Suárez Miranda en sus *Viajes de varones prudentes*, Libro Cuarto, cap. XLV, Lérida, 1658 y enfatiza que: “En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el Mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el Mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, estos Mapas Desmesurados no

² La secuencia fue creada por los integrantes del Grupo Matemática del Centro de Estudios en Didácticas Específicas (CEDE) del Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas (LICH) de la Escuela de Humanidades de la Universidad Nacional de San Martín (EHU-UNSAM) y el CONICET,

satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio, que tenía el Tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Siguientes entendieron que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y los Inviernos. En los Desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas.” (Borges, 2003). La cita anterior contiene datos para debatir cómo pueden presentarse temas como congruencia y semejanza a través de un relato en un contexto no matemático. Nuestra propuesta retoma esta idea y, usando el concepto de génesis documental (Gueudet & Trouche; 2013) como catalizador, se propone:

- Organizar el aula de la formación docente como un espacio de trabajo matemático focalizando el flujo entre el campo epistemológico (en este caso la relación entre figuras de dos y tres dimensiones) y el campo cognitivo, en las génesis figural, instrumental y discursiva (Kusniak; 2015), desde la perspectiva de la profesora y el profesor.
- Identificar las relaciones que se dan entre el espacio real y el local del aula de la escuela secundaria en la que un conjunto de objetos concretos y tangibles como los mapas, se estudian a través de artefactos como elementos de dibujo o Software de Geometría Dinámica (SGD) para poner en tensión el sistema teórico de la geometría escolar basado en definiciones y propiedades.
- Analizar tres procesos imbricados en el campo cognitivo del espacio de trabajo geométrico en el aula: el proceso de visualización tomando en consideración la representación del espacio que se hace en los mapas; el proceso de construcción de los mapas con relación a los instrumentos utilizados (regla, compás, SGD, etc.) y las configuraciones geométricas; el proceso discursivo que permite la producción de argumentaciones y pruebas (Kusniak; 2015).
- Reflexionar, a través del análisis de las secuencias de trabajo, cómo un recurso (Adler; 2010) evoluciona a documento (Gueudet & Trouche; 2013) para que las y los docentes reflexionen acerca de la construcción de su conocimiento especializado (Carrillo; 2013).

Marco Teórico

Hace ya unos años, en el ámbito de la formación docente se pasó de una visión centrada en una lógica de los contenidos a otra situada en una lógica de las situaciones profesionales. Para que este cambio de visión resulte satisfactorio, se requiere un cambio de perspectiva en los encuadres teóricos que ayuden a mirar la acción situada de la y el docente que enseña matemática en el aula. Para lograrlo podemos trabajar sobre la conceptualización en la acción docente desde la perspectiva del profesional reflexivo y la profesionalización, asumiendo que la enseñanza no se legitima a sí misma por la implementación de rutinas centradas en la exposición de saberes, sino que la acción docente cobra sentido en la toma de conciencia acerca de por qué y cómo aprenden las alumnas y los alumnos. Así, esta dimensión práctica de la actividad docente comprende un conjunto de repertorios y supuestos para la acción, que en ocasiones se advierten contradictorios con las teorías proclamadas explícitamente para explicar los fundamentos de las decisiones tomadas en el aula y requieren de un espacio para identificar el aprendizaje que se produce en las situaciones de enseñanza (Carrillo, 2013).

En particular, cuando en el aula se trabajan contenidos de la geometría se trata de romper con la idea de que estudiarla en el ámbito de la escuela secundaria es un trabajo sobre configuraciones armadas con signos tangibles (dibujos) y objetos matemáticos abstractos (conceptos): una comprensión real de los objetos matemáticos requiere una interacción entre representaciones tangibles y visibles de los objetos matemáticos que circulan en el aula. Estudiar geometría en la escuela supone hacer uso de herramientas de dibujo (lápiz y papel, SGD, entre otras) analizando los

conflictos epistémicos que subyacen a las construcciones cuando se las compara con las propiedades matemáticas del objeto a estudiar. Esto requiere gestar en el aula un trabajo relacionado con herramientas, técnicas y propiedades que permite analizar, describir e interpretar cómo algunas tareas geométricas pueden ser relevantes para llegar a la deseada y a planificar tareas y problemas que hagan aparecer el aspecto epistemológico y la validación del saber así adquirido (Fioriti, 2017). Este proceso está asociado a tres génesis en el diálogo entre el campo epistemológico de la geometría y el campo de lo cognitivo que se construye en el aula (Kusniak, 2015):

- a- Génesis figural: En la geometría que se enseña en la escuela secundaria, las figuras son los soportes visuales privilegiados para desarrollar el estudio de los conceptos. Del lápiz y papel a los SGD la noción de prueba se asocia con la visualización, y la conclusión se asume sin ningún otro comentario adicional.
- b- Génesis instrumental: El advenimiento de los SGD permite relacionar la prueba con una dimensión procedimental que retroalimenta la idea de asociarla a imágenes, en este nuevo escenario, dinámicas. Esta génesis trabaja con herramientas cuyo uso no es transparente ni inmediato.
- c- Génesis discursiva: La composición de imágenes sin argumentos que las justifiquen, pone en tensión la validez de las producciones de las y los estudiantes. Las mismas requieren de un relato que permite convencer acerca del valor epistemológico de los hallazgos.

En esta propuesta, nos centramos en el trabajo que las y los docentes pueden hacer con y sobre los recursos (libros, planificaciones, secuencias de enseñanza, conversaciones entre colegas, software...), para que el diálogo entre las génesis descritas, caractericen el trabajo del aula. La interacción de docentes con diferentes recursos se ha convertido en un campo reconocido en educación matemática (Gueudet & Trouche, 2013) Un recurso asociado a un esquema de uso, configura un documento que las y los docentes crean. Aunque consideran que trabajan en soledad, su trabajo de documentación está conectado: interactúan con variados recursos y a través de estos recursos indirectamente con otras y otros profesores (por ejemplo: autores de libros de texto) y con otras y otros agentes (por ejemplo: estudiantes, directivos, colegas) entrelazando creencias, conocimiento y práctica. Asumimos la formación docente en servicio, como un espacio para la formación permanente, que apoya este trabajo colectivo en el que un grupo de docentes comparten un objetivo en común (en este caso la reflexión sobre la enseñanza de la geometría) y un repertorio de recursos (en este caso el artículo periodístico que evoluciona de un recurso a un documento para la enseñanza usando objetos tecnológicos provistos por el software GeoGebra (GGB) asumido como SGD). Estos recursos asumen así dos dimensiones que en esta propuesta nos proponemos analizar: la dimensión práctica (permite actuar sobre los saberes y transformarlos); la dimensión epistémica (colabora en el proceso de comprensión de los saberes docentes para organizarlos y controlar sus acciones).

Las sesiones de trabajo

Esta propuesta tiene previstas dos sesiones de 180 minutos de duración cada una. Para cada una de ellas, las y los participantes contarán con acceso a la web para leer el artículo de Carla Lois (2016). *Un planisferio que equilibra el mundo*³ y buscar links con temas relacionados que les permitan estudiar el recurso.

³ Disponible en https://www.clarin.com/rn/ideas/planisferio-equilibra-mundo_0_HyoC48_D7x.html

1ª sesión:

a- Tiene por objetivos:

- Reflexionar sobre el proceso de visualización en geometría, mediado por el uso de un SGD (relación entre la génesis instrumental y discursiva),
- Estudiar las relaciones numéricas que subyacen al concepto de semejanza en las proyecciones usadas en la confección de mapas (relación entre la génesis figural y discursiva),
- Analizar los supuestos epistemológicos que sustentan el uso de los deslizadores como herramientas de GGB (relación entre la génesis figural, instrumental y discursiva).

b- Les proponemos:

Resolver cada una de las consignas en grupos de no más de 5 integrantes. Uno de esos integrantes deberá tomar nota de las intervenciones para armar un registro de lo analizado, discutido y consensuado. Ese registro se entregará a quien coordine la sesión, al finalizar la misma.

1- Lois relata en el texto que el objetivo del diseño del planisferio que se describe es conservar las superficies de las tierras y de las aguas de la Tierra con la menor distorsión posible. ¿Cuál podría ser un protocolo de construcción de GGB que permita aproximar al mínimo esa distorsión? ¿Qué contenidos geométricos son necesarios para poder construirlo? ¿Puede verse en la pantalla la respuesta buscada aun cuando se use el zoom para leerla?

2- El autor del planisferio dividió la superficie de la tierra en 96 triángulos curvos iguales y proyectó cada uno de ellos sobre un tetraedro. Al desplegar los tetraedros obtuvo figuras planas que representan tierras y océanos que conservan las áreas o superficies reales con pocas distorsiones. Elijan una cantidad menor de triángulos y copien el procedimiento seguido aplicándolo sólo para la porción que se corresponde con nuestro país: ¿Qué relación numérica pueden establecer entre esta proyección de nuestro país y la que se obtiene en un planisferio de Mercator que se usa en la escuela? ¿Qué contenidos del área de matemática aparecen como instrumentos en esta resolución?

3- Lois afirma que todos los mapas sacrifican algunas propiedades geométricas en el pasaje de la esfera al plano: a veces se distorsionan las superficies (Mercator); otras los ángulos; otras los contornos... ¿Cómo desarrollarían el concepto de deslizador en GGB al leer con sus estudiantes que, en este planisferio, aunque los km² de países y continentes es bastante preciso, se distorsionan ángulos y formas? Muestren su respuesta en una secuencia de actividades para el aula.

2ª Sesión:

a- Tiene por objetivos:

- Caracterizar las componentes de una génesis documental a partir del análisis de las propias producciones.
- Relacionar el concepto de proyección ortogonal con el diseño elegido para graficar el planisferio premiado (relación entre la génesis figural, instrumental y discursiva).
- Evaluar la pertinencia del uso de un artefacto (GGB) al contenido geométrico a estudiar: proyección; relación entre la tri y la bidimensión (relación entre la génesis instrumental y discursiva).

- Analizar didácticamente la selección de una actividad para evaluar la adquisición del contenido geométrico estudiado (relación entre la génesis figural, instrumental y discursiva).

b- Les proponemos:

Trabajar con el mismo equipo de la sesión anterior y releer las intervenciones que les hizo el coordinador a su registro de trabajo. Acordados los comentarios y discutido las observaciones:

1- Revisar lo propuesto en la tercera actividad de la sesión anterior, para que sus estudiantes puedan justificar por qué el planisferio premiado altera la disposición de los continentes, los puntos cardinales pierden sentido y no se pueden aplicar las coordenadas geográficas porque no hay referencias geométricas.

2- Se sabe que dos meridianos limitan un huso esférico mientras que dos paralelos determinan una zona esférica. ¿Qué semejanzas y qué diferencias se pueden establecer entre la proyección discontinua de Goode (también llamada homolosena porque es una combinación de la proyección homolográfica y la sinusoidal) y la proyección de Mercator (proyección ecuatorial) cuando en el planisferio se marca una zona esférica? ¿Resulta GGB un instrumento para responder a la pregunta anterior? ¿Por qué?

3- La siguiente actividad: “Calcular la superficie del casquete esférico que ve un piloto que vuela a 4000 m de altura? Construir una figura en la pantalla que permita visualizar que la respuesta es $160070,40 \text{ km}^2$ ”: ¿es pertinente para evaluar el contenido desarrollado? ¿Por qué?

A través de estas actividades mostramos la dinámica del escenario de la formación permanente en la que sostenemos la propuesta:

- tensionamos epistemológicamente el contenido de un artículo periodístico, apelando a los saberes sobre geometría de la esfera que se estudian en la formación inicial de docentes de matemática;
- usamos como recurso un SGD apelando a la lectura simultánea de más de una de sus ventanas de trabajo y de sus herramientas;
- aplicamos los resultados de los debates que se puedan favorecer en la resolución de las actividades a su proyección al aula de la escuela secundaria donde cada docente trabaja;
- usamos los hallazgos de la Didáctica de la Matemática para analizar y reflexionar sobre la propuesta y las ideas que de la misma se pueden usar para la producción de secuencias de actividades para la escuela secundaria.

En síntesis: hemos puesto en foco de análisis la práctica de la enseñanza de la geometría.

La práctica de la enseñanza en discusión: miradas generales y específicas que se entrecruzan en la reflexión.

¿Qué pasa en nosotros, en nosotras cuando estamos preparando una clase? ¿Qué es lo que ponemos en juego? Si nos pudiéramos a desagregar el proceso del “pensar la clase”, en el cual, la situación de enseñanza configura un todo articulador, encontraríamos una serie de categorías didácticas que aparecen en la reflexión prospectiva a la que se refiere Perrenoud (2010). Identificamos básicamente seis:

- a) el sentido pedagógico,
- b) las categorías conceptuales del contenido,
- c) los desafíos cognitivo-afectivos a proponer,
- d) el formato de actividad,

- e) los recursos didácticos,
- f) el tiempo.

Desarrollamos cada una de ellas con relación a la secuencia de enseñanza compartida.

a) El sentido pedagógico

Referimos al sentido pedagógico, en correspondencia con la intencionalidad que manifiestan los propósitos de una clase: hay algo que está en el foco, en el centro de la intención y por más que en cada momento diferente haya intencionalidades particulares, hay algo así como una intencionalidad medular que es la que orienta las decisiones de la clase y que define su unidad de sentido. El sentido remite a los significados con los que se asume la razón de ser de una clase. Encontrar el sentido supone un cambio cualitativo, una perspectiva que permite delinear en la acción algo que se prevé en la cognición. Así, con sentido pedagógico queremos referir a la razón pedagógica que da significado a la propuesta didáctica de la clase, que se sintetiza en preguntas encabezadas por un “por qué” y que puede resumirse en la intencionalidad o propósitos que se persiguen.

Preferimos el uso del término sentido pedagógico al de propósito, evitando caer en una discusión técnica que nos colocaría en otro eje: no estamos aquí desarrollando una idea de diseño sino una idea de actividad cognitiva, de procesamiento.

Identificamos por lo menos dos direcciones en las que se piensa la clase con eje en el sentido pedagógico asignado. En ocasiones, encontrar el sentido es un proceso que se lleva a cabo a medida que se va pensando la clase ya que esa asignación no es automática ni aparece con tanta facilidad. En otros casos, por el contrario, la pregunta acerca del sentido pedagógico es uno de los primeros interrogantes que aparecen y en general, adquiere formato hipotético o de cuestionamiento más que como una afirmación contundente. En la secuencia que compartimos, el sentido pedagógico se lee en las oraciones aseverativas con las cuales redactamos la primera parte de cada sesión y que titulamos “tiene por objetivos”.

b) Las categorías conceptuales del contenido

Esta categoría aparece como una de las puertas iniciales para entrar en la clase pensada. No siempre se aparece con la suficiente claridad ya que no es lo mismo pensar la clase a partir de un tema, que de un contenido o de los componentes conceptuales de un contenido.

Diferenciaremos tema de contenido, desde el punto de vista del procesamiento cognitivo que se hace de la clase y de la identificación nítida de los ejes nodales de la enseñanza en términos de contenido. Consideraremos al tema como una nominación general que refiere a una cuestión a enseñar sin implicancias referidas al enfoque desde el cual se pretende que esa cuestión se aborde. Por el contrario, denominaremos contenido a una especificación temática que incluye, además, alguna referencia de tipo conceptual que permite identificar una particular (y no genérica) manera de abordarlo. En la secuencia que compartimos podríamos identificar como tema “las relaciones entre el espacio real y el local a través del estudio de geometría de coordenadas” y como contenido “el proceso de visualización mediado a través del uso de SGD”

También es necesario diferenciar contenido de categorías conceptuales. Sea cual fuere la asunción, una vez que empezamos a pensar las categorías conceptuales que incluiremos como objeto de enseñanza, recién ahí la clase empieza a tomar vida como “clase pensada” o si se quiere, para ser más precisos como “clase en proceso de ser pensada”. Es decir, pensar en cómo se desagregará conceptualmente el contenido o en otras palabras, qué hay en él para ser enseñado. Luego, todas y todos llegamos al mismo puerto: identificar los conceptos que serán objeto de enseñanza. Denominaremos categorías conceptuales del contenido a ese conjunto de nociones que se pretende enseñar y que conforman la estructura conceptual de la clase. Este

proceso de selección de las categorías conceptuales no es fácil ni evidente. En la secuencia que compartimos, esas categorías se desprenden de considerar la representación del espacio que se hace en los mapas; el proceso de construcción de los mapas con relación a los instrumentos utilizados (regla, compás, SGD, etc.) y las configuraciones geométricas; el proceso discursivo que permite la producción de argumentaciones y pruebas.

c) Los desafíos cogno-afectivos

Utilizaremos el término desafío cogno-afectivos –tal como Edelstein (2011) usa el término “desafío” - para referirnos a la puesta en marcha de los diferentes dominios que se manifiestan dentro de una estructura cognitiva y afectiva tales como: la comprensión, el análisis, el juicio evaluativo, la percepción, la atención, la comunicación, la resolución, etc. Los desafíos cogno-afectivos se activan como resultado de una determinada propuesta didáctica que los promueven. El pensar los desafíos cogno-afectivos de la clase es un proceso que se desprende de cuestionarse el sentido pedagógico: se piensa junto con el contenido o como resultado de pensar la actividad que se realizará. Los desafíos cogno-afectivos, se presentan como un verdadero catalizador del contenido y un disparador de la actividad didáctica que podría resumirse fácilmente en esta pregunta: ¿cómo quiero que trabajen cognitiva/afectivamente las y los estudiantes a medida que se van apropiando de las categorías conceptuales que voy a enseñar? En la secuencia compartida, estos desafíos son los que aparecen, en cada una de las sesiones, bajo el título “qué nos proponemos”.

d) El formato de actividad

La actividad de la clase puede ser entendida como el motor y el articulador de la enseñanza y cobra vida desde una propuesta que realiza la o el docente bajo un modo particular de organizar la acción propia de la actividad, desde la intencionalidad particular que persigue y en pos que las y los estudiantes trabajen cognitivamente con las categorías conceptuales que son objeto de enseñanza.

Las situaciones de enseñanza, tal el ejemplo que hemos propuesto, constituye en sí, el formato de actividad al que nos referimos al desagregar estas categorías didácticas del “pensar la clase”. Sin embargo, la situación podría convertirse solo en activismo, si desconociéramos la razón pedagógica por la cual estamos presentándola, si las categorías conceptuales que son objetos de enseñanza se diluyeran en la propuesta del recurso o si los desafíos cogno-afectivos no fueron promovidos a medida que la situación se trabaja. En la secuencia que compartimos, cada una de las actividades propuestas que conforman las situaciones de enseñanza, aparecen detalladas y lo suficientemente andamiadas para que, la libertad de acción en cuanto al diseño y gestión de la estrategia de solución, no se aparte del foco epistemológico que se propone estudiar.

e) Los recursos didácticos

Llamamos recursos didácticos a los medios materiales, instrumentales o tecnológicos que se utilizan como apoyaturas en la enseñanza, con la finalidad de promover mejores situaciones y escenarios de aprendizaje (Steiman, 2008).

Lo habitual es que el “pensar” acerca de los recursos esté estrechamente ligado al “pensar” las situaciones de enseñanza y que lo que cuestionemos con frecuencia, es la garantía del éxito de la actividad a partir del uso de un determinado recurso.

Los recursos ocupan otros lugares en el pensar la clase. En algunos casos, el recurso parece ocupar el lugar de la actividad, esto es, pensar qué van a hacer las y los estudiantes a partir de disponer de un determinado recurso que nos ha gustado. O también, casos en los que toma el lugar de una novedad en la línea de convertirlo en una estrategia de borde (Litwin, 2008), el desafío didáctico de hacer atractiva la

enseñanza mediante el desarrollo de prácticas originales, divertidas, la introducción del humor o la búsqueda de cursos de acción novedosos.

Hacemos una observación que nos parece importante: nunca el recurso podrá ser el fin en sí mismo ni el eje de sentido. En la secuencia que compartimos se ejemplifica en cómo el artículo periodístico habilitó el armado de una secuencia para la enseñanza de la geometría, usando software, la web, lápiz y papel... como recursos, pero ninguno de ellos desplazó del eje de trabajo a la reflexión sobre los contenidos geométricos involucrados.

f) El tiempo

Para docentes noveles, el tiempo de la clase suele ser una categoría didáctica que aparece con carga de ansiedad y menor carga de articulación con lo didáctico: es, en general, una dimensión conflictiva desde la cual se pone en juego el lugar en el campo y el no saber qué hacer dentro de él si el tiempo no se domina, si falta o si sobra. Adquiere así un tono amenazante o de incertidumbre.

Para docentes que portan expertiz, el tiempo aparece negado. Este grupo de docentes no suele preocuparse por si una clase queda a la mitad, si no puede llegar a una síntesis o conceptualizar los procedimientos que se trabajaron: suelen decir “lo terminan ustedes en su casa” o la “seguimos en la próxima” sin cuestionarse el qué pasa con el tiempo del aprendizaje. En la propuesta que compartimos, el tiempo es importante porque sí nos interesa llegar a las conceptualizaciones para pensar colaborativamente en las aplicaciones a las aulas del nivel en el que cada docente trabaja.

Con estas categorías didácticas, podemos construir un esquema explicativo que, como esquema orientador, puede usarse para reflexionar sobre la práctica, una vez dada la clase.

La progresión del sentido y la progresión del formato

Entendemos que el proceso del “pensar la clase” es una construcción que se va realizando sin una secuencia ordenada. Usamos conceptualmente el “pensar la clase” más que el “planificar la clase” o “diseñar la clase”: no es solo hacer evidente nuestro posicionamiento teórico vinculado a las concepciones didácticas que priorizan el análisis de la propia práctica como camino de construcción didáctica, sino, también, enfatizar que, haciendo foco en el proceso, superamos el resultado de una acción cogno-afectiva que supone el diseño o la planificación.

En el proceso de pensar la clase, las categorías didácticas intervinientes se van sumando unas a otras y se presentan en dos niveles o progresiones bien diferenciados que, nos permiten configurar la clase como la “clase pensada” y reflexionar prospectivamente sobre ella (Steiman, 2018):

- a- Progresión del sentido: contiene la trilogía sentido pedagógico-categorías conceptuales-desafíos cogno-afectivos,
- b- Progresión del formato: contiene la trilogía formato de actividad-recursos-tiempo.

La “progresión del sentido” (fig. 1) supone el pensar la clase con eje articulador en el sentido que se le asigna, en las categorías conceptuales que se van a enseñar y/o en los desafíos cogno-afectivos que se van a proponer.

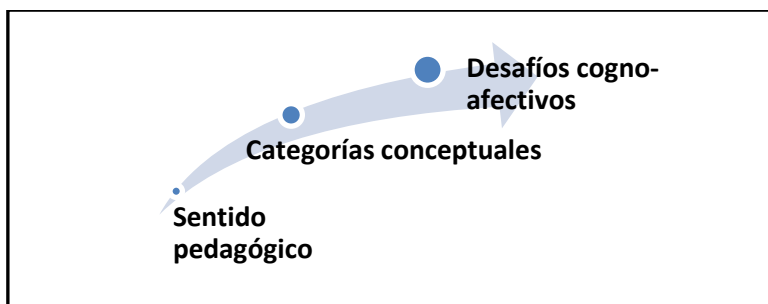


Figura 1: La progresión de sentido. Fuente: elaboración propia

La “progresión del formato” (fig. 2). Esto es, el pensar la clase a partir de la actividad a realizar que se va a proponer (situaciones de enseñanza), los recursos didácticos que se requieren para esas actividades y/o desde el tiempo que se asignará a cada actividad. Entendemos que es esta progresión la que se centra en las cuestiones operativas y más cercanas a la instrumentalización didáctica de la clase y la que ilustramos en la secuencia que compartimos.

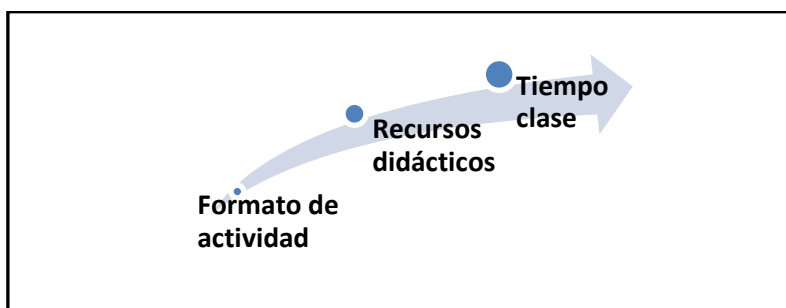


Figura 2: La progresión de formato. Fuente: elaboración propia

El proceso de “pensar la clase”, puede iniciarse a partir de cualquiera de estas seis categorías, pero, no se puede dejar de pasar por todas ellas si no se quiere caer en algunas desviaciones posibles de las prácticas de enseñanza: el activismo, el tecnicismo, el contenidismo, el no intervencionismo, etc. Perrenoud (2010) propone dos “momentos” reflexivos: la reflexión prospectiva y la reflexión retrospectiva. Es decir, una reflexión antes de la clase y una posterior. El pensar la clase es ese proceso de reflexión prospectiva: la clase no ha sucedido aún y estamos anticipándola mentalmente para ir hacia una práctica más coherente con aquello que declamamos. La reflexión retrospectiva nos ayuda a analizar lo que realmente (si podemos develarlo) ha sucedido en esa clase y en concordancia con Edelstein (2000), llamamos “el análisis didáctico de la clase”: develar los implícitos, los supuestos, las representaciones ocultas que motivan las decisiones, desdeñando centrar en la identificación de los componentes de la práctica (que nos colocaría en una elemental perspectiva tecnológica). Entonces: ¿cómo interpelar la clase? Uno de los caminos es reflexionar sobre las decisiones pre clase, las que tomamos en ese proceso de “pensar la clase” a partir de nuestro esquema de las dos progresiones asumido como un marco de exploración: no se trata de seguir una serie de pasos para analizar una clase sino de disponer de un marco exploratorio desde el cual adentrarnos en la misma por cualquiera de los componentes que son propios de ese marco. Además, deberemos romper con una práctica que tiene larga tradición: la de observar o analizar una clase desde una serie de categorías previas pre-establecidas para evaluarla. Por eso proponemos mirar la clase desde un lugar totalmente diferente que no supone su evaluación ni la búsqueda de los propios errores: intenta develar aquello que al momento del “pensar la clase” se naturalizó y no se interpeló y que, a la distancia, una vez “sucedida” la clase, podríamos interpelar a partir de las decisiones tomadas.

A modo de cierre

La propuesta de formación descripta, se diseñó sobre la idea de que es necesario facilitar a las y los docentes, aulas de formación permanente en las que puedan reflexionar acerca de su práctica para: pensar sobre las consecuencias de sus prácticas en las aulas donde desarrollan su actividad; interpelar el sentido; desnaturalizar secuencias de aprendizaje, cuestionarse la influencia que ello tiene en las producciones matemáticas de sus estudiantes; mejorar la comprensión de los fenómenos didácticos que se dan en el aula; generar conocimiento especializado.

De aquí la necesidad de asumir una posición teórica que considera a la acción didáctica como una acción compleja y conjunta donde se intercambian sentidos e intencionalidades de enseñanza y sentidos y posibilidades de aprendizaje. La práctica de la enseñanza de la matemática durante las dos sesiones de la propuesta de trabajo, está asociada a una actividad situada en la que la puesta en acto de conocimientos, procesos y habilidades de la y el docente, las y los ubican en una actuación de tipo profesional. El análisis semántico de un artículo periodístico les brinda la posibilidad de construir junto con sus colegas, un material de uso para el aula que quizás pudo haberle pasado inadvertido: se actúa la dinámica de la ecuación documento= recurso + esquemas de uso, que hace del trabajo colaborativo un requisito insoslayable.

El registro de lo actuado, la discusión de lo anotado, el intercambio de puntos de vista sobre los pasos dados, pone en evidencia la necesidad de conocer en profundidad los temas de geometría que se están usando y las decisiones didácticas que focalizan en el análisis del rol de estudiantes como productores de conocimientos matemáticos en los distintos niveles de enseñanza.

Referencias bibliográficas

Adler, J. (2000). *Conceptualising resources as a theme for teacher education*. Journal of Mathematics teacher Education, 3, 205-224.

Almirón, A; Ammann, S; Bifano, F; Ferragina, R; Fioriti, G; Lupinacci, L; Güerci, V; Villella, J (2017). *Génesis documental en el aula de formación profesional del docente de matemática: evolución de un artículo periodístico a una secuencia de enseñanza de geometría para la escuela secundaria*. Presentado en el VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM) realizado en Madrid en 2017.

Borges, J.(2003). *El Hacedor*. Madrid. Alianza.

Carrillo, J, Contreras, L y Flores, P (2013) *Un modelo de conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. En Investigación en Didáctica de la Matemática. Libro homenaje a Encarnación Castro, pp. 35-52. Granada. Comares.

Fioriti, G (comp) (2017). *Recursos tecnológicos en la enseñanza de Matemática*. Buenos Aires. UNSAM edita-Miño y Dávila Ediciones.

Gueudet, G. & Trouche, L. (2013). *Des ressources aux documents, travail de professeur et genèses documentaires*. En Gueudet, G. & Trouche, L. (dir.), Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques, pp. 57-74. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Kusniak, A; Vivier, L y Montoya, E (2015). *El espacio de trabajo matemático y sus génesis*. XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México.

- Edelstein, Gloria (2000). *El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar para la reflexión crítica sobre el trabajo docente*. Revista del Instituto e Investigaciones en Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Letras, UBA-Miño y Dávila Editores.
- Edelstein, Gloria (2011). *Formar y formar-se en la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós
- Litwin, Edith (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.
- Lois, C (2016). *Un planisferio que equilibra el mundo*. Recuperado de http://www.clarin.com/rn/ideas/planisferio-equilibra-mundo_0_HyoC48_D7x.html (consultado mayo 2021)
- Perrenoud, Phillippe (2010). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Editorial Grao.
- Steiman, Jorge (2008). *Más Didáctica (en la educación superior)*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Steiman, Jorge (2018). *Las prácticas de enseñanza –en análisis desde una didáctica reflexiva-*, Buenos Aires: Miño y Dávila
- Villella, J. (2007). *Matemática Escolar y libros de texto*. Buenos Aires. Miño y Dávila-UNSAMedita.
- Villella, J. (2018) *Caminos digitales para enseñar matemática: ejemplos y reflexiones*. Revista Convocación, año VIII, noviembre de 2018, pp.25-35, Montevideo.
- Villella, J; Fioriti, G; Ferragina, R; Lupinacci, L; Bifano, F; Almirón, A. (2018); *A professional development experience in Geometry for High School teachers: introducing teachers to Geometry workspaces*. En Herbst, P; Cheah, U; Jones, K; Richard, P. (eds) *International Perspectives on the teaching and learning of Geometry in secondary schools*. Cham: Springer. 2018. pp197 - 214.
- Villella, J; Fioriti, G; Ferragina, R; Lupinacci, L; Bifano, F; Güerci, V; Amman, S; Almirón, A. (2018). *Puentes pedagógicos. Hacia una definición de intervención en la práctica de aula*. En Muiños de Britos, S.(comp.) *Redes, puentes y vínculos entre la universidad y las escuelas secundarias*. Buenos Aires: UNSAM edita. (pp69 - 102.)
- Villella, J y J. Steiman (2019) *Patio, Parque y Pizarrón. Ideas para enseñar geometría a niños de 9 a 12 años*. Montevideo. Ediciones Espartaco- Océano



La enseñanza de las ciencias naturales en contexto de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS)

Lucía Iuliani, Adriana Calderaro

CEDE (Centro de Estudios en Didácticas Específicas)/ LICH (Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas)
Escuela de Humanidades UNSAM-CONICET.

Resumen

En este artículo se propone la inclusión de las complejas relaciones ciencia, tecnología y sociedad en la enseñanza de las ciencias naturales fundamentada en la importancia de la enseñanza contextualizada en la educación CTS, en el marco de la educación científica y tecnológica de las y los ciudadanos de este siglo XXI.

Para este fin, se consideran los problemas socio-científicos y cuestiones socio-controvertidas como escenarios propicios para favorecer la construcción de conocimientos y el desarrollo de competencias científicas en el marco del modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo-Aymerich, M., y Adúriz-Bravo, A., 2003) que considera la ciencia en el aula como una actividad cognitiva y discursiva.

Además, se presentan algunas consideraciones y ejemplificaciones sobre el tratamiento de ondas, en particular ondas electromagnéticas y la controversia sobre la posible influencia de las radiaciones electromagnéticas en los seres vivos, resaltando el énfasis de las ondas y sus aplicaciones no sólo en las comunicaciones sino también en el campo de la salud.

Palabras Clave: Enseñanza de las ciencias naturales. Educación CTS. Problemas y cuestiones socio-controvertidas. Ondas electromagnéticas. Radiaciones electromagnéticas en el campo de la salud.

La inclusión de las relaciones CTS en la educación científico-tecnológica del siglo XXI

La educación científica y tecnológica de este siglo XXI es motivo de interés en numerosas investigaciones en didáctica de las ciencias naturales, en tanto parece haber consenso sobre la necesidad de abordar nuevos desafíos en la enseñanza de este campo de conocimientos, que impliquen involucrar a las y los estudiantes desde posturas participativas, a partir del desarrollo de competencias que les permitan comprender y actuar en los hechos y situaciones de su interés desde el campo de la ciencia y tecnología.

En el marco de la alfabetización científica y tecnológica, la inclusión de las complejas relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS) resulta indispensable para favorecer la reflexión, debate y participación activa de las y los alumnos en situaciones problemáticas socio-controvertidas y de actualidad. En este sentido, López Cerezo J. A. (2017) sostiene *“La democracia presupone que los ciudadanos, y no solo sus representantes políticos, tienen la capacidad de entender alternativas y sobre tal base expresar opiniones, y en su caso tomar decisiones bien fundadas. En este sentido, otra línea de desarrollo para los estudios CTS ha sido, en el ámbito educativo y de formación pública, propiciar la formación y alfabetización científica de amplios*

segmentos sociales de acuerdo con la nueva imagen de la ciencia y la tecnología que emerge al tener en cuenta su contexto social”, pág. 29.

La multiplicidad de dimensiones de los problemas y cuestiones socio-científicas favorecen la integración de los saberes científicos interdisciplinarios a la vida cotidiana, fundamentos de la educación CTS, como una perspectiva que promueve el acercamiento de las y los ciudadanos a la ciencia y la tecnología desde una visión del mundo controversial, pero a su vez compartida y comunicable. Esta visión demanda no sólo el conocimiento de saberes disciplinares, sino también el despliegue de actitudes, valoraciones y competencias científicas efectivas en estrategias de intervención y posibles resoluciones.

En este escenario consideramos que es necesario involucrar a las y los estudiantes en el tratamiento de problemáticas socio-controvertidas atravesadas por las complejas relaciones CTS, que faciliten el aprendizaje de conocimientos de las ciencias naturales. El contexto de enseñanza que proponemos favorece concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de las y los alumnos partiendo de la necesidad de saber ciencia, pero además saber más sobre ciencia, en el sentido que sostiene Adúriz-Bravo (2005) *“entenderemos la naturaleza de la ciencia como un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica”,* pág. 3.

Por esto, uno de los principales propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela se refiere a la alfabetización científica y tecnológica de las y los estudiantes. Así leemos en los documentos curriculares *“La alfabetización científica constituye una metáfora de la alfabetización tradicional, entendida como una estrategia orientada a lograr que la población adquiera cierto nivel de conocimientos de ciencia y de saberes acerca de la ciencia que le permitan participar y fundamentar sus decisiones con respecto a temas científico-tecnológicos que afecten a la sociedad en su conjunto”*⁴.

El análisis áulico de los contenidos curriculares, según esta propuesta, implica un tratamiento que analice su fundamento científico, su aplicación tecnológica y su impacto social. En este sentido, las estrategias de enseñanza deberían contemplar acciones y actividades que permitan la reflexión de las y los alumnos en esos tres niveles.

El orden del tratamiento CTS lo impone el contenido mismo, pudiendo invertirse o combinarse en otra secuencia más pertinente (SCT, TSC, CST, TCS, etc.) siempre y cuando en las estrategias de trabajo se incluyan actividades que permitan el estudio y reflexión de los contenidos desde estas tres perspectivas (figura 1).

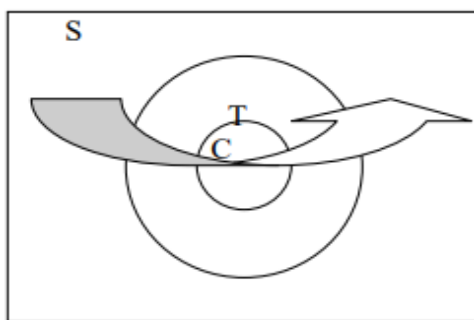


Figura 1: Esquema gráfico de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Fuente: adaptación de Aikenhead, 1994

⁴ Diseño Curricular de Ciencias Naturales de la provincia de Buenos Aires. 2006, pág. 25

Como venimos diciendo, en un mundo donde la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en la vida del ser humano resulta un gran desafío para las y los docentes, la tarea de motivar a sus estudiantes. Es por esto que, hace algunas décadas, las investigaciones en didáctica de las ciencias comienzan a tratar el problema de la relación entre la ciencia, el ser humano, su entorno y sus vivencias con el propósito de estimular el aprendizaje.

El gran número de personas que necesitan hoy educación científica escolar, la cambiante naturaleza de los requerimientos de la educación como resultado de las transformaciones de sociedades agrarias en industriales y ahora informatizadas, el aumento increíble de la información disponible en el mundo, los efectos de la comunicación en masas (cines, T.V., Internet, etc.), la urbanización y globalización, son causas más que suficientes para que la educación CTS haya fijado sus objetivos en una “*ciencia para todos*”, en una *ciencia útil* para los futuros ciudadanos.

Ondas.... ¿Una problemática controversial en el contexto CTS?

Atendiendo a estos fundamentos y retomando el propósito que nos convoca, podemos decir que las ondas y los fenómenos ondulatorios no sólo revolucionaron el mundo de las comunicaciones, sino también otros ámbitos y áreas que se vinculan con las personas y su relación con la ciencia y tecnología.

Las ondas constituyen un campo de esencial importancia en la física ya que permiten explicar numerosos hechos y fenómenos de la naturaleza como el sonido y la luz e interpretar el funcionamiento de aparatos tecnológicos de uso cotidiano como celulares, controles remotos, cocinas microondas, las radios, televisores, etc.

También es uno de los conceptos unificadores o ejes conductores de la física como la energía, campos, interacciones, que facilitan la comprensión de diversos fenómenos que se explican a través del modelo ondulatorio.

Sin embargo, las investigaciones en didáctica de las ciencias manifiestan que existen ciertas dudas por parte de las y los docentes, sobre la incorporación de este tema en sus planificaciones de aula, aludiendo al alto nivel de abstracción que requiere el abordaje del modelo ondulatorio y las dificultades de su descripción matemática.

Generalmente, en los cursos de ciencias naturales del nivel secundario podemos encontrarnos con el estudio cualitativo de algunos fenómenos ondulatorios relacionados con la luz y el sonido, pero es poco usual que se analicen situaciones problemáticas o cuestiones socio-controvertidas de actualidad para contextualizar los contenidos a enseñar en el marco de las complejas relaciones CTS.

Cabe destacar, que uno de los avances de mayor importancia en las últimas décadas ha sido la aplicación de las ondas en el campo de las ciencias de la salud. Así, el rápido avance de las tecnologías de exploración del cuerpo humano, permitió perfeccionar los diagnósticos por imágenes a partir del uso de tomógrafos, mamógrafos y otros aparatos que utilizan ondas electromagnéticas (en este caso rayos X) para el diagnóstico y prevención de enfermedades.

Las personas, aún sin quererlo, están expuestas a radiaciones electromagnéticas (y también del tipo radiactivo)... ¿esta exposición es perjudicial para la salud?... Este tema de actual controversia y debate en el ámbito científico merece un tratamiento en el aula.

Distintas entidades y miembros de la comunidad científica participan actualmente de la investigación y debate sobre las consecuencias sobre la salud. Así, por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), la Agencia de Energía Nuclear (AEN), el Consejo Nacional de Investigaciones científicas y técnicas (CONICET) y también asociaciones ecologistas como Greenpeace, Vida Silvestre, etc., alertan sobre los “retos” en las investigaciones científicas para determinar si hay riesgos, y consecuentemente precisar los impactos nocivos sobre la salud.

Sobre las radiaciones electromagnéticas y su influencia en la salud de las personas

Se reconoce que, un amplio espectro de radiaciones electromagnéticas está presente en la vida moderna debido a los desarrollos tecnológicos producidos en los últimos ciento cincuenta años.

La dimensión del riesgo de la radiación emitida por estas fuentes sobre la salud de las personas está relacionada con el tipo de radiación y la dosis de exposición. La cantidad de energía que transporta cualquier tipo de radiación determina su efecto sobre los seres vivos. La radiación *ionizante*, como la radiación nuclear y la radiación electromagnética de alta frecuencia (rayos X, radiación gamma, rayos cósmicos) al interactuar con la materia causa la separación de partículas con carga eléctrica de átomos y moléculas que pueden ocasionar daños sobre los seres vivos.

La radiación *no ionizante* que tiene frecuencias bajas (ultravioleta, visible, infrarrojo) transporta menor cantidad de energía, con lo cual no llegan a romper enlaces que unen las moléculas de la materia con la que interactúan. Sin embargo, una exposición excesiva a las radiaciones no ionizantes también puede ser perjudicial, como por ejemplo una exposición prolongada a la radiación ultravioleta emitida por el sol que puede ocasionar problemas en la piel de una persona (figura 2).

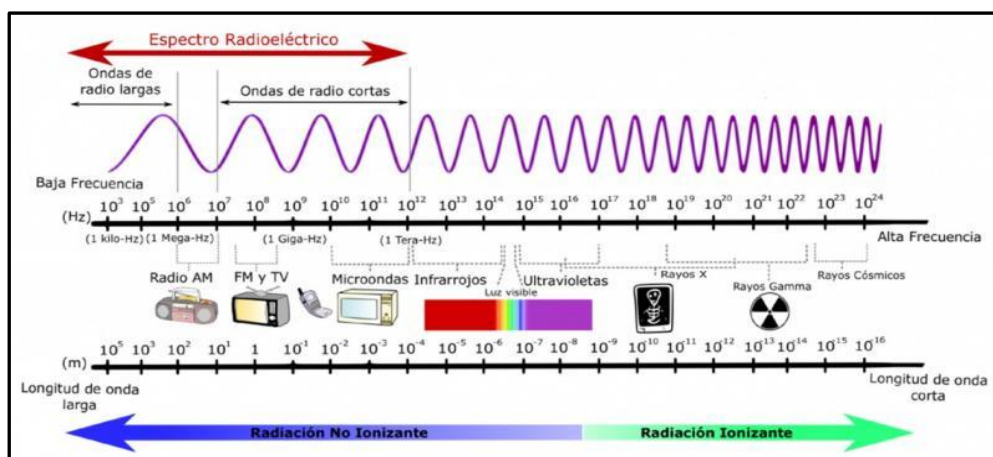


Figura 2: Espectro electromagnético. Fuente: <https://ie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/eem/>

Cabe mencionar que las radiaciones ionizantes están en todas partes. Llegan desde el espacio a través de los rayos cósmicos. Están en el aire en las emisiones de un gas radiactivo, el radón. También el agua y los alimentos contienen elementos radiactivos. La radiación emitida por fuentes naturales la encontramos, por ejemplo, en las rocas, el suelo, en los alimentos que ingerimos y está presente también en nuestro propio cuerpo (figura 3).

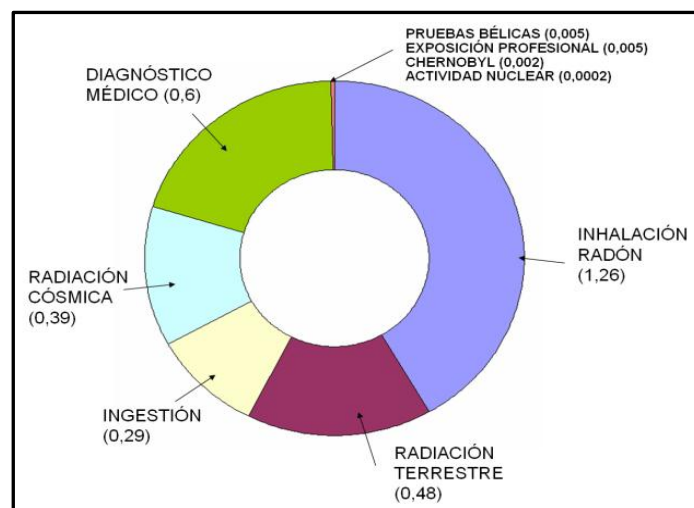


Figura 3: Dosis media anual de radiación ionizante por fuente (valores en milisievert).

Fuente: <https://images.app.goo.gl/VscXMSv5f8MESB9s5>

Cuestiones socio-controvertidas y ejemplificaciones de enseñanza sobre las radiaciones electromagnéticas

Numerosas cuestiones controversiales se presentan en las sociedades que resultan imposibles de desvincularse de las complejas relaciones entre ciencia y tecnología. Muchas de estas problemáticas están relacionadas con las ciencias naturales en general, pero la complejidad que las caracterizan requiere de miradas y tratamientos interdisciplinarios y la participación de distintos actores sociales. Mencionamos algunos ejemplos tales como, alimentos transgénicos, agrotóxicos, energía y sociedad, calentamiento global, derecho al acceso del agua potable, uso (o abuso) de los recursos naturales, etc.

Como sostienen Díaz Moreno, N y Jiménez Liso, M. (2012) *“el conocimiento científico se ha convertido en una necesidad para el ciudadano del siglo XXI por la presencia en su entorno próximo y por los riesgos y dilemas que cada vez más se les plantean a los ciudadanos”* pág. 55, por lo cual estas problemáticas resultan de gran percepción social para las personas con distintos intereses, posicionamientos e ideologías políticas, económicas, éticas, ambientales, religiosas, etc.

Sin embargo, consideramos escaso el tratamiento de problemas y cuestiones socio-científicas, controversiales, abiertas, en el marco de las complejas relaciones CTS en las aulas de ciencias naturales. Además, a nuestro entender, su inclusión brindaría ambientes de aprendizaje participativos, dialógicos que favorecen los procesos argumentativos de los estudiantes (Pedrol. H, Calderaro. A, Iuliani, L, et al, 2020), así como el desarrollo del pensamiento crítico entre otras competencias científicas propias de la ciencia escolar.

Tomando el caso particular de la problemática sobre las radiaciones electromagnéticas, un buen ejercicio para la planificación de la enseñanza del tema, es pensar en una organización no lineal de la estructura de contenidos, sino en hilos conductores o bien núcleos temáticos con carácter interdisciplinario necesarios para abordar el problema desde una visión holística y no parcializada (figura 4).

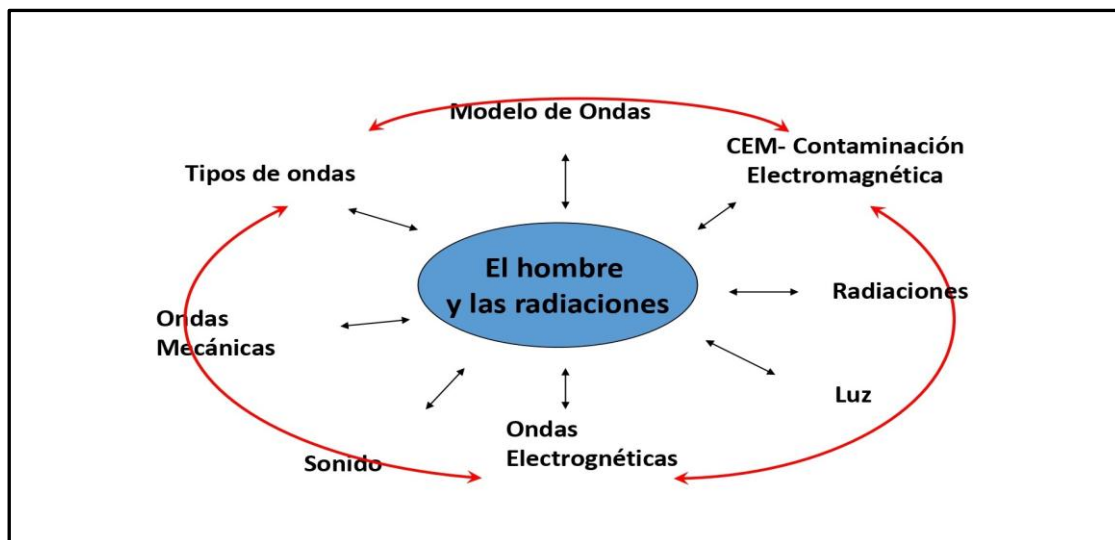


Figura 4: Esquema no lineal (no tradicional) de organización de contenidos. Fuente propia.

A continuación, ejemplificaremos situaciones de enseñanza contextualizadas en las problemáticas socio-controvertidas, vinculadas con las radiaciones electromagnéticas posibles de incluir en las clases de física y biología desde un enfoque integrado según la perspectiva de Perkins (2010).

Antenas de telefonía móviles

Consideramos que la controversia sobre este tipo de antenas, puede presentarse a las y los estudiantes como un ejemplo de estudio de casos, que permite colocar en el centro del debate un hecho, fenómeno o situación particular real o ficticia. La intención es involucrar de manera activa a las y los alumnos y desarrollar distintas competencias científicas escolares como, por ejemplo, las relacionadas con las habilidades cognitivo-lingüísticas fundamentadas en la orientación didáctica “leer, hablar y escribir en ciencias” (Lemke, 1997).

A modo de ejemplo, presentamos un estudio de caso ficticio tomado y adaptado de Gordillo, M. (2005) (figura 5)

“Un instituto de enseñanza secundaria ha recibido una interesante oferta económica por permitir el uso del tejado del edificio para la instalación de una antena de telefonía móvil. El Consejo Escolar del centro deberá debatir y decidir sobre la propuesta. Para ello, además de los informes que ha recibido de la empresa de telefonía, tendrá en cuenta los argumentos de los grupos que ya se han manifestado a favor y en contra de la instalación de este tipo de antenas. Las infraestructuras necesarias para el funcionamiento de los teléfonos móviles, los mecanismos por los que transmite la señal, las posibles implicaciones para la salud, las variaciones en la forma de entender la comunicación y el papel que ésta ha jugado y juega en nuestras formas de vida, son cuestiones que sustentan esta polémica sobre si se debe autorizar la instalación de la antena en un centro educativo”



Figura 5: Noticias ficticias sobre la controversia de la telefonía móvil. Fuente: <http://ibercienciaoei.org/casos.php>

Esta situación problemática controvertida se puede presentar a través de una noticia ficticia pero verosímil como, por ejemplo, en un medio de comunicación, periódico, canal de televisión, etc.

Luego de esta presentación es posible realizar un debate inicial a partir de cuestionarios de valoración personal para relevar las ideas, conocimientos previos sobre el tema. Por ejemplo, los inventarios KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory)⁵, que se constituyen en instrumentos de autorregulación de conocimientos, ya que es posible retomar y revisar las primeras ideas de las y los estudiantes en otros momentos del proceso de enseñanza.

La formulación de algunas preguntas que den lugar a la exploración del tema pueden resultar disparadores de la problemática y de este modo abrir el proceso de investigación científico en contexto de ciencia escolar:

- ¿Las radiaciones emitidas por las antenas de telefonía celular pueden ser peligrosas para las personas?
- ¿Qué fuentes o aparatos emiten radiación electromagnética?
- ¿Todas las radiaciones son perjudiciales para la salud?
- ¿Cuáles son los usos de las radiaciones ionizantes en medicina?
- ¿Qué ventajas y desventajas se conocen?
- ¿A qué otras radiaciones estamos expuestas todas las personas?
- ¿Existen normas de seguridad frente a las exposiciones de las radiaciones y campos electromagnéticos?
- ¿Qué proyectos y medidas de precaución se adoptan a nivel internacional y local?

Este menú de preguntas, que convenientemente se pueden introducir durante el desarrollo del problema, posibilitan la enseñanza de contenidos vinculados a las ondas electromagnéticas, al estudio del espectro electromagnético, las radiaciones ionizantes y no ionizantes, efectos sobre la salud, etc.; con el grado de profundidad y alcance que responda a los objetivos de la propuesta de enseñanza e intenciones didácticas del docente.

⁵ Los KPSI son inventarios para relevar conocimientos iniciales de las y los estudiantes sobre un contenido a estudiar. Son instrumentos meta cognitivos que promueven la autorregulación a partir de la reflexión y toma de conciencia que la o el estudiante hace sobre su propio conocimiento, corrigiendo errores y dando cuenta de su proceder durante las clases o sesiones de trabajo.

Este tipo de actividades involucran la organización de grupos de discusión en diversas modalidades, como por ejemplo un debate grupal, un juego de roles, toma de posturas, en las que una red de actores sociales aparece en la polémica o dilema.

Además, en este ejemplo en particular, pueden aparecer actores representantes del sector político, empresarial, económico, científico, ambiental. Entonces, estudiar el problema requiere de una cuidadosa planificación por parte del docente, puesto que su tratamiento de favorecerá el desarrollo de procesos argumentativos que se sostengan en la construcción de conocimientos.

Radiaciones en salud

Todos sabemos la importancia de diagnosticar con rapidez una enfermedad para que se pueda decidir el tratamiento adecuado y comenzar el proceso de recuperación. Con este propósito, se utilizan actualmente diversos métodos que emplean modernos equipos con tecnología de alta complejidad capaces de diagnosticar enfermedades y que, en la mayoría de los casos, no ocasionan dolor ni molestias al paciente por tratarse de técnicas no invasivas. Pero, muchas veces esa posibilidad está ligada a la aplicación de algunos diagnósticos por imagen que utilizan radiaciones ionizantes, como es el caso de la radiografía de rayos X, la tomografía computarizada y la densitometría ósea.

Surgen en este campo cuestionamientos que también pueden resultar controversiales vinculados con las mejores decisiones a tomar frente a las indicaciones médicas de estas prácticas. Entonces, pueden proponerse preguntas para generar discusiones que promuevan la argumentación científica escolar, como las siguientes:

- ¿Es peligroso exponerse a un diagnóstico que se realiza con la utilización de rayos X?
- En las prescripciones que indican los médicos sobre la aplicación de rayos X, ¿se contemplan estos factores?
- ¿Cuántas radiografías y/o tomografías se pueden realizar anualmente?, ¿con qué frecuencia?, ¿cuáles son las dosis límites?
- ¿Se “acumula” en los tejidos humanos la radiación recibida por este tipo de prácticas a lo largo de la vida?
- ¿Qué medidas de protección radiológica se tienen que adoptar?, ¿quién controla la seguridad radiológica?
- ¿Cómo se trata la bioseguridad de los trabajadores del campo de la salud que realizan estas prácticas?

Consideremos, por ejemplo, la enseñanza del sistema de locomoción, haciendo hincapié en el estudio de las estructuras óseas, aun cuando también lo conforman partes blandas como músculos y componentes articulares. Asociados a los huesos se pueden analizar algunas afecciones propias de dichas estructuras con el propósito de detección precoz, tratamiento o prevención. Entre las más comunes mencionamos las fracturas y la disminución de la concentración de calcio. Nuestros estudiantes pueden tener la experiencia cercana de haberse realizado una radiografía ante algún accidente doméstico o deportivo para descartar o confirmar una posible fractura; pueden tener conocidos que se hayan practicado una tomografía frente a un traumatismo; incluso pueden haber escuchado a sus madres o abuelas decir que

están en edad de chequear el estado de sus huesos con una densitometría para evitar fracturas.

Presentamos una breve información sobre las características de estas técnicas de diagnóstico antes de proponer un análisis didáctico.

La radiografía corresponde al diagnóstico por imagen más antiguo. Desde el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Röntgen a finales del siglo pasado (1885) y por más de 40 años fue el único método disponible para identificar estructuras y órganos en el interior de una persona. Se trata de una técnica ampliamente difundida y solicitada como complemento de la historia clínica de la mayoría de los pacientes, puesto que sus indicaciones son múltiples. Sin embargo, el propósito principal responde a la necesidad de reconocer el estado de “estructuras duras” del organismo. Es por ello que se solicita fundamentalmente para la observación de huesos, por ejemplo, ante un traumatismo.

Los riesgos de este estudio, están directamente relacionados con los efectos de la radiación sobre los tejidos vivos. Por la capacidad de penetrar la materia está prohibida la toma de radiografías a mujeres en gestación, ya que durante su desarrollo el embrión tiene un alto índice de división celular y la interferencia de la radiación X durante la duplicación del ADN podría provocar alteraciones de efectos leves o graves (figura 6).

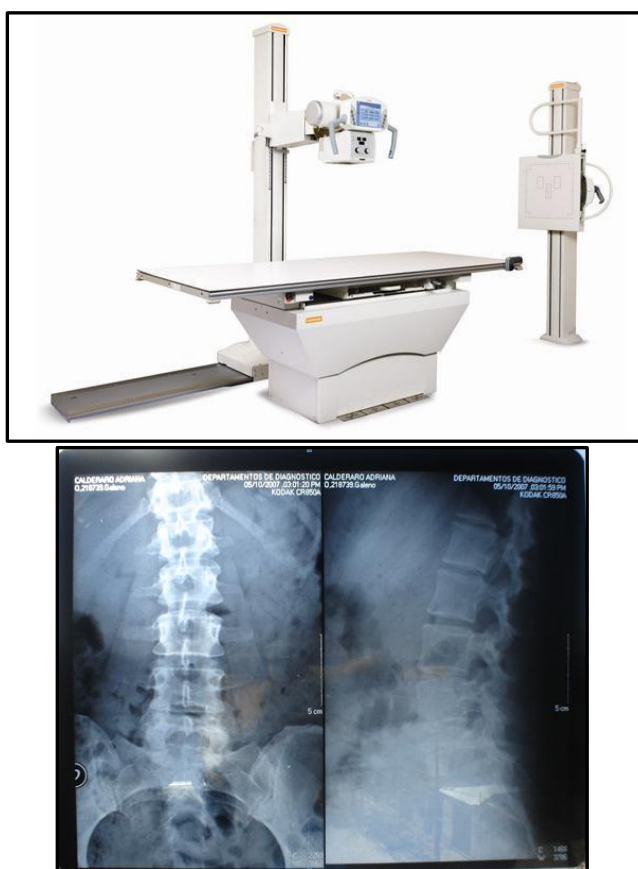


Figura 6. A la izquierda, equipo radiológico. Fuente: <https://www.akoluz.com/radiologia-digital-2/equipos-de-rx>). A la derecha, imagen radiográfica. Fuente propia.

La tomografía computarizada se utiliza para obtener información de tejidos y órganos encefálicos, abdominales y torácicos, pero también para diagnosticar enfermedades

de los huesos. La fuente utilizada emite rayos X, por lo que no puede ser empleada en los mismos pacientes que son población de riesgo para aplicarse radiografías. Las imágenes obtenidas de una tomografía corresponden a gráficas de cortes, generalmente axiales, de una región corporal en estudio. Se toman series a 1 ó 2 mm de distancia entre corte y corte. El procesamiento realizado mediante la computadora aporta mayor calidad de los datos para realizar el diagnóstico respecto de las radiografías (figura 7).



Figura 7. A la izquierda, tomógrafo (fuente: <https://www.nobbot.com/personas/que-es-un-tac/>). A la derecha, imagen obtenida por TC (fuente propia).

La densitometría ósea es una técnica de exploración de los huesos de la cadera, columna y brazos que utiliza bajas dosis de rayos X. Aporta datos sobre la densidad de calcio por unidad de superficie ósea y además información sobre la posible presencia de descalcificación (osteopenia u osteoporosis) y por consiguiente el riesgo de fracturas. Como se emplean rayos X, aunque de baja potencia, no se realiza esta práctica a mujeres embarazadas.

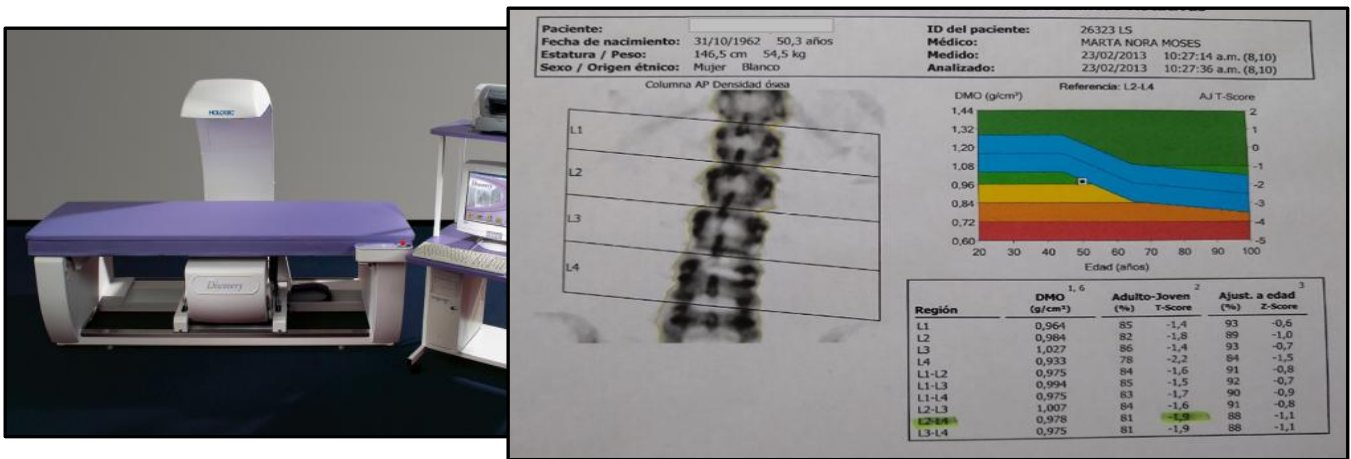


Figura 8. Ala izquierda, densitómetro (fuente: <https://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/densitometria-osea-11500>). A la derecha, informes resultantes de densitometría ósea de columna (fuente propia)

Las prácticas mencionadas comparten el mismo tipo de radiación que se aplican sobre los tejidos vivos. Como se dijo, los riesgos generados por la radiación ionizante tienen que ver tanto con la cantidad de energía que transportan como con el período de exposición.

Según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (2007), la noción de dosis efectiva, entendida como la cantidad de radiación ionizante absorbida por el cuerpo, permite a la medicina evaluar los potenciales riesgos de una práctica comparándola con fuentes de exposición comunes y diarias tal como la radiación natural mencionada anteriormente.

Rela y Caballero (2013) dicen al respecto *“para las radiaciones ionizantes...el límite permitido es de 2 milisievert semanales o 100 veces la dosis de fondo o radiactividad natural del ambiente que todos recibimos en ese lapso. Una radiografía de 5 milisievert equivale a la radiación natural de 3 días”*, pág.48.

Desde el punto de vista de un posible análisis de estos contenidos, sería interesante proponer una pequeña investigación escolar, en la que grupos de estudiantes indaguen diversos aspectos vinculados con alguno de los diagnósticos mencionados. Entre los tópicos de indagación, podrían encontrarse: los usos clínicos más frecuentes, la población de riesgo para dicho estudio, la dosis efectiva de radiación proporcionada, las características del instrumental empleado, la historia de su origen, el tipo de imagen que proporciona, entre otros aspectos.

Durante el período de indagación, las y los estudiantes además de informarse mediante diversas fuentes y sitios de la web, podrían generar algún instrumento de entrevista para consultar a operadores técnicos o médicos responsables de centros de diagnósticos por imagen de su localidad. Podrían, además, fotografiar los equipos, indagar sobre la cantidad comparativa de aplicación de los tres diagnósticos mencionados en un período establecido. También podrían conversar sobre la bioseguridad con el personal dedicado a la tarea, o los centros académicos donde se formaron en su campo profesional, entre muchas otras actividades que pueden surgir espontáneamente a partir de los intereses de las y los alumnos.

Como cierre de la investigación se puede proponer una especie de ateneo en el aula, en el que los grupos comuniquen los resultados de su trabajo de indagación, a modo de “expertos” sobre el diagnóstico analizado. Puede ser interesante el aporte y circulación de radiografías, tomografías y densitometrías provenientes de la historia clínica familiar, que permitan ilustrar e identificar elementos de la explicación. Es conveniente resaltar que la intención del uso de los estudios médicos que las y los estudiantes puedan aportar no es para hacer lectura clínica, sino más bien hacer una exploración cualitativa de las características de los mismos y de la información que proporcionan. Como resultado del intercambio entre los grupos de “especialistas” en el diagnóstico investigado, puede realizarse un esquema comparativo sobre los tópicos socializados para revisar y reformular las preguntas iniciales.

Si el grupo de estudiantes fuera del ciclo superior, transitando los últimos años de la escolaridad y se mostrara interesado en el tema, sería oportuna la incorporación de propuestas de exploración de guías de carreras de nivel superior o universitario a modo de orientación con fines propedéuticos. Esta orientación podría vincularse con la oferta académica de formación como técnicos y/o licenciados en diagnósticos por imagen y también sobre las posibilidades laborales que proporcionan estas carreras.

Las imágenes que se presentan a continuación corresponden a instancias de socialización realizadas con alumnas y alumnos de escuelas de nivel secundario de la provincia de Buenos Aires en las que se trabajaron los temas desarrollados. Las mismas contaron en su oportunidad con el debido consentimiento por parte de las familias (figuras 9).



Figura 9: Producciones de alumnos sobre el tema de radiaciones en salud. Fuente propia

A modo de cierre

A nuestro entender, la inclusión de las complejas relaciones ciencia, tecnología y sociedad en las clases de ciencias naturales, no solo permiten la construcción de conocimientos significativos en términos de Ausubel, D. et al (1993), sino que se convierten en escenarios indispensables para una educación científica y tecnológica de este siglo. Además, la contextualización CTS se constituye en un desafío permanente en pos de la alfabetización científica de las y los estudiantes. También

forma parte de los objetivos atender a su formación ciudadana como actores sociales críticos y participativos en situaciones socio-controvertidas que las y los involucren desde el campo de la ciencia y la tecnología.

Consideramos que el tratamiento de los contenidos en el marco de la propuesta que presentamos promueve el protagonismo de los aprendizajes, vinculados concretamente con hechos y problemas de la realidad. La inclusión de las relaciones CTS favorecen las vinculaciones entre las y los estudiantes y la ciencia, la democratización de los conocimientos científicos y la construcción de nuevas miradas sobre este campo cultural, desde un carácter humano, social, histórico, controvertido y en permanente cambio.

Podemos decir que, según investigaciones en didáctica de las ciencias naturales, paradójicamente, en las aulas de ciencias resulta escaso este tipo de tratamientos. Así como también otras innovaciones y adecuaciones de propuestas de enseñanza que intenten superar los modelos de rasgos lineales o tradicionales que limitan la ciencia a los alcances de aula, a la comunicación unidireccional y al tratamiento de contenidos aislados y alejados de los intereses sociales.

Esperamos alentar el desarrollo de prácticas profesionales reflexivas basadas en las propias experiencias del colectivo docente, hacia el tránsito de nuevas perspectivas y líneas de trabajo como las que se presentan en este artículo.

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 23-33, pág. 3.

Ausubel, D., Novak J. and Hanesian H. (1993). "Significado y aprendizaje significativo". En: *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, 2ª. ed. México: Trillas, 1993, pp. 47-55.

Cancio, D y Rudelli, M. (2007). *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*. ICPR Publicación 113. Sociedad española de protección radiológica y Asociación de profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y de la actividad Nuclear. Madrid, Editorial Senda. Disponible en https://www.icrp.org/docs/P103_Spanish.pdf

Díaz Moreno, N y Jiménez Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), pág.55.

Dirección General de Cultura y Educación. (2006). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria. Ciencias Naturales*. Provincia de Buenos Aires, pág.25.

Gordillo, M. (2005). Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. *Revista CTS*, nº 6, vol. 2, diciembre de 2005, pág. 123-135.

Izquierdo-Aymerich, M., y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Lemke, J.L. (1997). Aprender a hablar ciencia. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

López Cerezo J. A. (2017). Ciencia, tecnología y sociedad. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) – Paraguay, pág.29.

Pedrol, H, Calderaro, A, Iuliani, L, et al. El ambiente de clase y su influencia en la construcción de procesos argumentativos. Jornadas IEPE. FCEFYN-UNC. Córdoba, 2020.

Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires, Ed. Paidós.

Rela, A y Caballero, C. (2013). *Las polémicas científicas en la formación docente*. Cap. 3. Campos electromagnéticos y salud humana. Buenos Aires, Editorial Lugar, pág.48.

Análisis de las posiciones relativas entre recta y circunferencia: un estudio geométrico-algebraico

Jasmín Jerez Perotti

Egresada del Diploma en Enseñanza de la Matemática - Nivel Secundario- Cohorte 2020

Resumen

En el Diseño Curricular de Matemática de 5° año de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2015), se propone un eje temático dedicado al tratamiento de contenidos de geometría analítica. El abordaje de los temas puede ser interpretado desde conceptos de geometría sintética que están en estrecha conexión con los objetos algebraicos que disponen los/as estudiantes en ese nivel. En el siguiente trabajo se proponen dos problemas sobre posiciones relativas entre rectas y circunferencias. Se busca explorar el tema desde la perspectiva de la geometría analítica y la geometría sintética, como dos miradas complementarias que se retroalimentan para la búsqueda de estrategias de resolución de los problemas en cuestión. Se analizará la potencialidad de la incorporación de programas de geometría dinámica como recurso de enseñanza/aprendizaje del tema.

Palabras clave: Posiciones relativas. Recta-circunferencia. Técnicas analíticas. Técnicas geométricas. GeoGebra.

Introducción

Es posible pensar que la enseñanza de la Matemática a nivel secundario se ve sujeta a procesos de algebrización que prescinden de conceptos geométricos básicos. En el aula, se avanza en la profundización de contenidos algebraicos, en resoluciones que involucran crecientes destrezas algorítmicas y en un análisis de los objetos matemáticos desde el punto de vista funcional. Los conceptos de geometría sintética quedan relegados a un segundo plano y, en el abordaje de ciertos contenidos, se prescinde totalmente de ellos (Ferragina, R., Lupinacci, L. 2013). Tal es así que, problemas que tienen una fuerte raíz geométrica, se vean resueltos eficazmente con técnicas analíticas sin conexión con los objetos geométricos involucrados (Ferragina, 2020). En este escrito se desarrollará un problema a modo de ejemplo de esa situación y se propondrán modificaciones/ intervenciones que permitan recuperar los conceptos de geometría básica que están presentes en él. Para llevar a cabo la propuesta, se plantea avanzar con dos problemas que se extiendan hacia un *campo de problemas* (Gascón, J. 2002) sobre el estudio de posiciones relativas entre recta-circunferencia.

Uno de los objetivos del presente trabajo es brindar un aporte al estudio del campo de problemas seleccionado, mediante el establecimiento de relaciones entre las técnicas de la geometría analítica, las técnicas de la geometría sintética que las diseñan y las interpretaciones que permite el entorno dinámico del programa GeoGebra. En función de ese objetivo, se anticiparán las resoluciones que se espera de los/as estudiantes y se indicarán posibles intervenciones del docente que apunten a establecer conexiones entre objetos algebraicos y objetos geométricos presentes en los problemas.

Complementariamente, se propone un abordaje de los contenidos desde distintas perspectivas y entornos. Finalmente, la secuencia didáctica busca propiciar que los/as alumnos/as logren establecer vínculos entre ambas geometrías, valorando los aportes de cada una de ellas en el desarrollo de la actividad matemática y su fuerte retroalimentación en el momento de estudiar un campo de problemas de contenidos geométricos.

Propuesta y análisis

En el marco de la implementación de la Nueva Escuela Secundaria, (Ministerio de Educación. Dirección general de planeamiento e innovación educativa. Gerencia operativa de currículum, 2015) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires⁶, se dispone para estudiantes de 5° año de Secundaria una selección de contenidos de geometría analítica. Para acercarse al tratamiento de los contenidos incluidos en el Diseño Curricular, se proponen los siguientes problemas:

1. *Encontrar, si existen, el o los puntos en común entre la circunferencia de ecuación $C: x^2 + y^2 - 4x + 2y - 20 = 0$ y la recta de ecuación: $3x + 4y - 27 = 0$*
2. *Dada la circunferencia $x^2 + y^2 - 4x + 2y - 20 = 0$ determinar que valores de "a" verifican que la recta $ax + 4y - 27 = 0$ sea:*
 1. *Tangente a la circunferencia*
 2. *Secante a la circunferencia*
 3. *Exterior a la circunferencia*

Estos problemas involucran contenidos del eje "Geometría Analítica y Medida" presente en el Diseño Curricular de Matemática de 5° año. Los contenidos son: intersección entre circunferencia y una recta, solución gráfica, solución analítica y análisis de la cantidad de soluciones. El Diseño propone trabajar cuestiones de geometría sintética resolubles con elementos algebraicos para evidenciar la potencia que le dio la geometría analítica a la Matemática. También se considera oportuno incorporar problemas que permitan recuperar conocimientos ya adquiridos. (Ministerio de Educación. Dirección general de planeamiento e innovación educativa. Gerencia operativa de currículum, 2015, p. 417). Asumiremos que por conocimientos ya adquiridos se refiere a los relacionados, tanto con cuestiones algebraicas, como con conocimientos de geometría básica. En relación con esta cuestión, Gascón (2002) reivindica como necesidad imperiosa que se estudien las conexiones entre las técnicas analíticas y las sintéticas en la Enseñanza Secundaria. El autor destaca que no tiene sentido que aparezcan las técnicas analíticas como por arte de magia si éstas no se estudian en continuidad con la problemática de la geometría sintética estudiada en niveles educativos anteriores.

Bosch y Gascón (1994) postulan que toda actividad matemática se puede analizar como actividad de estudio de campos de problemas, que se lleva a cabo por medio de la producción y utilización de técnicas de estudio (técnicas matemáticas). Los autores afirman que los matemáticos no trabajan en problemas aislados, sino que consideran que un problema es un representante de cierto campo, y su trabajo es encontrar los medios para llevar a cabo el estudio del campo y no sólo la resolución del ejercicio. Considerando la

⁶ Propuesta en el año 2015 e implementada gradualmente desde 2016 en escuelas piloto.

actividad en el aula de Matemática desde esta perspectiva, se busca que los problemas sean un disparador del estudio de las posiciones relativas entre recta-circunferencia y las condiciones que las definen.

Resolución del problema N°1

Encontrar, si existen, el o los puntos en común entre la circunferencia de ecuación C: $x^2 + y^2 - 4x + 2y - 20 = 0$ y la recta de ecuación: $3x + 4y - 27 = 0$

Se anticipa que los/as estudiantes, dado el nivel de profundización en resoluciones algebraicas que alcanzan en el último año de secundaria, resolverán el sistema de ecuaciones, involucrado en el problema, prescindiendo de nociones de geometría sintética, apoyándose, en cambio, en los resultados que les brindan las técnicas analíticas.

Es posible que mediante la resolución del sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 4x + 2y - 20 = 0 \\ 3x + 4y - 27 = 0 \end{cases}$$

Los/as estudiantes resuelvan la ecuación de segundo grado:

$$\frac{25}{16}x^2 - \frac{125}{8}x + \frac{625}{16} = 0$$

de la que se obtiene el discriminante $\Delta = 0$ y cuya solución doble es $x = 5$.

En consecuencia, puedan concluir que el punto $P = (5, 3)$ es el único punto de intersección entre la recta y la circunferencia.

Es probable que este tipo de resolución vaya acompañada de la gráfica en papel, que a su vez involucra habilidades algebraicas. Es decir, para graficar la circunferencia, los/as alumnos/as deberán completar cuadrados para conocer el centro y el radio de la circunferencia, conocimientos que se asumen disponibles para afrontar el problema. Al cabo de completar cuadrados, se obtiene la ecuación ordinaria de la circunferencia: $(x - 2)^2 + (y + 1)^2 = 25$. Basta con graficar en un par de ejes cartesianos la recta y la circunferencia, conociendo su radio y su centro, para visualizar lo obtenido en la resolución analítica.

El orden en que se desarrollan una u otra acción puede variar según el tipo de trabajo que estén habituados a realizar los/as estudiantes y, en general, se esperaría que ambas acciones sean parte de la resolución del problema en papel.

Si bien la resolución es efectiva y lo será, muy convincentemente, para los/as estudiantes, se encuentra lejos de la idea de Gascón (2002, 2003) sobre la complementariedad de las geometrías sintéticas y analíticas. Es decir, la traducción de un problema de geometría analítica al ámbito de la euclidiana. El autor considera que algunos problemas mejoran significativamente en esa traducción. Atendiendo a la idea de complementariedad de las geometrías, realizaremos una traducción del problema, no en un sentido estricto, sino promoviendo el análisis de cuestiones geométricas ligadas a él. Es decir, a partir de la resolución algebraica, que se anticipó en párrafos anteriores, se plantearán una serie de interrogantes con el objetivo de interpretar los resultados obtenidos y buscar relaciones con los objetos geométricos asociados al problema.

Por ejemplo, podría preguntarse a la clase: ¿qué implica geoméricamente que la circunferencia y la recta tengan un punto en común?, ¿y si tienen dos?, ¿podrían tener más de dos puntos en común?, ¿por qué?, ¿qué determina que no tengan puntos en común?, ¿qué relaciones se pueden establecer entre una circunferencia y una recta teniendo en cuenta sus posiciones?

Para responder estos interrogantes y abrir el juego hacia la exploración, la visualización y el establecimiento de conjeturas, se propondrá a los/as estudiantes trabajar en el entorno dinámico del programa GeoGebra. Distintos expertos en didáctica de la Matemática consideran que los programas de geometría dinámica son una herramienta potente cuando se lleva al aula. Entre ellos, Santos Trigo (2003) destaca como potencialidades: el establecimiento de relaciones, la simultaneidad de diferentes sistemas de representación de los objetos, la posibilidad de comparar, medir y cambiar figuras de manera directa. Así también, Laborde (1998) subraya como características fundamentales el desplazamiento/ dinamismo sobre los objetos geométricos, los comandos basados en primitivas geométricas y las retroacciones que permite el entorno dinámico, que no permite el trabajo en lápiz y papel.

Resolución del problema N°1 en el entorno dinámico

Se propone que los/as alumnos/as, preferentemente en grupos o parejas, resuelvan el problema N°1 en el programa GeoGebra y busquen respuestas a las preguntas que quedaron pendientes en párrafos anteriores. Se anticipa que los/as estudiantes ingresarán las ecuaciones y comprobarán el punto de intersección (5,3) que se visualiza en la pantalla. Es decir, constatarán que resolvieron correctamente la consigna. Ahora bien, "una meta importante es que los/as estudiantes eventualmente identifiquen el uso de la computadora o calculadora como una herramienta que les permite ampliar sus capacidades cognitivas" (Santos Trigo, 2003, p.210) es por ello por lo que el docente deberá gestionar las actividades que permite el software para acercarse a la meta que expresa el autor. En primer lugar, se propondrá analizar la posición de tangencia entre la recta y la circunferencia que visualizan en la pantalla. Puede ser momento oportuno de introducir (o recuperar) el concepto de recta tangente a una circunferencia, del mismo modo, con las demás posiciones relativas que surjan.

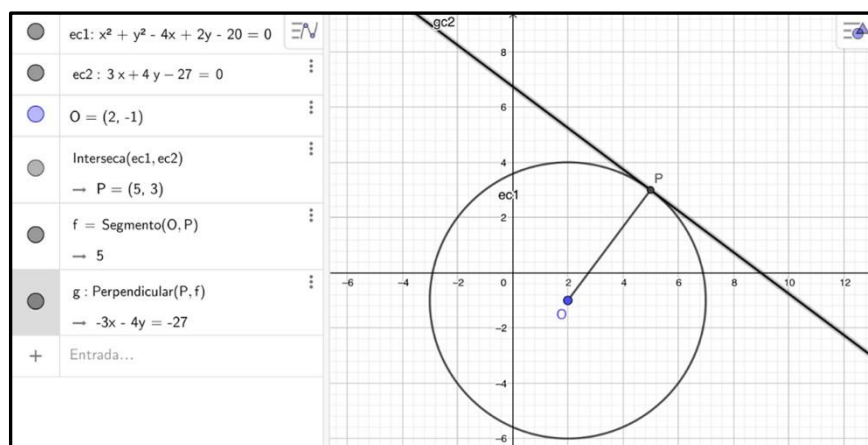


Figura 1: resolución gráfica del problema en GeoGebra. Fuente propia

Se espera que los/as alumnos/as relacionen la recta dada con el radio de la circunferencia, observando su perpendicularidad. Se puede proponer que elijan otro punto de la circunferencia, tracen la tangente con el comando "tangentes" y movilicen el punto sobre toda circunferencia. Es decir, recurrir al desplazamiento que permite observar una regularidad matemática, en este caso la perpendicularidad entre rectas y radio, que se hace sumamente visible cuando la recta es vertical u horizontal. El

docente debe tener en cuenta que la visualización del radio y centro de la circunferencia no es automática cuando se introduce la ecuación de la circunferencia. Por lo tanto, si se espera que los/as estudiantes reconozcan las relaciones antes mencionadas, se deberá destacar la importancia de marcar los elementos principales que definen a la circunferencia, es decir que sean reconocidos e incluidos en la pantalla las coordenadas del centro de la circunferencia y el trazado de su radio.

También para validar lo observado, los/as estudiantes podrían trazar la recta que contiene al radio de la circunferencia y una perpendicular por el punto (5,3) observando que la recta dada y la recta perpendicular construida son coincidentes (figura N°1). En este sentido, Camargo, Samper y Perry (2006) resalta que, si bien las verificaciones que provee el entorno dinámico pueden dejar satisfechos a los/as alumnos/as, es tarea del docente impulsar la construcción de un discurso argumentativo- deductivo para validar las conjeturas, dentro del sistema axiomático en que se construyeron. Por ejemplo, para el caso de la perpendicularidad entre radio y recta dada, cabría preguntar a los/as estudiantes: ¿cómo podemos demostrar analíticamente que la recta es perpendicular al radio? Esta pregunta conduce a la articulación entre conceptos de geometría sintética con sus interpretaciones en la geometría analítica.

Para seguir explorando las posiciones relativas entre recta-circunferencia se prevé que los/as estudiantes trazarán una recta y la movilizarán dejando la circunferencia fija en pantalla. Se esperan las siguientes observaciones:

- una recta puede ser tangente a la circunferencia en un punto (como ya se observó anteriormente),
- una recta puede ser secante a la circunferencia en dos puntos (se introduce/recupera el término "secante"),
- una recta puede ser exterior a la circunferencia al no tener puntos en común (se introduce/recupera el término "exterior"),
- no hay otras posiciones relativas entre circunferencia-recta en el plano,
- no puede haber más de dos puntos de contacto entre recta-circunferencia.

Para profundizar en el tema, el docente puede proponer construcciones en el campo de la geometría euclidiana, sobre rectas y circunferencias, que permitan establecer relaciones entre los objetos geométricos y encontrar estrategias de resolución plausibles de llevarse a cabo en el campo de la geometría analítica. Como se ha mencionado en párrafos anteriores, Gascón afirma que " La eficacia para resolver ciertos tipos de problemas de geometría analítica mejora de forma muy significativa si se utiliza una parte del tiempo en traducir los problemas al ámbito de la geometría sintética y resolverlos, por ejemplo, con regla y compás. " (Gascón, 2003, p.29). En este caso la "regla y compás" serán los comandos de primitivas geométricas del GeoGebra. Por ejemplo, podría proponerse a la clase construcciones de rectas tangentes, secantes o exteriores a una circunferencia, que pasen por un punto exterior a ella. Estas construcciones, permiten recuperar conceptos de la geometría euclidiana, tales como: arco capaz, ángulo inscrito en una circunferencia, ángulo central correspondiente, entre otros. También, el análisis de la cantidad de soluciones posibles, para cada construcción, dará paso a conclusiones que permitan avanzar en la resolución de problemas sobre posiciones entre recta-circunferencia, como

profundizaremos en el problema N°2. Por ejemplo, podría preguntarse: ¿cuántas rectas tangentes a una circunferencia, que pasan por un punto exterior a ella, pueden trazarse?, ¿y secantes?, ¿y exteriores?

Al buscar respuestas a estas preguntas, en el marco de la geometría sintética, los/as estudiantes estarán encontrando relaciones entre los objetos geométricos y los objetos algebraicos, que les permitirán diseñar estrategias de resolución aplicables a otras situaciones problemáticas. Por ejemplo, saber que la cantidad de rectas tangentes a una circunferencia, que pasan por un punto dado es dos, o que existen infinitas rectas secantes (y también exteriores) a una circunferencia que pasan por un punto dado, puede vincularse a la clasificación del sistema de ecuaciones circunferencia-recta según su cantidad de soluciones. Y, a la vez, como desarrollaremos en posteriores párrafos, relacionarse con las ecuaciones e inecuaciones del discriminante asociado al sistema de ecuaciones recta-circunferencia.

Resolución del problema N°2

Dada la circunferencia $x^2 + y^2 - 4x + 2y - 20 = 0$ determinar qué valores de "a" verifican que la recta $ax + 4y - 27 = 0$ sea:

1. *Tangente a la circunferencia*
2. *Secante a la circunferencia*
3. *Exterior a la circunferencia*

La resolución de este problema, en el entorno dinámico, se verá enriquecida debido al uso de deslizadores que permiten un sinnúmero de observaciones. También se intentará que emerja una potencialidad de GeoGebra: la vista múltiple, gráfica y algebraica, que permite vincular los objetos con sus expresiones matemáticas y controlar los resultados de ambos registros de manera simultánea. (Ferragina, 2020)

Gascón (2002) afirma que al producir pequeñas variaciones en un problema (el autor se refiere a problemas de geometría sintética) se produce la necesidad epistemológica y didáctica de variar la técnica inicial, porque ésta ya no resuelve el problema y suele ser esa variación la que hace emerger técnicas analíticas de resolución. Se puede observar que en el paso del problema N°1 al problema N°2, se realizaron variaciones que intentan ampliar el estudio de posiciones relativas. Es decir, el problema N°2 invierte el sentido del anterior, puesto que invita a analizar qué relaciones se deben tener en cuenta para determinar rectas tangentes, secantes y exteriores a una circunferencia dada y la cantidad de soluciones posibles.

Se espera como resolución en el entorno dinámico el ingreso de las ecuaciones creando un deslizador "a" que permita visualizar en la pantalla las siguientes conjeturas por parte de los/as estudiantes:

1. Sólo existen dos rectas tangentes a la circunferencia que responden a la ecuación $ax+4y-27=0$

Más allá de la visualización y verificación en pantalla, la conjetura se puede validar recuperando un concepto de geometría sintética: *por un punto exterior a una circunferencia pasan dos rectas tangentes a ella*. Este concepto puede ser un conocimiento disponible por los/as estudiantes si, previamente, se han realizado las construcciones geométricas nombradas en apartados anteriores. De las dos rectas, se

conoce una de las ecuaciones: $3x + 4y - 27 = 0$ porque antes se ha trabajado con problema N°1. Ahora queda encontrar la segunda recta tangente. Se anticipa que los/as alumnos/as inclinarán la búsqueda de la segunda solución con las herramientas que ofrece el programa. En este sentido, Laborde (1998) destaca positivamente que los programas de geometría dinámica permiten verificar propiedades geométricas por medio del desplazamiento de objetos e invalidar construcciones porque su estructura está ligada a una teoría geométrica, a grosso modo, la euclidiana. Dentro del marco de confianza que genera el uso de primitivas del programa, una posibilidad, es que los/as estudiantes utilicen el comando "tangentes" para encontrar esas dos rectas en cuestión. Resulta necesario que, previamente, se reconozca que la familia de rectas cuya ecuación es $ax + 4y - 27 = 0$ tienen el mismo punto de intersección con el eje y: $(0, \frac{27}{4})$. Esto puede constatare por visualización en la pantalla, si se marca dicho punto o bien, hallarse de manera analítica, despejando la ecuación: $a \cdot 0 + 4y - 27 = 0$ (Se fomentará que se verifique de ambas maneras).

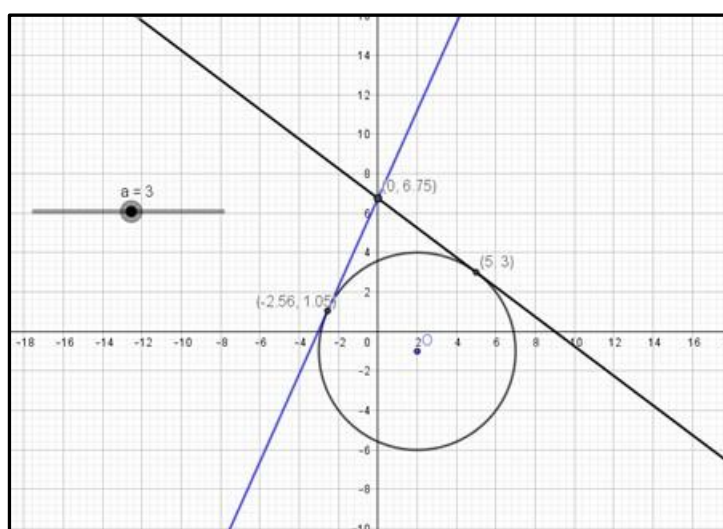


Figura 2: gráfico de las tangentes a la circunferencia. Fuente propia

Realizando desplazamientos de " a " podemos visualizar la coincidencia de la recta con la tangente fija cuando $a = 3$. La vista algebraica nos brindará la ecuación de la segunda tangente: $5,7x - 2,56y - 17,29 = 0$. Puede que los/as estudiantes queden conformes con esa respuesta, dado que las rectas tangentes fueron graficadas con primitivas geométricas. Sin embargo, sabemos que el programa maneja una aproximación de hasta quince decimales. Entonces cabe preguntar a la clase: ¿qué sucede si modificamos la cantidad de decimales a tres? Se observará que aparecen más decimales. Se espera que los alumnos tomen conocimiento de que el programa maneja precisión, pero no exactitud. Entonces, busquen respuestas fuera del entorno dinámico, para ello pueden recurrir al concepto del discriminante asociado: si $\Delta = 0$ la recta tangente a la circunferencia en un punto, para plantear la ecuación $\Delta = 0$ que resulta del sistema⁷:

⁷ Se omiten los pasos de resolución que conducen a la ecuación planteada para evitar la extensión del escrito

$$\frac{336}{64}a^2 + 31a - \frac{516}{4} = 0$$

Las soluciones son $a_1 = 3$ y $a_2 = -\frac{187}{21}$ de las que se obtienen las ecuaciones de las rectas tangentes: $3x + 4y - 27 = 0$ y $-\frac{187}{21}x + 4y - 27 = 0$

2. Existen infinitas rectas secantes a la circunferencia cuya estructura responde a la ecuación $ax+4y-27=0$
3. Existen infinitas rectas exteriores a la circunferencia cuya estructura responde a la ecuación $ax+4y-27=0$

En la pantalla de GeoGebra, por la exploración que permite el uso de deslizadores, se pueden visualizar un sinnúmero de rectas secantes (y un sin número de valores para a) que pasan por el punto $(0, 27/4)$. Lo mismo sucede para rectas exteriores. Se espera que los/as estudiantes den cuenta de que, si bien la solución a los valores de " a " es un conjunto infinito, estos se encuentran entre ciertos parámetros. Y, esos parámetros varían según el caso de rectas secantes o exteriores. En este punto, será pertinente que el docente intervenga recuperando las conclusiones establecidas en el problema N°1. Por ejemplo, puede preguntar a la clase: ¿qué relación hay entre el discriminante Δ (asociado al sistema recta- circunferencia) y el concepto de recta secante a la circunferencia?, ¿cómo resulta el discriminante en ese caso?, ¿y para rectas exteriores?

Para desarrollar estas preguntas se puede realizar una aproximación en GeoGebra sobre los valores de " a " y vincularlos al signo del discriminante. Una posibilidad es proponer a los alumnos/as ingresar la expresión $\frac{336}{64}a^2 + 31a - \frac{516}{4}$, que según el valor que tome " a " al mover el deslizador, calcula el valor numérico del discriminante⁸. Entonces, es posible analizar con múltiples valores de " a " cuál es el signo del discriminante, según la recta sea secante o exterior a la circunferencia. En las figuras N°3 y N°4 se muestran dos ejemplos de ello.

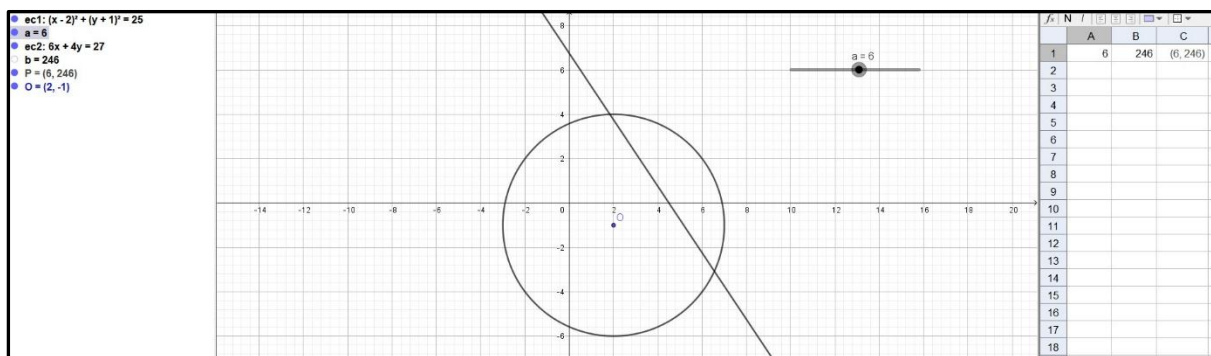


Figura N°3: Recta secante a la circunferencia ($a=6$, $\Delta=246$). Fuente propia.

⁸ De manera predeterminada el programa le asigna la letra " b " a ese valor.

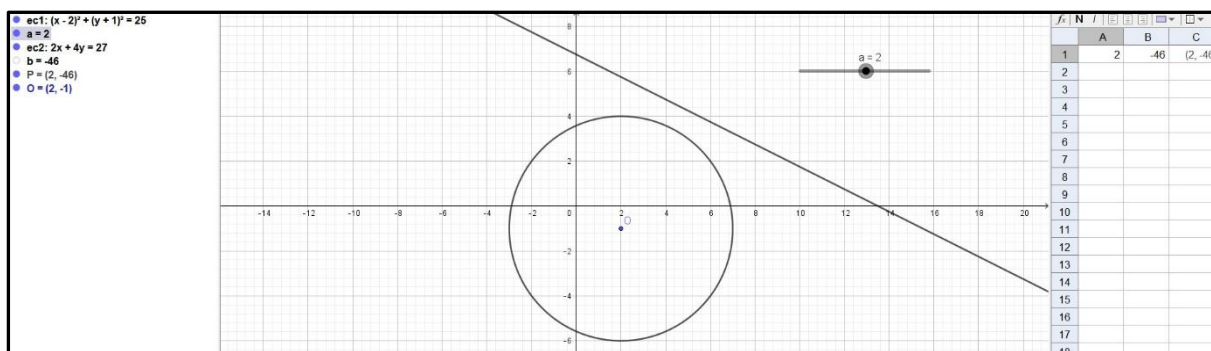


Figura N°4: Recta exterior a la circunferencia ($a=2$, $\Delta=-46$). Fuente propia

La exploración y visualización de múltiples rectas secantes y exteriores, debe remitir a los estudiantes a la idea de que los valores de " a " pertenecen a un intervalo o unión de intervalos. De esta manera, se espera que los/as estudiantes reconozcan y asuman la tarea de hallar analíticamente esos intervalos con la resolución de la inecuación $\Delta > 0$, para rectas secantes y la inecuación $\Delta < 0$, para rectas exteriores.

Para finalizar el análisis de este problema, cabe destacar que en la resolución propuesta prevalecen las técnicas analíticas sobre las sintéticas. Sin embargo, las interpretaciones en el campo de la geometría sintética sustentan y nutren su resolución. También, es necesario reconocer el aporte significativo que brinda el entorno dinámico para visualizar relaciones entre objetos geométricos y algebraicos, como para evidenciar posibles estrategias de resolución que pueden transferirse a otros problemas dentro del mismo campo.

Conclusiones

El estudio de problemas de geometría analítica es una práctica eficaz para articular técnicas de resolución, que involucren destrezas algebraicas, con conceptos básicos de geometría sintética que los/as alumnos/as han trabajado en años anteriores, incluso en el nivel primario. La posibilidad de conectar estos contenidos, de manera natural y necesaria, no es un hecho que surja de forma espontánea en el aula de 5° año. En general, los/as estudiantes, que han alcanzado cierto nivel en el manejo algebraico, tenderán a refugiarse en los resultados que arrojan las ecuaciones sin ver la necesidad de un planteo en el ámbito de la geometría básica. Es por ello, que el docente deberá planificar las actividades de manera que emerjan las construcciones geométricas, las relaciones entre elementos de geometría con sus respectivas ecuaciones cartesianas y el diseño de estrategias analíticas basadas en conceptos de geometría sintética.

Es fundamental, si se desea trabajar problemas de un *campo de estudio*, que los/as estudiantes puedan conectar los problemas entre sí, reconocer las modificaciones en las consignas, establecer diferencias y similitudes entre distintos abordajes de un problema y realizar una retroalimentación entre ellos. Para lograr este objetivo las intervenciones del docente son claves, el docente debe propiciar que se generen nuevos interrogantes, que un problema se derive en otros y que se interpelen las resoluciones construidas con nuevas preguntas. De esta manera, los/as estudiantes pueden desarrollar metodologías eficaces para la resolución de problemas del campo

de estudio, atendiendo a la diversidad de éste y no la resolución de problemas aislados que resultan similares entre sí.

Se considera que los problemas propuestos y su desarrollo didáctico están en relación con los objetivos y alcances de aprendizaje de 5° año, presentes en el Diseño Curricular, (Ministerio de Educación. Dirección general de planeamiento e innovación educativa. Gerencia operativa de currículum, 2015, pp. 415-419) tales como:

- Apelar al recurso algebraico para resolver problemas que involucran puntos en el plano y diferentes figuras geométricas
- Cambio de una forma de representación matemática a otra
- Identificación de recursos de representación para formular con precisión la pregunta que se quiere responder y seleccionar la más conveniente

Por último, se destaca muy positivamente la inclusión de programas de geometría dinámica en el desarrollo de las actividades. En este caso, el programa GeoGebra, resulta un recurso potente para resolver problemas que vinculan ambas geometrías. Es necesario que el trabajo en el entorno dinámico se oriente hacia la exploración/visualización de construcciones, el uso de vistas múltiples que permitan relacionar objetos matemáticos con sus distintos registros e interpretaciones y que desarrollen interrogantes que necesiten ser resueltos o verificados fuera del entorno dinámico.

Bibliografía

Bifano, F., Lupinacci, L. (2012) Capítulo 3. Misión posible, ¿una construcción imposible? En R. Ferragina (Ed.), *GEOGEBRA entra al aula de MATEMÁTICA*. (pp.35-43). Buenos Aires: Miño y Dávila.

Bosch, M. Y Gascón, J. (1994), La integración del momento de la técnica en el proceso de estudio de campos de problemas de matemáticas. En *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), pp. 314-332.

Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94788>

Camargo, L., Samper, C., Perry, P. (2006). Una visión de la actividad demostrativa en geometría plana para la educación matemática con el uso de programas de geometría dinámica. *Lecturas Matemáticas*. Vol.27, Número extraordinario 3, pp. 371–383.

Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7176377>

Ferragina, R., Lupinacci, L. (2013) Campo de problemas geométrico-algebraicos en la formación del profesor. Un posible estudio en entornos dinámicos. En P. Perry (Ed.), *Memorias del 21º Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Ferragina, R. (2020) Apuntes del Seminario Problemas de Enseñanza de Geometría métrica y analítica. Clase 5. Cómo se transita de una geometría a otra. Universidad Nacional de San Martín.

Ferragina, R. (2020) Apuntes del Seminario Problemas de Enseñanza de Geometría métrica y analítica. Clase 8. Ruptura o continuidad entre ambas geometrías. Universidad Nacional de San Martín.

- 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. Recuperado de: http://dmle.cindoc.csic.es/pdf/DISERTACIONESMATEMATICAS_28.pdf
- Gascón, J. (2002), Geometría sintética en la ESO y analítica en el Bachillerato. ¿Dos mundos completamente separados? En *Revista Suma*, N°39 pp.15-25. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=234115>
- Gascón, J. (2003), Efectos del «autismo temático» sobre el estudio de la geometría en secundaria. En *Revista Suma*, 44, p 25-34. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=759879>
- Laborde, C. (1998) Cabri-Geómetra o una nueva relación con la geometría. En: Luis Puig (editor) *Investigar y enseñar. Variedades de la educación matemática*. Bogotá, Universidad de Los Andes.
- Santos Trigo, L.M., (2003) Procesos de Transformación de Artefactos Tecnológicos en Herramientas de Resolución de Problemas Matemáticos. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, Vol. X, No. 2, pp. 195-211. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1020044>
- Santaló L. (1960), Geometría Analítica y Geometría Sintética. En *Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 15, p 9-31. Buenos Aires.
- Santaló L. (1965), Álgebra y Geometría: sus vinculaciones. En *Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 20, p 47-63. Buenos Aires.
- Ministerio de Educación. Dirección general de planeamiento e innovación educativa. Gerencia operativa de currículum. (2015) *Diseño curricular Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad de Buenos Aires: Ciclo orientado del Bachillerato, Formación General*, CABA: Ministerio de Educación del Gobierno de la CABA. Recuperado de: <https://www.buenosaires.gob.ar/educacion/docentes/disenocurricular-del-ciclo-orientado-de-la-nes>



Taller, imágenes, matemática...

En la virtualidad ¿es posible construir recursos didácticos innovadores y de manera colaborativa?

Claudia Garelik

UNRN (Universidad Nacional de Río Negro)
CEIE (Centro de Estudios e Investigación en Educación, UNRN)

Maria Victoria Pistonesi

UNRN (Universidad Nacional de Río Negro)
IFDC (Instituto de Formación Docente Continua, General Roca)

Emiliana Llorens

UNRN (Universidad Nacional de Río Negro)
IFDC (Instituto de Formación Docente Continua, General Roca)

Jenny Fuentealba

UNRN (Universidad Nacional de Río Negro)
CEIE (Centro de Estudios e Investigación en Educación, UNRN)
IFDC (Instituto de Formación Docente Continua, General Roca)

Resumen

Este trabajo relata una experiencia didáctica y su análisis. En el marco del Proyecto Logros EMA-03 (Res. 314/19 SPU), para mejorar la enseñanza de la matemática en el nivel superior, se desarrolló el taller “Imágenes, GeoGebra y la clase de matemática” a cargo de profesoras de matemática de la Sede Alto Valle y Valle Medio de la UNRN e integrantes del CEIE (Centro de Estudios e Investigación en Educación de la UNRN), destinado a docentes que dictan matemática en el nivel superior y estudiantes del profesorado en matemática (UNRN, UNCo, UNPA, IFDC). La idea del taller fue analizar en forma conjunta el “hacer en el aula” a propósito de un contenido particular para producir materiales innovadores destinados a las clases, utilizando distintos recursos. La propuesta presencial se planteó en forma virtual por la pandemia del COVID-19 mediante la plataforma Moodle de la UNRN.

Palabras clave: Enseñanza de la matemática. Experiencias didácticas. Aprendizaje significativo. Formación docente.

Acerca del taller... ¿qué hicimos?

El objetivo del taller fue la creación de espacios de estudio con los docentes participantes y se inició con la presentación de los mismos en un foro en forma asincrónica.

El taller tuvo dos encuentros sincrónicos, cada uno de dos jornadas de tres horas de duración y espaciados veinte días entre ellos, siendo la duración total del mismo un mes. En estos encuentros, se realizaron tareas de exposición, análisis, producción

grupal y, entre dichos encuentros sincrónicos los participantes desarrollaron el trabajo final (evaluativo) de forma conjunta para ser presentado en el siguiente encuentro.

El eje central del taller fue vincular imágenes a conceptos matemáticos y su uso como recurso didáctico en la clase de matemática. Una herramienta que se propuso para trabajar y analizar las imágenes fue el software GeoGebra⁹.

La acreditación del taller estaba supeditada a la presentación escrita y oral de una secuencia didáctica enmarcada en alguna/s carrera/s afín a cada grupo de trabajo, que involucre al menos una imagen fotográfica (elegida por ellos mismos) como elemento crucial en el desarrollo del contenido elegido.

Sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática... ¿de qué ideas partimos?

En los cursados de las asignaturas que dictamos en las carreras de Arquitectura y de Diseño de Interiores y Mobiliario de la UNRN, nos preocupa y ocupa que los conocimientos matemáticos estén vinculados de alguna manera con la futura profesión de las y los estudiantes, para que el aprendizaje resulte significativo (Ausubel, 1980). Así, las nociones matemáticas cobran sentido al momento de aplicarlas a problemáticas que pueden surgir en el ejercicio de su profesión.

Desde una perspectiva constructivista, Ausubel (1980) plantea que un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo “[...] no arbitrario y sustancial” (Ausubel, 1980, p. 59) con lo que ya se sabe, es decir los nuevos conceptos o ideas tienen un anclaje en la estructura existente del estudiante, como por ejemplo una imagen, un símbolo o un concepto.

Por lo tanto, ese aprendizaje depende del conjunto de conceptos, ideas que posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización, que se relaciona con la nueva información. La característica más importante del aprendizaje significativo es producir una interacción entre los conocimientos previos más relevantes y las nuevas informaciones (no es una simple asociación). De este modo, éstas adquieren un significado y son integradas a esa estructura cognitiva previa, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los conceptos relevantes preexistentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva.

Esto presupone que el material presentado al estudiante sea potencialmente significativo, es decir, que el material de aprendizaje pueda relacionarse con conceptos previos, que resulte de interés y, en este caso, relacionarlo a intereses propios de la carrera.

Creemos que ese aprendizaje no puede darse en soledad, sino que el intercambio con un grupo de pares enriquece las miradas y pone en valor las ideas, conjeturas, planteos que pueden realizarse frente a una situación problemática. Por este motivo, planteamos el formato taller para, de alguna manera, y siguiendo las ideas de Vygotsky (1979), plantear el aprendizaje como un proceso social donde hay interacción entre docentes y estudiantes. Parafraseando a Maldonado Pérez (2007), el trabajo colaborativo en educación es un modelo de aprendizaje interactivo que invita a

⁹ Software de geometría dinámica que combina geometría, álgebra, análisis y estadística, de descarga gratuita y de uso en múltiples plataformas, como Moodle, por ejemplo.

estudiantes a construir juntos, conjugando esfuerzo, talento y competencias para poder lograr la meta que se han planteado como grupo.

El aula taller como propuesta de trabajo favorece la acción en conjunto, se comparten experiencias impulsando el análisis sobre la propia práctica. El propósito es generar una propuesta o un *producto para la acción*, (Davini, 2015, p. 145) con la elaboración de propuestas didácticas donde el trabajo colaborativo posibilite conocer distintas miradas sobre lo que se construye al interior de los grupos.

Por otro lado, la presencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de nuestra sociedad, nos exige como docentes una profunda reflexión sobre: su impacto en el aprendizaje, su uso significativo, sus potencialidades, sus límites, los modos de su incorporación en la enseñanza. Además de, cómo crear con ellas un entorno formativo que contribuya a mejorar el aprendizaje, entre otras cuestiones. Tomando ideas de Litwin (2005), el propósito es usar la tecnología para posibilitar que las y los docentes generen recursos para la enseñanza y, bajo ese marco, provoque el aprendizaje significativo en sus estudiantes. De esta manera, las tecnologías modifican nuestras prácticas de enseñanza y posibilitan buscar nuevos modos de analizar nuestro trabajo.

Así, el producto final del taller será una producción colectiva, con el aporte de cada grupo, dentro del cual cada integrante tiene responsabilidad individual que converge en responsabilidad grupal.

En la virtualidad y con este marco, las responsables del taller nos propusimos compartir el trabajo que realizamos en nuestras cátedras al desarrollar contenidos matemáticos a partir de la imagen y, además, plantearle a docentes y estudiantes participantes de este taller, la posibilidad de pensar en forma colaborativa: cómo trabajar algún contenido a partir de una imagen.

El taller y las imágenes: confrontando la enseñanza de la matemática del nivel superior

A partir de un Foro de Presentación, realizamos una división en grupos de trabajo considerando las carreras afines e incorporando en cada grupo a estudiantes del profesorado de matemática.

Primer encuentro sincrónico:

● Jornada 1

Se armaron salas de Google Meet para cada uno de los grupos y se plantearon las siguientes preguntas en un padlet¹⁰:

“Cada grupo aportará en este muro: ¿qué ven en cada imagen?, ¿qué concepto/s matemático/s analizarían en un espacio universitario o terciario?, ¿qué beneficio o dificultad tendría utilizar esa imagen como recurso en una clase de matemática?”

Para esta actividad, se propuso trabajar con ocho imágenes: cuatro pinturas abstractas¹¹, y cuatro imágenes de diferentes edificios¹². Una vez socializada la

¹⁰ Padlet es una plataforma digital que permite crear murales colaborativos y posibilita la creación de espacios con herramientas multimediales como videos, audios, fotos documentos, entre otros. Estas notas se agregan como notas adhesivas, como si fuesen “post-its”. Al utilizar esta herramienta, se puede estructurar el contenido de diferentes formas.

intervención en cada padlet por un integrante de cada grupo al resto de los grupos, se realizó la presentación de nuestras actividades desarrolladas con estudiantes de Arquitectura y Diseño de Interiores y Mobiliario, durante 2019 y 2020. En ella, se hizo referencia a conceptos teóricos como aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), trabajo colaborativo (Perez Maldonado, 2007), tecnología para la enseñanza (Arcavi y Hadas, 2000), material bibliográfico presente en el aula virtual para fundamentar las propuestas finales de las y los participantes del taller.

● **Jornada 2**

Se comenzó retomando las ideas que habían quedado del día anterior y volvimos al trabajo en grupos en distintas salas de Google Meet. Allí les solicitamos que armen grupos de cuatro participantes, con por lo menos un estudiante del profesorado. Cada subgrupo planteó un esbozo de una propuesta de enseñanza de algún contenido a partir de una imagen seleccionada por ellos. Para finalizar, se mostraron dichas propuestas al resto de los grupos.

Con esto se dio cierre a la jornada y quedó pendiente para trabajar asincrónicamente, el desarrollo de la propuesta presentada enmarcada en el material bibliográfico ofrecido y subirla a una Tarea en el aula virtual, para compartirla en el próximo encuentro sincrónico.

Segundo encuentro sincrónico

Durante ambas jornadas los grupos presentaron sus producciones finales. Al término de cada una de ellas, tanto integrantes como responsables del taller, realizaron aportes y sugerencias. Los trabajos quedaron en el aula virtual para que el acceso sea libre y pueda ser utilizado por cada participante del taller.

Análisis de algunas propuestas innovadoras que se elaboraron

Durante el transcurso del taller hubo dos momentos bien marcados. El primero, fue al presentar las imágenes en el padlet y preguntar qué conceptos matemáticos podrían desarrollar a partir de ellas y, qué beneficios o dificultades veían en su empleo. Las primeras reacciones fueron de duda, pensaban que esas imágenes no se podrían utilizar como recurso didáctico en el dictado de la disciplina en las carreras en las que participan. Algunas de sus respuestas fueron: *“diferenciar entre concepto matemático y su formalidad, respecto de la aplicación de estos ejemplos”* *“Distracción”*, *“cómo pasar de disparador a contenido a través de la imagen”*, *“en ingeniería esto no se puede hacer, son muchos contenidos”*, *“los profes titulares no aceptarían un trabajo así” (los auxiliares)*, *“es para trabajar en secundaria”*.

¹¹ Estas imágenes fueron utilizadas en la carrera de Diseño de Interiores y Mobiliarios http://cjinteriorismo.com.ar/pon_com_pos/comunicaciones/FUENTEALBA_comunicacion.pdf
<http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6439>

¹² Estas imágenes fueron utilizadas en la carrera de Arquitectura en la asignatura Matemática Aplicada

Sin embargo, al continuar con la discusión pudieron comenzar a vincular las imágenes con posibles contenidos que desarrollaban en sus materias, especialmente aquellas que dictaban en el primer año. En este sentido, fue más fácil comenzar con los edificios que pudieron conectar con ciertas temáticas desarrolladas desde el cálculo (estudio de gráficas de funciones reales de variable real, aplicaciones de la integral, etc). En el caso de las pinturas, la totalidad de los grupos plantearon que desarrollarían conceptos básicos de la geometría plana (propiedades de elementos geométricos como recta, plano, polígonos, curvas, superficie de figuras elementales, etc).

Además, en algunos casos marcaron como importante la ventaja que supondría el trabajo con algunas de estas imágenes para desarrollar un “trabajo interdisciplinario” dentro de la carrera. En la Figura 1 se muestra el padlet trabajado por uno de los grupos:

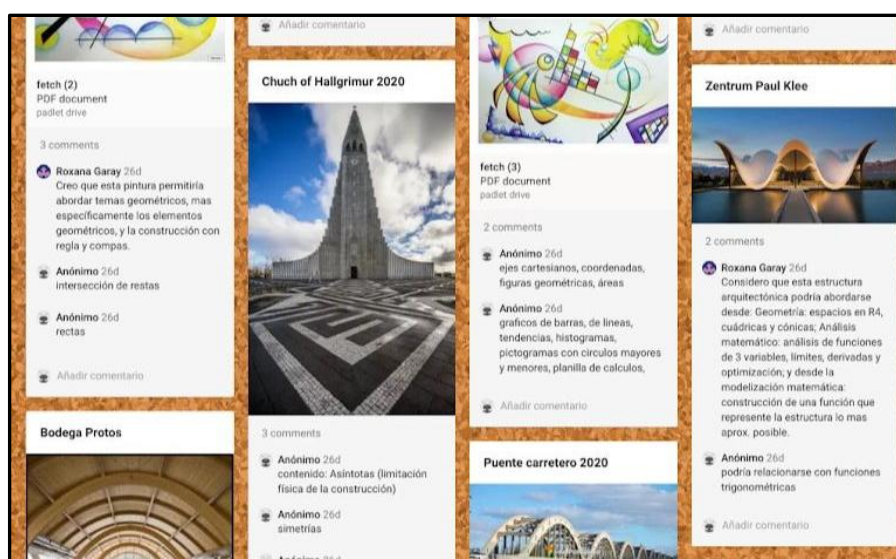


Figura 1. Recorte realizado del padlet de uno de los grupos.
Fuente: <https://padlet.com/mpmartinez1/37uxq3tl3nmmszoo>

En el segundo momento, cuando tuvieron que elegir la imagen para desarrollar una propuesta didáctica acorde con la carrera, la tensión inicial disminuyó. Aparecieron aportes interesantes de estudiantes del profesorado de matemática a las y los profesores más experimentados, pero más tradicionales en sus prácticas. Una visión diferente para desarrollar un concepto en contraposición con la clase tradicional, es decir aportaron nuevas perspectivas pedagógico-didácticas a docentes experimentados¹³.

Las propuestas debían partir de una imagen como disparador de un tema o para aplicar algún concepto ya visto en el marco de un problema propio de la carrera donde se imparte la asignatura. Por ejemplo, en la propuesta didáctica que se muestra en la Figura 2, el Grupo 1 plantea la secuencia partiendo de una fotografía que motiva rescatar ideas previas de teoría de conjuntos, presenta un problema abierto que

¹³ Cuando hablamos de la figura de profesores experimentados entendemos, como dice Marín Díaz (2005), “aquel profesional de la docencia universitaria que posee una larga trayectoria docente”.

favorece que las respuestas sean tan variadas como grupos de trabajo existan en esa asignatura.

1. Observar la foto y encontrar por lo menos siete grupos de personas con algunas características en común. Escribir la descripción de estos grupos, y asignarles nombres con letras mayúsculas: A, B, C, entre otros.
2. Responder las siguientes preguntas:
 - a) ¿Hay personas que pertenecen a más de un grupo?
 - b) ¿Hay grupos dentro de otros grupos?
 - c) ¿Hay personas que están en grupos distintos, sin características en común entre ellas?
 - d) ¿Hay alguna persona que no esté en ningún grupo?
 - e) ¿Hay grupos que tienen un solo integrante?
3. Encuentra 3 grupos en los que podrías ubicar al hombre de remera deportiva verde de la foto.
4. Encuentra 3 grupos en los que el hombre del ejercicio anterior no puede estar.



Figura 2. Consigna e imagen del trabajo Grupo 1. Fuente: extraída del trabajo del Grupo 1

Por otro lado, como se puede observar en la Figura 3, el Grupo 4 no utiliza la imagen como recurso para resolver la actividad propuesta, ya que la misma no es imprescindible en el desarrollo de la secuencia. Además utilizan applet de GeoGebra como una herramienta pero no como recurso tecnológico para el aprendizaje de un concepto.

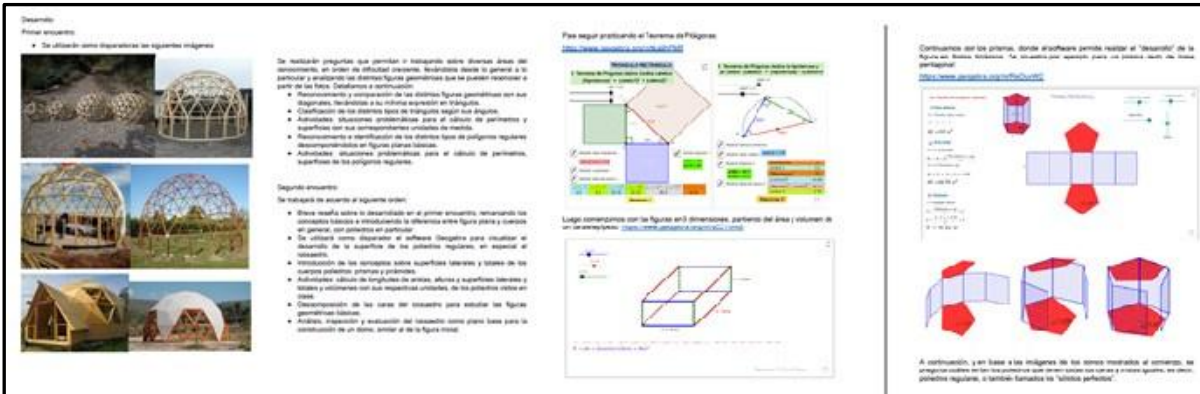


Figura 3. Imágenes de la secuencia presentada por el Grupo 4. Fuente: Extraída del trabajo del Grupo 4

Otro grupo, el 3, planteó el trabajo con la imagen en distintos registros de GeoGebra, poniendo en evidencia las potencialidades que brinda este software para trabajar en

distintos registros de representación: gráfico, tabular y algebraico (Duval, 2006). Construyeron la función de la medida del radio de un hongo en relación al tiempo, encontrando así que se ajusta a un modelo lineal. Los distintos registros trabajados se visualizan en las Figuras: 4.1, 4.2 y 4.3.

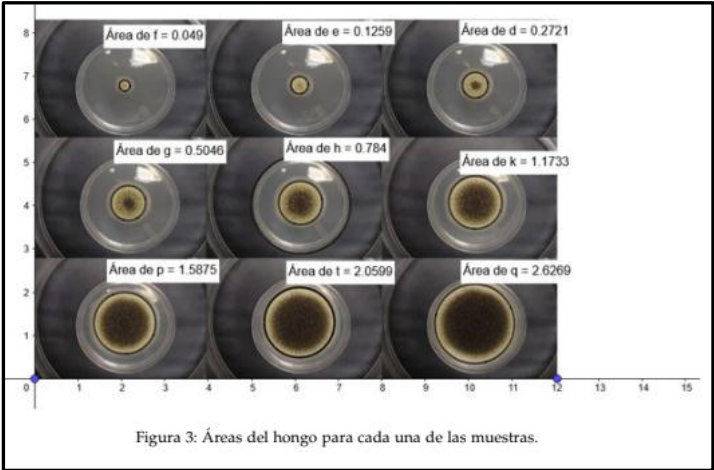


Figura 4.1. Imagen a partir de la cual trabajó el Grupo 3. Fuente: Extraída del trabajo del Grupo 3

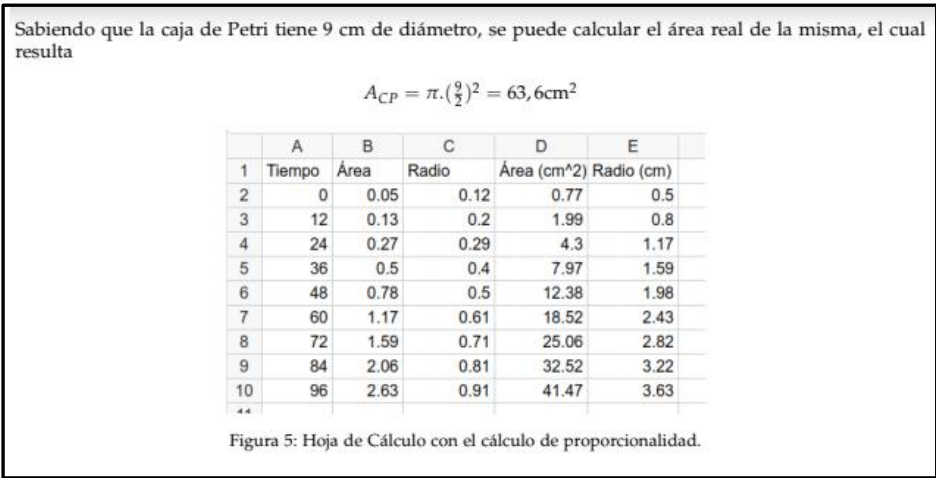


Figura 4.2. Registro tabular y algebraico usando GeoGebra. Fuente: Extraída del trabajo del Grupo 3

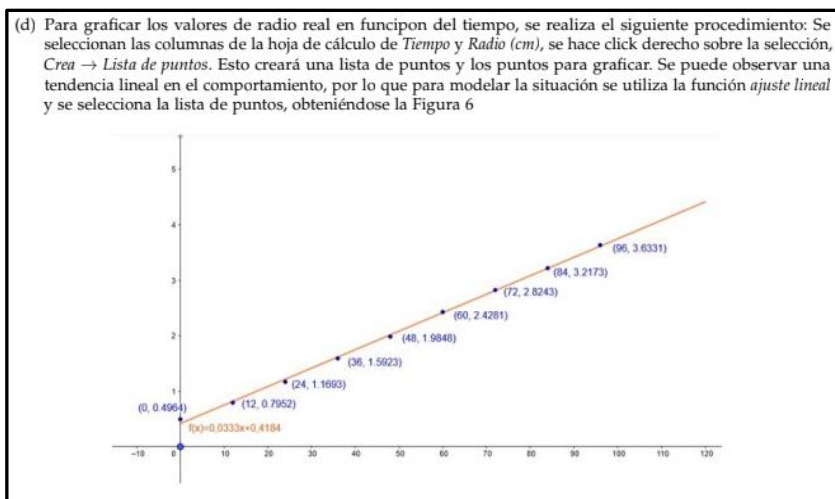


Figura 4.3. Registro gráfico usando GeoGebra. Fuente: Extraída del trabajo del Grupo 3

Algo a destacar fue la riqueza del trabajo en grupos mixtos (estudiantes del profesorado de matemática y docentes con experiencia). Así, las y los estudiantes se nutrieron de la experiencia del que tiene el saber desde la práctica. Por otro lado, docentes experimentados con una mirada más tradicional, se nutrieron con aportes de estudiantes/ futuros docentes y, así pudieron pensar una propuesta diferente, más motivadora en este mundo actual de la imagen.

En efecto, por medio de la colaboración entre colegas y también con estudiantes, se lograron subsanar las dudas que, en un principio, generó la propuesta del trabajo con la imagen. Además, en el caso de las y los estudiantes, seguramente se enriqueció su formación inicial en tanto se fomentó el trabajo colaborativo, promoviendo la reflexión sobre la práctica docente, como también el análisis sobre el contenido. En el caso de docentes experimentados, parafraseando a Marín Díaz (2005), la propuesta habría ayudado a la reflexión en y sobre la acción docente para desarrollar su práctica educativa, estimar y buscar el diálogo, la colaboración de colegas y modificar la práctica a la luz de los resultados obtenidos.

Reflexiones finales

Cuando planteamos el taller, pensamos que las imágenes serían trabajadas con GeoGebra, de allí el nombre “Imágenes, GeoGebra y la clase de matemática”, pero para sorpresa nuestra, en las propuestas finales se observó además el trabajo de la imagen con otros recursos tecnológicos: Google Maps, microscopio, o simplemente desde la imagen como una fotografía, con lo cual nos preguntamos si el título del taller no tendría que haber sido “Imágenes en la clase de matemática” para no limitar la creatividad de las y los participantes a utilizar un software determinado.

Fue un gran desafío como equipo la utilización del formato Taller en la modalidad virtual para desarrollar problemáticas relacionadas a la enseñanza de la matemática. Desde un aspecto organizacional implicó la utilización de varias salas de Google Meet: una por cada grupo y otra general para la puesta en común. Además, tuvimos que usar nuevos recursos que nos permitieran el intercambio que se da entre participantes en el formato de taller, para construir un “producto elaborado” en forma conjunta. El

uso del Padlet reemplazó, por ejemplo, la construcción del afiche en forma colaborativa, recurso muy común en los talleres de este tipo.

El intercambio entre pares fue ameno, la participación fue posible para cada integrante del taller. Se mostró que es posible desarrollar esta modalidad en virtualidad y plantear propuestas de matemática utilizando las tecnologías para el aprendizaje, no solo como una herramienta que facilita los cálculos o los gráficos.

Este espacio buscó contribuir a la innovación en las aulas universitarias de la enseñanza de la matemática. Se plantearon secuencias didácticas donde, con una problemática a partir de una imagen y acorde a cada carrera, se pueda generar en estudiantes la necesidad de recurrir a la matemática para resolverla. Para ello, tuvimos en cuenta las ideas que traen las y los estudiantes respecto a la temática a abordar, luego seleccionar problemas que tengan relación con su futuro profesional y así enseñar esta ciencia en contexto.

Actualmente se requieren de nuevas miradas acerca del quehacer docente, no es suficiente con preparar las clases tradicionales, explicar y evaluar en las instancias parciales o finales. Por el contrario, el foco se desplaza desde el protagonismo docente hacia el del estudiante. De este modo, se hace necesario transformar paradigmas tradicionales y construir nuevos escenarios que promuevan formación de estudiantes, atendiendo su desarrollo integral con competencias útiles para su accionar profesional.

Al finalizar el taller, con el objeto de conocer cuál fue la percepción de sus participantes, se les solicitó que resumieran en tres palabras su opinión. Para ello, se les compartió un link de la aplicación Mentimeter y el resultado se muestra en la Figura 5.

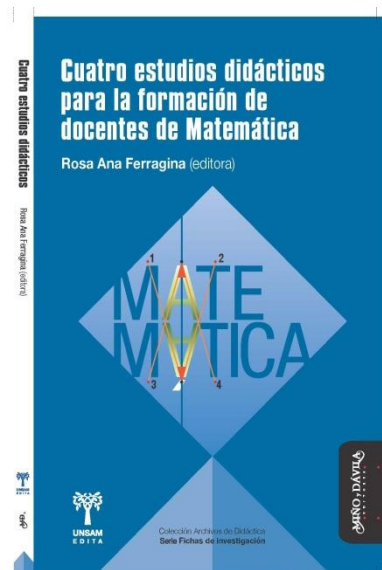


Figura 5. Nube de palabras. Fuente: Realizada en el sitio www.menti.com.

Bibliografía

- Arcavi, A. & Hadas, N (2000). *El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque*. International Journal of Computers for Mathematical Learning 5: 15—25. Kluwer Academic Publishers.
- Ausubel, D (1980) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Davini, M. C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- Litwin, E. (2005). *La tecnología educativa en el debate didáctico contemporáneo*. En: Tecnologías educativas en tiempos de Internet. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Maldonado Perez, M. (2007) El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13(23), 263-278. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102314>
- Marín Diaz (2005) *El desarrollo profesional del docente universitario*. Resumen de conferencia en V Congreso Internacional Virtual de Educación [<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/24738>]
- Vygotsky, L. (1979). *Consciousness as a problem in the psychology of behavior*. Soviet psychology, 17(4), 3-35.

¿Por qué leer este libro? En primer lugar, porque es una nueva publicación de la Colección Archivos de Didáctica, Serie Fichas de Investigación, dirigida por José Villella, quien propuso que este libro actuara como un puente entre la formación inicial del profesor de matemática y el ejercicio de la reflexión sobre su accionar. Por lo que, su función principal es la de permitir discutir y decidir, con criterio, sobre un itinerario en un determinado espacio de formación. Además, la propuesta de cada autor, sigue un hilo tan sutil como potente: la reflexión sobre la práctica. Para lograr este propósito el libro pone en diálogo a lectores y autores. Este diálogo fue posible cuando los autores pensaron sus escritos desde su propio rol docente, al compartir con sus pares sus experiencias, recorridos de formación e inquietudes que emergen de su capacidad de pensar y repensar su propia práctica.



Cada estudio tiene un porqué y un cómo. En el primero, Rosa Ferragina, abrevia en la Historia de la Matemática para mostrar cómo un *software* de geometría dinámica impacta en el desarrollo del contenido de la matemática. Allí dialoga con autores clásicos y encuentra en sus definiciones puntos de contacto con los que una pregunta, una actividad, una secuencia de clase pueden cruzarse cuando se trabaja geometría mediada por *software*.

Leonardo Lupinacci, en el segundo estudio, nos invita a repensar las redes conceptuales en las que las integrales cobran sentido e importancia tanto histórica como epistemológicamente, poniendo énfasis en la práctica de su enseñanza. Problemas de contexto matemático y relacionados con el quehacer cotidiano, son analizados desde lo disciplinar y enriquecidos con análisis didácticos por las interacciones entre quienes resuelven y cómo lo hacen cuando usan algún *software*.

En el tercer estudio, Victoria Güerci, interpela nuestras ideas sobre la probabilidad y nos cuestiona como usuarios y enseñantes de las mismas. Pone en evidencia la importancia del desarrollo del pensamiento probabilístico en la escuela secundaria y al mismo tiempo genera en las y los docentes la necesidad de repensar cómo organizar las secuencias de enseñanza para que ese objetivo se lleve a cabo.

Fernando Bifano, en el cuarto estudio, escribe sobre los recursos que las y los docentes usamos cuando ponemos en acto las secuencias de enseñanza que diseñamos. Desde el relato de una experiencia de formación permanente de la que recupera la idea de bitácora como memoria de trabajo, nos hace construir la idea de recurso como aquello que vuelve a la fuente, lo que vuelve a alimentar el trabajo del docente y genera reflexión como motor para el desarrollo profesional.

Esperamos que disfruten leerlo.



Me han invitado a escribir acerca de por qué habría que leer mi último texto. La primera respuesta podría ser muy fácil: porque leer hace bien, estimula el pensamiento, abre la imaginación, permite descubrir el propio mundo y el de los otros y las otras. Pero no contestaría desde allí la particularidad que se me pide. Así que, aquí van estas reflexiones sobre mi propio texto:

- Porque invita a reflexionar sobre la propia práctica de enseñar haciendo eje en las decisiones que tomamos cuando enseñamos y en los supuestos que se entran en las mismas...

- Porque se centra en torno a nuestra presencia en la clase y en los modos de intervenir no solo cuando pensamos la clase sino cuando estamos en la clase...

- Porque rescata los principales aportes de dos corrientes teóricas que ayudan a pensar didácticamente la práctica de enseñar: los provenientes de la socio-antropología con eje en los contextual, lo particular y la "ubicación" en los campos

sociales de los que se participa; y los que se desprenden de las prácticas profesionales reflexivas...

- Porque abre puertas en distintas direcciones para pensar el trabajo docente, sobre todo en el ámbito de la educación superior: el currículum formal y el vivido, las instituciones universitarias y los institutos superiores, las tradiciones acuñadas y los mitos sobrevivientes...

- Porque desdén la tradicional respuesta que damos sobre las relaciones entre la teoría y la práctica en la educación superior y desafía con una nueva metáfora: no hay divorcio, hay matrimonio igualitario no consumado...

- Porque entrama las cuestiones del conocimiento y la acción desde la necesidad de replantearse la epistemología de la práctica que sostenemos en las instituciones de la educación superior...

- Porque plantea una perspectiva original para un tema poco abordado en la educación superior: la formación práctica...

- Porque ayudará a las y los docentes de la educación superior, especialmente de las áreas de la Didáctica y de las Prácticas, como texto para sí y para sus estudiantes...

- Porque es un texto que necesita ser leído pensándolo, y pensamiento y lectura conforman una unión indisoluble para la transformación de las opresiones cotidianas...

- Porque incluye poesías que me gustan y que yo mismo escribí.

Pero, como siempre y en toda lectura sucede, cada uno y cada una encontrará sus propias razones; se entusiasmará con algunos párrafos y pasará por alto otros; reflexionará desde algunos aportes y dirá "yo lo hago así" con otros; se quedará pensando en algunas líneas y se turbará con otras.

Finalmente, lo sabemos todos y todas, nos encontraremos alguna vez, por las calles de la enseñanza, con algún libro bajo el brazo, cualquiera sea ese libro. Ojalá alguien, alguna vez, lleve éste.

Que lo disfruten al leerlo tanto como yo al escribirlo.

Título: El Consejo Federal de Educación y la formación docente. Una lectura de su actuación en clave didáctica.

Autora: Silvia Gabriela Bernatené

Tesis Doctoral

Director: Dr. Juan Carlos Geneyro

Carrera: Doctorado en Educación PIDE - UNTREF/UNLA/UNSAM

Fecha de defensa oral: julio de 2020

Esta investigación se propone analizar la producción normativa del Consejo Federal de Educación (CFE) destinada a la formación docente desde los aportes teóricos del campo de la Didáctica, desde su creación en 1972 hasta el año 2012. Como se trata de definiciones de políticas públicas para la Educación, construimos una periodización atendiendo a las características de las lógicas estatales para su definición, considerando su centralidad o no en la definición y sentido de las prioridades. Nuestro trabajo está ordenado en cuatro períodos y en cada uno de ellos analizamos el contexto, la actuación normativa del organismo, las principales características de la formación docente, las decisiones sobre el curriculum y las concepciones de prácticas de enseñanza que sostienen los documentos elaborados por el Consejo Federal de Educación. El primero, 1972-1976; el segundo, 1976-1983; el tercero, 1983-2003 distinguiendo dos etapas, 1983-1989 y 1989-2003 y el último, 2003-2012.

Construimos un marco teórico con los principales aportes de las investigaciones sobre formación docente, curriculum y prácticas de enseñanza que aportan a nuestra mirada interpretativa. Es un estudio de corte cualitativo, que utiliza el análisis de contenido (Bardin, 1986) como uno de los métodos predominantes para profundizar el conocimiento de por qué la vida social, la formación docente y las prácticas de enseñanza, se perciben y se experimentan como ocurren. El corpus está integrado por 114 documentos elaborados en el ámbito del CFE desde 1972 hasta el 2012 y resoluciones ministeriales con temas afines.

Los resultados del trabajo de investigación señalan continuidades y rupturas en las categorías analizadas. Podemos afirmar que desde sus inicios y durante más de 20 años, las intervenciones del organismo no implicaron modificaciones a la *institucionalidad de la modelización de la docencia* generada en el normalismo y vigente en las normas hasta la transformación propuesta por la Ley Federal de Educación (1993). La asociación de la práctica a una tarea de *amaestramiento* prioriza la adquisición de habilidades por sobre otro aprendizaje.

Una de las rupturas centrales identificada a partir de la Ley Federal de Educación (1993) en las definiciones, es la *profesionalización* de la docencia. Se trata de uno de los rasgos incluidos con énfasis en las normas del CFE junto con la noción de rol *docente* en tiempos de la transformación educativa. Además, se produce un cambio conceptual y técnico en las propuestas curriculares a partir de la formulación de los CBC. Por primera vez a nivel federal, se incluye la noción de *práctica* en la normativa. Su inclusión presenta tres características generales: la alusión a un carácter polisémico del concepto anclado en la teoría social; la dilución de su potencia como concepto clave de la formación docente y resulta ser una inclusión acotada, como consecuencia de concepciones de enseñanza ancladas en el debate de la Didáctica General y las Didácticas específicas. Se incluyen los conceptos de prácticas docentes, prácticas

pedagógicas y prácticas cotidianas, categorías muy potentes para analizar la vida de las aulas y la complejidad de la enseñanza. Sin embargo, las características anteriores sostienen el sesgo instruccional propio de la “puesta en práctica” o de “estrategias” de enseñanza o del “proceso enseñanza-aprendizaje”. Asociada a esto, la alusión a las *prácticas reflexivas* corresponde más a la dimensión técnica de la enseñanza preocupada por la efectiva transmisión de contenidos disciplinares, que a la enseñanza como una práctica social, que requiere análisis sobre el sentido que promueve.

A partir de su inclusión en la normativa, la noción de profesión tiene continuidad en los documentos analizados, aunque se evidencia un cambio en su caracterización como tal a partir de la sanción de la Ley de Educación Nacional del año 2006 y la creación del Instituto Nacional de Formación Docente (INFD). Se establece que la docencia es una profesión cuya especificidad se centra en la enseñanza, entendida como acción intencional y socialmente mediada para la transmisión de la cultura y el conocimiento en las escuelas. Los lineamientos curriculares nacionales del año 2007 incluyen por primera vez al campo de la formación en la práctica profesional, como un campo diferenciado de la orientación en la propuesta curricular. Su inclusión no es monolítica y las concepciones están centradas en las *prácticas de enseñanza* como el *buen obrar* y el abandono del concepto “rol docente”. El trabajo permite identificar la actividad regulatoria del CFE sobre la formación docente, su posición política y académica a partir del análisis de las concepciones incluidas en las normas y de qué manera se vincula con las voces del mundo académico.

Título: Articulación entre los enfoques sintético y analítico en cónicas a nivel superior en entornos de geometría dinámica

Autor: Mario Alejandro Di Blasi Regner

Tesis Doctoral

Directora: Dra. Mabel Alicia Rodríguez

Carrera: Departamento de Formación Docente. Facultad de Ciencias Exactas.

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Fecha de defensa oral: junio de 2019

La tesis tiene está enmarcada en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1991; 1999, 2013; Otero, 2013) y aborda el problema de la desarticulación entre la geometría sintética (GS) y la geometría analítica (GA) (Gascón, 2002a, 2003; Olivero, 2017).

El trabajo de campo se realizó en un curso de Álgebra y Geometría Analítica, de primer año de Ingeniería en industria automotriz en la Universidad Tecnológica Nacional.

Su propósito es contribuir al desarrollo del área de investigación en educación matemática diseñando y describiendo los resultados obtenidos de la implementación de una Actividad de Estudio e Investigación (AEI) (Otero, 2013) en el contexto del estudio del mecanismo biela-manivela, que promueva la articulación entre los enfoques analítico y sintético, específicamente, cuando el tema es elipse.

El problema de investigación que se aborda puede entenderse como la búsqueda de una respuesta a la siguiente cuestión: *¿Qué tipo de Organización Didáctica, que atienda al desarrollo de competencias profesionales, posibilita que la insuficiencia de las técnicas de la geometría sintética aparezca como la razón de ser de la geometría analítica en la Organización Matemática elipse?*

Para responderla, otras preguntas se hicieron presentes:

¿Cuáles son las características de un modelo praxeológico de referencia (MPR) que posibilite el desarrollo de un proceso de estudio de las elipses articulando los aspectos sintéticos y analíticos?

¿Qué secuencia de situaciones podrían integrar una AEI para promover la reconstrucción de la organización matemática local elipse?

¿Cómo implementar la AEI en un curso de Álgebra y Geometría Analítica de primer año de Ingeniería Automotriz de modo que los momentos de estudio se vivan e integren de una manera funcional alrededor de la resolución de problemas del campo profesional?

Los objetivos que nos propusimos con la tesis son:

Elaborar un MPR que posibilite estudiar la pregunta generatriz Q_0 : ***¿cómo determinar si una curva plana cerrada es una elipse?***

Explorar dispositivos didácticos que favorezcan la articulación de la geometría sintética y la analítica para la organización matemática elipse que consideren la modelización de problemas del campo profesional.

Describir los resultados de la implementación de la AEI.

La AEI diseñada parte de la cuestión generatriz Q_0 y a partir de preguntas derivadas se realiza un proceso de estudio gestionado mediante siete situaciones y un cuestionario final o situación de control. Se analizaron respuestas prototípicas de las y los

estudiantes a las situaciones propuestas y se describió el proceso de estudio en términos de los momentos didácticos.

Al final de la AEI las y los estudiantes pudieron reflexionar sobre las diferentes estrategias que habían utilizado, logrando identificar las razones por las cuales cada situación era abordable por ambos enfoques (sintético o analítico), sólo por uno de ellos o que ninguno les había permitido arribar a una respuesta que fuera totalmente satisfactoria para todo el grupo.

Desde nuestro punto de vista quedó de manifiesto que la insuficiencia de las técnicas sintéticas emergió como la “razón de ser” de las técnicas analíticas una vez finalizada la AEI y discutidas las respuestas del cuestionario final, de la situación de control.

Respecto de la articulación entre el enfoque sintético y analítico, podemos afirmar, como resultado del análisis de las producciones y de las respuestas al cuestionario en la situación de control que lograron identificar, al finalizar cada encuentro, qué técnicas habían utilizado, cuáles y por qué les permitieron responder las cuestiones planteadas. En su mayoría, pudieron explicitar las razones por las cuales en las primeras situaciones consideraron suficientes a las técnicas de la geometría sintética para proponer una respuesta y en cambio en las últimas sólo la geometría analítica brindaba una respuesta aceptable.

Referencias:

Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires. Argentina: AIQUE.

Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-253.

Chevallard, Y. (2013). Enseñar matemáticas en la sociedad de mañana: alegato a favor de un contraparádigma emergente. *Redimat – Journal of Research in Mathematics Education*, 2(2), 161-182.

Gascón, J. (2002a). 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. (2003). Efectos del «autismo temático» sobre el estudio de la geometría en secundaria. *Suma*, 44, 25-34.

Olivero, F., Bosch, M. y Gascón, J. (2017). Praxeologías matemáticas en torno a la geometría para la formación del profesorado. En G. Cirade et al (Ed), *Évolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société* (pp. 875-898). Disponible en: <https://citad4.sciencesconf.org>

Otero, M. (2013). La teoría antropológica de lo didáctico. En M. Otero, M. Fanaro, A. Corica, V. Llanos, P. Sureda, y V. Parra. (Ed.), *La teoría antropológica de lo didáctico en el aula de matemática* (pp.15-27). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Dunken.

La tesis puede leerse en forma completa en:

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/2344>

Enfoque y alcance de EN CLAVE DIDÁCTICA

El Centro de Estudios en Didácticas Específicas (CEDE) asociado al Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas (LICH), unidad de doble dependencia de la Escuela de Humanidades de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Buenos Aires, Argentina, se ha propuesto poner en circulación esta revista para que, docentes e investigadores encuentren en sus páginas: ideas, investigaciones y propuestas para el trabajo en las didácticas de las distintas disciplinas que se estudian en los diferentes niveles educativos.

La revista se pretende como una publicación de investigación y experiencias didácticas; se propone como un espacio plural destinado a compartir propuestas didácticas; comunicar resultados de investigación; publicar resúmenes de tesis didácticas y reseñas bibliográficas que tengan como eje temas referidos a las didácticas específicas.

EN CLAVE DIDÁCTICA está destinada a un público variado: docentes de los distintos niveles educativos, formadoras y formadores de docentes; investigadores en didáctica que encontrarán en sus páginas: ideas para replicar en sus aulas, tomando en consideración sus análisis didácticos y ponderando su viabilidad en las aulas a las que van dirigidas; resultados de investigaciones en didáctica; resúmenes de tesis didácticas; reseñas bibliográficas; noticias sobre el campo de las didácticas general y específica. Por ser una publicación en soporte digital, estará abierta al intercambio y comunicación de experiencias en países de habla hispana.

Criterio para asignar sección

Las secciones que componen la revista contendrán artículos y producciones que se referirán, en cada caso a:

- a- Editorial: escrita por el Equipo Editorial o quién éste invite a hacerlo, en la que se expondrá el tema central del número que prologa y una reflexión acerca del eje elegido.
- b- Experiencias Didácticas: relatadas por sus autoras y autores en términos de sucesos de aula acompañados de reflexiones didácticas. Se espera que el material de cuenta de situaciones de aula en las que se llevaron a cabo los sucesos relatados, que se acompañe extractos de trabajos y/o participaciones de estudiantes, fotos de trabajos realizados, etc. En todos los casos, estas experiencias contendrán un análisis didáctico que dé cuenta de las decisiones profesionales tomadas por las y los docentes que las implementaron.
- c- Investigaciones Didácticas: organizadas como informes de investigaciones realizadas o en marcha que cumplan los requisitos básicos de la escritura académica. Se tomará especial atención que **EN CLAVE DIDÁCTICA** es una revista destinada a un público mixto, por lo que su redacción deberá contemplar esta cualidad de las y los potenciales lectores.

- d- Reseñas bibliográficas: escritas con el fin de compartir resultados de la curaduría de la web, de la lectura de libros y/o revistas que a criterio del Equipo Editorial puedan circular entre sus lectoras y lectores.
- e- Tesis Didácticas: que sus autoras y autores quieran compartir a través de sus resúmenes como una forma de publicar sus aportes al campo de las didácticas que trabaja la revista.

Evaluación de materiales

La evaluación será por pares y por el método de doble ciego. En una primera fase, el Equipo Editorial efectuará una revisión general del trabajo, pudiendo rechazar directamente, sin pasar a evaluación externa, aquellos trabajos cuya calidad sea ostensiblemente baja o que no se adecúen a secciones temáticas de la revista. Para esta primera revisión, el Equipo Editorial podrá requerir la asistencia del Consejo Asesor. Las propuestas que superen este primer paso, serán enviadas a dos evaluadores externos a la revista (especialistas en la materia o línea de investigación de que se trate). En caso de que las evaluaciones sean discrepantes, o de que por cualquier otro motivo lo considere necesario, el Equipo Editorial podrá enviar el texto a un tercer evaluador. A la vista de los informes de las y los evaluadores, el Equipo Editorial podrá tomar una de las siguientes decisiones, que será comunicada a los autores:

- Aceptar (como está o con ligeras modificaciones).
- Publicable con las modificaciones que se les hará llegar.
- No publicable.

La decisión es inapelable. Mientras el trabajo está en evaluación, no podrá ser enviado a ninguna otra publicación para su consideración. La o los autores del trabajo se hacen cargo de la autoría intelectual del material remitido con su nombre y, por ende, de todo tipo de acción legal que su publicación pudiese demandar de considerarse que el mismo no cumple con las condiciones legales de propiedad intelectual vigente.

Frecuencia de publicación

EN CLAVE DIDÁCTICA se publicará digitalmente, dos (2) veces al año, en los meses de mayo y noviembre.

Instrucciones para las autoras y los autores

Normas para la presentación de originales:

- 1- Los artículos se remitirán por correo electrónico a cede@unsam.edu.ar indicando en el asunto del mismo que el adjunto está destinado a **EN CLAVE DIDÁCTICA**. En el cuerpo del correo deberá figurar el nombre completo de los autores, la dirección electrónica de cada uno de ellos, su lugar de trabajo.
- 2- Los artículos tendrán una extensión máxima de 45000 caracteres, incluidas las tablas, las figuras y los anexos.
- 3- Junto con el artículo se remitirá un resumen (máximo 10 líneas), una traducción del mismo en inglés, cinco palabras clave (en castellano y en inglés) y el título del artículo en inglés.
- 4- Se recomienda confeccionar los originales con procesador Word para Windows.

- 5- Los esquemas, dibujos, gráficas e imágenes serán guardadas en JPEG y se adjuntarán en carpeta aparte del documento del texto. En el texto deberán aparecer claramente identificadas para que se sepa el lugar exacto en el que deberán aparecer.
- 6- Todas las citas bibliográficas se escribirán al final del artículo, siguiendo el formato APA en su versión más reciente en español para lo cual se recomienda consultar la guía rápida online creada por la BC UNSAM:
<https://es.calameo.com/read/0048847466271d44eb426>
http://www.unsam.edu.ar/biblioteca_central/ayudas-para-escribir.asp
- 7- Los resúmenes de las tesis didácticas se remitirán por correo electrónico a la misma dirección (cede@unsam.edu.ar) indicando en el asunto del mismo que el adjunto se corresponde con el resumen de una tesis. En el cuerpo del correo se deberán consignar los siguientes datos: título, autora o autor, tipo de tesis (de maestría o doctorado) o trabajo final de integración (de especialización o diploma) o tesina de grado, directora o director, departamento, universidad, programa o carrera en la que se la ha presentado, fecha de presentación. La extensión máxima del resumen en el adjunto será de 4500 caracteres.