ENSENANZA DE LAS CIENCIAS, vol. 22, núm. 2, 2004, pp. 251-262.

La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología.

Álvarez, Stella M. y Carlino, Paula.

Cita:

Álvarez, Stella M. y Carlino, Paula (2004). *La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología. ENSENANZA DE LAS CIENCIAS, 22 (2), 251-262.*

Dirección estable: https://www.aacademica.org/paula.carlino/127

ARK: https://n2t.net/ark:/13683/p1s1/OXC

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*.

LA DISTANCIA QUE SEPARA LAS CONCEPCIONES DIDÁCTICAS DE LO QUE SE HACE EN CLASE: EL CASO DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO EN BIOLOGÍA

Álvarez, Stella M.[1] y Carlino, Paula C.[2]
[1] Instituto Superior de Formación Docente Saint Jean. Arcos 2551. 1428 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina
[2] CONICET y UNSAM. M. Cané 2046. 1607 Villa Adelina. Buenos Aires. Argentina

Resumen. En este artículo se analizan las concepciones sobre los trabajos de laboratorio en biología de un grupo de alumnos de 4º año de la escuela secundaria. A través de un cuestionario verbal abierto y una tarea de selección de tarjetas, se indagó qué tipo de trabajos experimentales los alumnos llevan a cabo en sus clases, qué se aprende de ellos y qué posibilidades encuentran en otras modalidades de trabajos experimentales propuestas por los especialistas en didáctica. Los resultados señalan una brecha entre lo que los alumnos refieren que se realiza en sus clases y las propuestas de los especialistas. En la escuela, predominan las tareas escasamente reflexivas (actividades de carácter descriptivo para verificar e ilustrar temas estudiados), que no ayudan a desarrollar habilidades vinculadas con la investigación, ya que exigen seguir una serie de pasos estipulados en vez de alentar el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la búsqueda de respuestas y la interpretación de lo observado.

Palabras clave. Trabajo de laboratorio, enseñanza, aprendizaje, ciencias experimentales, biología.

Summary. Sixteen-year-old students' ideas about Biological laboratory work done in their classes are revealed through an open questionnaire. They were also validated through a selection task in which students were presented four different instructional situations involving practical work and had to decide which was more frequent in their classes, what can be learned through them, and their personal preferences about the way they would like to be taught. The results show a wide gap between what students say they do in their classes and what experts in the field say that should be done. In schools they are taught through non reflective tasks (with only descriptive demands), which rarely help them develop inquiry skills. They are expected to follow the instructions of their teachers instead of posing problems, thinking of hypotheses, trying to find answers and analyzing what they observe.

Keywords. Laboratory work, instruction, learning, experimental sciences, biology.

INTRODUCCIÓN

Es común encontrar en la bibliografía especializada, y en la opinión de los docentes, que los trabajos experimentales son un pilar para la enseñanza. Sin embargo, se está perdiendo la confianza en el laboratorio como un lugar adecuado para aprender ciencia, con el lógico descrédito de los trabajos de laboratorio. Así es como en la actualidad nos encontramos con diversos artículos que expresan sus críticas a estas prácticas escolares y con propuestas de innovación a fin de superar las limitaciones de las mismas.

Los juicios formulados por los especialistas están relacionados con la falta de efectividad de los trabajos prácticos de laboratorio para permitir el aprendizaje de conceptos científicos y de procedimientos vinculados con la actividad científica (Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996; González, 1992; Fumagalli, 1993; Tamir y García Rovira, 1992; Kirschner, 1992; Hodson, 1994; Claxton, 1994). De igual forma resultan poco alentadores los resultados que hacen referencia al conocimiento del alumno sobre la naturaleza de la investigación científica, porque frecuentemente los trabajos prácticos de laboratorio dan una visión distorsionada de la metodología de las ciencias. Más allá de las críticas formuladas a los trabajos de laboratorio, se reconoce el potencial educativo de los mismos, pero se pone de manifiesto la necesidad de revisarlos a la luz de los conocimientos de cómo se aprende y cómo se construye el conocimiento científico (Gil et. al., 1991; Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1994; White, 1996; Izquierdo et al., 1999).

Si pretendemos que los trabajos prácticos de laboratorio sean una herramienta pedagógicamente válida, es necesario revisar qué tareas se hacen en las clases de ciencias y determinar en qué medida se acercan o alejan de las actuales propuestas didácticas. Pensamos que, analizando las concepciones de los alumnos sobre los trabajos de laboratorio, contribuiremos a comprender y mejorar la enseñanza, en nuestro caso, de la biología. Conocer el punto de vista de los alumnos resulta útil doblemente.

En primer lugar, es indicador de los procesos de enseñanza que reciben, es decir, una forma indirecta de examinar qué ocurre efectivamente en las aulas. Investigar qué piensan los estudiantes acerca de los trabajos prácticos de laboratorio que sus docentes de ciencias les proponen brinda información de naturaleza diferente respecto de la aportada por las indagaciones que se basan en el análisis de los libros de texto y, por ello, es una forma de «triangulación» de ese tipo de estudios que sirven para caracterizar lo que se enseña y cómo se enseña.

En segundo lugar, examinar de cerca el pensamiento de los estudiantes permitiría tener en cuenta sus puntos de vista a la hora de diseñar formas de enseñanza que promuevan el aprendizaje en las aulas. Aunque los planteamientos constructivistas señalan que es preciso partir de lo que los alumnos saben *sobre un tema* para ayudar a desarrollarlo (o reformularlo), poco se ha insistido en conocer qué piensan los alumnos *acerca de la enseñanza* que reciben. En el caso de los estudiantes del nivel secundario (13-17 años), la posibilidad de consultarlos *sobre lo que aprenden a partir de lo que se les enseña* resulta no sólo factible, debido a su grado de madurez, sino que deviene en una herramienta pedagógica favorecedora de la reflexión metacognitiva, involucrada a su vez en la regulación de sus aprendizajes.

En este artículo presentamos, por tanto, la visión de los estudiantes acerca de cómo son los trabajos prácticos de laboratorio que se realizan en sus clases de biología, para qué les sirven y qué aprenden con ellos. Estos resultados son parte de una investigación mayor realizada dentro del marco de la tesis de licenciatura de la primera autora (Álvarez, 2001)[1].

MÉTODO

Sujetos

La muestra se compone de 20 sujetos de 4º año del bachillerato de la escuela media que pertenecían a dos escuelas privadas y a una escuela pública de la ciudad de Buenos Aires. Los sujetos fueron elegidos al azar y debían manifestar su conformidad de participar en el estudio.

Procedimiento de recolección de datos

Después de un estudio piloto, nuestro procedimiento de recolección de datos, enmarcado en el «método clínico-crítico» piagetiano (Castorina et al., 1984), quedó constituido por un doble instrumento: *a*) *entrevista verbal*, integrada por 15 preguntas iniciales, que podían variarse, en función de las respuestas obtenidas (Anexo I); y *b) tarea de selección de tarjetas de situaciones didácticas y su cuestionario* (Anexo II)[2]. Tanto la entrevista verbal como la tarea de selección de tarjetas constituyen instrumentos originales diseñados para esta investigación. Estos instrumentos se aplicaron a cada alumno entrevistado en una única sesión de 70 a 90 minutos de duración.

La entrevista, realizada en un lugar aislado dentro de cada centro escolar, se iniciaba con una conversación informal previa al interrogatorio propiamente dicho. La entrevistadora explicaba cuál era la intención del estudio y se aseguraba que el joven comprendiera que no se trataba de una situación escolar en la que se lo estaba evaluando y tenía que dar respuestas «correctas». Las entrevistas fueron grabadas en casete de audio y transcriptas a modo de protocolo en dos columnas (intervenciones de la entrevistadora y del entrevistado).

Como es sabido, el método clínico-crítico es un procedimiento laborioso y cuya implementación demanda tiempo; sin embargo, nos ha parecido la alternativa más adecuada para profundizar en el *pensamiento* de los sujetos. Según la característica principal del método clínico-crítico, el entrevistador conduce la entrevista guiado por sus hipótesis previas, que va poniendo a prueba a lo largo del interrogatorio. En éste, se evita sugerir las respuestas, y se procura determinar la coherencia y estabilidad de las afirmaciones de los alumnos, preguntando de diversos modos lo mismo, solicitando justificaciones y haciendo contrasugerencias.

Para realizar la tarea de selección de tarjetas de situaciones didácticas, entregamos al entrevistado cuatro tarjetas denominadas A, B, C y D, que representan distintas modalidades del trabajo de los profesores (Anexo II). La tarjeta D presenta una clase expositiva, y las tres restantes, diferentes tipos de trabajos de laboratorio. De acuerdo con la clasificación de Caamaño (1992), la tarjeta A (trabajo pautado) modeliza las experiencias ilustrativas; la tarjeta B (trabajo semiautónomo) representa las experiencias para contrastar hipótesis, y la tarjeta C (trabajo autónomo) muestra el desarrollo de una investigación. Los alumnos debían seriar las tarjetas de la más frecuente situación didáctica realizada en sus clases a la menos frecuente, considerar cuál les parecía más interesante y cuál menos, cuál da más oportunidades de aprender y cuál da menos, qué puede aprenderse con ellas, cuál propondría a sus alumnos si fuera profesor, qué se hace en sus clases con los errores de los alumnos, etc. En todos los casos, se preguntaba por qué y, en algunos, la entrevistadora solicitó a los alumnos ejemplificar sus elecciones a través del relato de actividades experimentales por él realizadas. De este modo, intentamos asegurarnos de entender y precisar el discurso de los estudiantes. También, para poner a prueba su convencimiento, en ciertos casos la entrevistadora puso en boca de otros alumnos algún contraargumento y pidió que el entrevistado lo considerara.

Análisis de datos

El análisis de las entrevistas se realizó teniendo en cuenta las dimensiones, subdimensiones y categorías que presentamos seguidamente.

Sistema de dimensiones y subdimensiones

Dimensión I. Las clases de biología y modalidad de los trabajos prácticos de laboratorio que se proponen

Subdimensiones

a) Las clases de biología: Se describe el contexto en que se desarrollan las clases de biología.
b) Modalidad de los trabajos prácticos de laboratorio: Se examinan las características de los trabajos prácticos de laboratorio que hacen los alumnos en sus clases: clasificación de los trabajos prácticos de laboratorio (Caamaño, 1992): experiencias y experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, contrastación de hipótesis e investigadores; acciones desarrolladas durante su realización, nivel investigativo, duración, participación del alumno, forma de agrupación (individual o grupal), interés y dificultades para la realización.
c) Concepción de ciencia de los alumnos: Inductivista o hipotético-experimental.

Dimensión II. Los trabajos prácticos de laboratorio y su relación con el aprendizaje

Subdimensiones

a) Qué aprenden con los trabajos prácticos que les proponen sus profesores: Aprendizaje social (por ejemplo, habilidades sociales y conductas científicas), *aprendizaje de procedimientos* (destrezas en el manejo del instrumental de laboratorio, habilidades cognitivas e investigadoras) y *aprendizaje verbal* (aprendizaje literal de información –datos– o aprendizaje comprensivo –conceptos–), según la clasificación de Pozo (1996).
b) Cuál es la modalidad de trabajo práctico más útil y cuál es menos útil para el aprendizaje: Para su análisis se tendrán en cuenta distintas modalidades de trabajos prácticos de laboratorio (seguimos la clasificación establecida por Caamaño, 1992): de *verificación e ilustración de la teoría* (pautado por el docente), de *comprobación de hipótesis* (semiautónomo) y una *investigación* (autónomo).
c) Qué se aprende con cada modalidad de *trabajo práctico:* Se determinarán los aprendizajes que se logran con cada una de las modalidades de trabajos prácticos de laboratorio.

RESULTADOS

Dimensión I. Las clases de biología y la modalidad de los trabajos prácticos de laboratorio que se proponen

a) Las clases de biología

Durante la tarea de selección de tarjetas didácticas, la totalidad de los alumnos entrevistados en nuestro estudio elige, como situación más frecuente en sus aulas, la tarjeta D, que representa una clase expositiva. En segundo lugar, eligen la tarjeta A, que se corresponde con un trabajo práctico pautado por el docente, a modo de receta. Las tarjetas B (trabajo semiautónomo o de comprobación de hipótesis) y C (trabajo autónomo o investigador) son desechadas, ya que, al decir de los estudiantes, nunca ocurren en sus clases.

b) Modalidad de los trabajos prácticos

En lo relativo a los trabajos de laboratorio que los docentes plantean a estos alumnos, la totalidad de la muestra señala, en la entrevista verbal, que se realizan 4 o 5 TP en el año y son trabajos pautados por el docente, presentados como actividades de «verificación e ilustración» de temas disciplinares, en general, de carácter descriptivo (morfología y anatomía de los seres vivos) y, eventualmente, como «ejercicios prácticos» para el desarrollo de habilidades técnicas (según la clasificación de Caamaño, 1992). Durante la realización de estos trabajos, los alumnos no tienen autonomía y se limitan a seguir las instrucciones dadas por el profesor. Los estudiantes concurren al laboratorio al promediar o finalizar un tema teórico para comprobar la veracidad de lo estudiado y reconocer si saben el tema. Los alumnos señalan que el trabajo práctico de laboratorio termina cuando completaron las actividades solicitadas por el docente en forma oral o en un instructivo escrito denominado «guía de TP». En el 75% de los casos faltan en las indicaciones aspectos de la metodología científica como, por ejemplo, el análisis de resultados. En las clases teóricas no se retoman los resultados ni existe un tiempo para reflexionar sobre la tarea.

En cuanto a las acciones que los estudiantes hacen durante el trabajo práctico de laboratorio, ellos refieren que observan, dibujan el material natural o los preparados microscópicos, los describen (con ayuda del libro de texto), identifican estructuras, disecan y, minoritariamente, relacionan las estructuras con su función e interpretan procesos biológicos (Cuadro I). Por las características de estos trabajos, que son de observación y descripción, en general no hay experimentación ni se precisa interpretar resultados. Por el contrario, pasan directamente a generalizaciones, mediante la ayuda de preguntas directas (presentes en la «guía») y de acuerdo con aquello a lo que el profesor desea que lleguen. Esto contribuye a crear en los alumnos la idea de obtener «la respuesta correcta» de la actividad o adivinar lo que el docente desea de la misma, y los alumnos (y, en general, los profesores) miden el éxito de su trabajo de acuerdo con este resultado.

c) Concepción de ciencia de los alumnos

Del discurso de los alumnos, en la entrevista verbal, surge que, para el 60%, el conocimiento científico se deriva de los hechos de la experiencia, adquiridos a través de la observación y la experimentación. La observación proporciona los datos sobre los que se puede construir el conocimiento y la experimentación permite comprobarlo. Esto coincide con la concepción empírico-inductivista de la ciencia. Sólo un alumno (5%) exhibe una postura de ciencia coincidente con la nueva filosofía de la ciencia, considerando la provisionalidad del conocimiento y la influencia de ideas o teorías en las observaciones. Un 15% de los estudiantes manifiesta concepciones mixtas. Del resto, no se obtuvieron datos.

Cuadro I
Acciones desarrolladas durante los TP por los alumnos, según el porcentaje total de alumnos que manifiesta llevarlas a cabo.

Observar (%)	Dibujar (%)	Identificar estructuras (%)	Describir(%)	Disecar (%)	Relacionar estructuras y función (%)	Interpretar procesos(%)
100	65	65	55	50	30	25

Cuadro II
Clase de aprendizajes logrados durante los trabajos de laboratorio propuestos por los docentes, según el porcentaje total de alumnos que (en la entrevista verbal) manifiesta realizarlos.

Aprendizajes logrados					
Social(%)	Procedimental (%)			Verbal (%)	
	Manipulaciones	Intelectuales		Datos	Conceptos
		Básicos	Complejos		
25	70	60	20	40	5

Dimensión II. Los trabajos prácticos de laboratorio y su relación con el aprendizaje

a) Qué aprenden los alumnos con los trabajos prácticos que les proponen sus profesores

En la entrevista verbal, los estudiantes manifiestan que, con los trabajos de laboratorio que les proponen sus docentes (experiencias de «verificación e ilustración» pautadas por el profesor), «aprenden mucho», al analizar *qué* es lo que dicen aprender (siguiendo la clasificación de Pozo, 1996). El 70% de los estudiantes manifiesta que los trabajos prácticos de laboratorio permiten aprender *procedimientos de manipulación* (manejo del instrumental de laboratorio) y el 60%, *procedimientos intelectuales básicos* (observar, describir, comparar, reconocer o localizar, en el material natural, accidentes anatómicos o estructuras, hacer mediciones, dibujar y anotar resultados, etc.). Para el 40% de los jóvenes, los trabajos prácticos de laboratorio también les sirven para aprender *datos* (nomenclaturas –nombres de materiales de laboratorio, partes de un órgano vegetal o animal–) y taxonomías. Son escasos (20%) quienes señalan que los trabajos prácticos de laboratorio que realizan favorecen el aprendizaje de *procedimientos intelectuales complejos* (y sólo mencionan hacer razonamientos). Un único alumno (5%) dice aprender *conceptos* nuevos a partir de las actividades de laboratorio. En un porcentaje minoritario (25%), los estudiantes señalan que estos trabajos prácticos de laboratorio permiten aprender *habilidades sociales* –como manejarse dentro del laboratorio y con el grupo– y *actitudes* –como la de responsabilizarse frente al grupo y la de respetar las normas de conducta dadas por el docente. De lo que expresan los jóvenes surge que los trabajos prácticos no promueven otras actitudes científicas específicas (Cuadro II).

Es decir, los alumnos mayoritariamente no señalan que este tipo de trabajos prácticos de laboratorio les ayude a aprender *conceptos ni procedimientos complejos*, e incluso manifiestan que el uso de material de laboratorio es sencillo y está limitado por el tipo de trabajo que se hace (en general, de observación). Asimismo, en ciertas ocasiones es el profesor el que se encarga de la manipulación del material de laboratorio.

b) Cuál es la modalidad de trabajo práctico más útil y cuál es menos útil

Cuando, en la tarea de selección de tarjetas, los alumnos son puestos a elegir la modalidad de trabajo de laboratorio que piensan que es más favorable para promover los diferentes aprendizajes, reconocen, en primer lugar, las investigaciones (70% de los alumnos) (tarjeta C del Anexo II) y, en segundo lugar (20%), el trabajo de comprobación de hipótesis (tarjeta B). En contraposición, el trabajo pautado es el menos valorado (10%) para generar aprendizajes (tarjeta A).

La elección del trabajo práctico como investigación, en tanto el más útil para aprender, está fundamentada, según los estudiantes, en que requiere elaborar y poner en marcha estrategias de solución a un problema, analizar resultados a la luz de las hipótesis explícitas, comunicar e intercambiar opiniones con los pares y con el profesor, lograr mayor participación y autonomía, y reflexionar sobre el mismo. En cambio, el trabajo pautado es considerado como el menos útil para aprender por alguna de las siguientes razones: la participación de los alumnos es pobre, simplemente siguen las indicaciones del docente; sólo es útil para que los alumnos lleguen a la respuesta correcta y sólo permite comprobar o fijar temas.

c) Qué se aprende con cada modalidad de trabajo práctico

Según el punto de vista de los alumnos, puesto de manifiesto durante la tarea de selección de tarjetas didácticas, con el trabajo pautado[3] (tarjeta A del Anexo II) se aprenden fundamentalmente *procedimientos de manipulación* del material

de laboratorio (80%) y *procedimientos intelectuales básicos* (según se especifica en la Dimensión II.A.); un único alumno (5%) señala aprender *conceptos*. Aunque en la entrevista verbal los estudiantes hayan manifestado que en sus clases no realizan trabajos de comprobación de hipótesis, enfrentados a la situación que plantea la tarjeta B, reconocen que este tipo de trabajo de laboratorio, además de favorecer el logro de los aprendizajes anteriores, permitiría aprender *procedimientos intelectuales complejos* (60%) (investigar, formular hipótesis, analizar resultados, extraer conclusiones, seleccionar bibliografía, evaluar el trabajo). Según ellos, con estos trabajos de comprobación de hipótesis aprenderían *conceptos* disciplinares y, como un *aprendizaje social*, a manejarse adecuadamente dentro del laboratorio. Por último, al analizar la situación didáctica que plantea la tarjeta C (trabajo de tipo investigador), los estudiantes opinan que este tipo de **trabajos prácticos de laboratorio** daría aun mayores posibilidades de aprender *procedimientos intelectuales complejos* (70%) y *conceptos* (Cuadro III).

Según estos resultados, los alumnos consideran que trabajos de comprobación de hipótesis y de investigación permitirían aprender *conceptos científicos* (45% y 55%, respectivamente) y trabajar como científicos, aunque un muy bajo porcentaje de alumnos reconoce que sirvan para aprender *actitudes científicas* (clasificadas por nosotros como *aprendizaje social*).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según se desprende de lo que manifiestan los alumnos de 4º año**,** los trabajos de laboratorio que realizan en sus clases de biología se encuentran lejos de las actuales propuestas curriculares argentinas y de las opiniones de los expertos de la didáctica de la ciencia.

Existe consenso entre lo que prescriben los documentos oficiales vigentes en Argentina (contenidos básicos para la educación polimodal, 1997; fuentes para la transformación curricular, 1996; recomendaciones metodológicas para la enseñanza de las ciencias, 1997) y los especialistas de la didáctica de la ciencia (Gil et al., 1991; Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1994; White, 1996) sobre las características que deben reunir los trabajos de laboratorio para ser considerados un recurso metodológico válido. De acuerdo con estos documentos y con la postura de los didactas, los trabajos prácticos de laboratorio se deben plantear de modo que:

a) favorezcan la resolución de problemas mediante el diseño de investigaciones experimentales, permitiendo que los alumnos formulen y prueben hipótesis;

b) brinden a los jóvenes la posibilidad de elaborar explicaciones teóricas del mundo natural;

c) propicien la reflexión final sobre el **trabajo** práctico de laboratorio para que comprendan por qué y para qué se realizó;

d) sean coherentes con el actual modelo de ciencia (nueva filosofía de la ciencia);

e) se basen en una concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje en la cual se reconoce que los alumnos no son meros reproductores de información externa, sino que reelaboran esta información a partir de sus ideas previas.

f) tiendan gradualmente a la autonomía de los estudiantes a través de prácticas que les permitan diseñar sus propias experiencias.

Sin embargo, según manifiestan los alumnos en nuestro estudio, los trabajos prácticos que les proponen sus profesores quedan encuadrados dentro de una enseñanza de transmisión de conocimientos, que supone una concepción de aprendizaje por recepción, en la cual no se tiene en cuenta la actividad transformadora de los estudiantes, y dentro de presupuestos epistemológicos empírico-inductivistas. Los trabajos de laboratorio que ellos refieren se llevan a cabo en sus clases y se caracterizan por el bajo nivel de indagación, al no requerir habilidades investigadoras (Herron, 1971, citado por Hodson, 1994). Por el contrario, se trata de actividades de verificación e ilustración de los temas disciplinares descriptivos expuestos verbalmente por el profesor y, en algunos casos, de ejercicios prácticos para el desarrollo de habilidades técnicas (Caamaño, 1992).

Cuadro III

Clase de aprendizajes que, en la tarea de selección de tarjetas, los estudiantes dicen que se *lograrían* con las diferentes modalidades de trabajos prácticos de laboratorio.

Tipo de trabajos prácticos	Aprendizaje social (%)	Aprendizaje procedimental (%)			Aprendizaje verbal (%)	
		Manipulación	I. básicos	I. complejos	Datos	Conceptos
Pautado (Tarjeta A)	10	80	55	0	5	5
Comp. hipótesis (Tarjeta B)	15	55	55	60	5	45
Investigación (Tarjeta C)	20	50	65	70	5	55

De acuerdo con lo que los alumnos expresan, no se les pide, en general, que interpreten resultados, es decir, que relacionen los diversos datos provenientes de la observación u otra fuente. Por el contrario, pasan directamente a generalizaciones. Pensamos que esto es triplemente arriesgado. En primer lugar, porque el afán por la conclusión no permite detenerse lo suficiente para analizar los datos. En segundo lugar, porque la premura por encontrar el resultado puede llevar a la falsa idea de que investigar es simple y rápido. En tercer lugar, que sólo haya conclusiones a partir de observaciones no guiadas por ninguna hipótesis, ni relevantes para ningún problema previo, manifiesta una concepción inductivista de la ciencia contrapuesta a las actuales epistemologías.

Por otra parte, los alumnos señalan que, en las clases teóricas, no se retoman los resultados de los trabajos prácticos de laboratorio, ni existe un tiempo para reflexionar sobre la tarea, determinar la finalidad del trabajo, discutir si se hubiera podido hacer de otra manera, evaluar los logros en función de los objetivos –y tomar conciencia de lo realizado– reconociendo errores y revisando lo que se ha aprendido. Creemos que, sin esta reflexión, se alienta a los jóvenes a mantener una actitud mecánica y pasiva, de bajo nivel de implicación intelectual.

No obstante, pensamos que uno de los aspectos más criticables de las prácticas está dado por la simpleza de las experiencias y de las acciones que los alumnos deben realizar. Es cuestionable que, en términos generales, los trabajos prácticos de laboratorio sólo sirvan para observar, dibujar y a veces describir. Es útil ver con nuestros propios ojos, pero estas tareas no ayudan a agudizar la capacidad de observación y a orientarla hacia la «observación científica» mediada por hipótesis. La observación es una habilidad desaprovechada en estas prácticas. En algunos casos es sólo «mirar» para reproducir en un dibujo y, en otros casos, es para reconocer lo que se pide en un material o para contestar preguntas cerradas, que suelen responderse sin tener en cuenta el material de observación, delegando, en el libro de texto, gran parte del contenido que deben averiguar con ayuda del trabajo práctico de laboratorio. Raramente la observación está vinculada con la interpretación de fenómenos o procesos. A nuestro juicio, éste debería ser un objetivo de la observación, que conduciría a que los alumnos manifestaran sus propias explicaciones sobre lo observado y las confrontaran con las representaciones de sus compañeros. En cambio, las observaciones que actualmente se les plantean son sólo una constatación perceptiva de los fenómenos, que contribuyen a que los alumnos se formen una imagen de la ciencia como actividad que simplemente observa y registra fenómenos. Desde nuestro punto de vista, las prácticas de laboratorio piden a los alumnos menos de lo que ellos intelectualmente podrían hacer, siendo muy bajos los niveles de consecución.

En cuanto a la segunda dimensión de análisis, un aspecto crítico de los trabajos experimentales es lo que permite aprender. Los estudiantes manifiestan que los aprendizajes logrados con las experiencias de «verificación e ilustración» pautadas por el profesor son restringidos porque estos trabajos prácticos no promueven el *aprendizaje de conceptos, de procedimientos intelectuales complejos* (formulación de problemas e hipótesis, diseños de experiencias, análisis, etc.) *ni sociales* (habilidades sociales, actitud de indagación, actitud crítica y reflexiva, etc.), según la clasificación de Pozo (1996). Frente a estos resultados sobre los aprendizajes logrados nos preguntamos: *¿Dónde reside el valor educativo de los trabajos de laboratorio si no promueven el aprendizaje de nuevos conceptos y si el aprendizaje de procedimientos y actitudes científicas es tan pobre? ¿Por qué los alumnos dicen que «aprenden mucho»?* De sus respuestas surge que los trabajos prácticos de laboratorio son un complemento para aprender los datos y conceptos presentes en las explicaciones de los profesores o del libro de texto.

Nuestra explicación de la anterior contradicción es la siguiente. En primer lugar, sabemos que el aprendizaje de datos es una tarea ardua porque, por definición, implica tener que incorporar información puntual, arbitraria, literal, difícilmente relacionable con los conocimientos que un sujeto dispone. En este sentido, los trabajos de laboratorio facilitan la tarea de memorización, inherente al empeño de adquirir este tipo de información. Para resolver las tareas que solicita el **trabajo práctico de laboratorio**, los alumnos precisan usar las nomenclaturas enseñadas anteriormente. Es decir, los nombres de estructuras y de funciones, así como las taxonomías, dejan de ser un fin en sí mismas y pasan a ser necesarias para participar en la resolución del práctico. Se vuelven útiles, imprescindibles para hablar de lo que se observa y, de este modo, adquieren valor. Dejan de ser simplemente contenidos del programa para convertirse en vocabulario de uso.

En segundo lugar, los trabajos de laboratorio parecerían favorecer la comprensión de los conceptos disciplinares, desplegados en las clases expositivas del docente o en los textos. La participación de los alumnos en el trabajo de laboratorio los pone en contacto con el material natural, es decir, con objetos reales del mundo en el que viven. Éstos no están presentes ni en las clases teóricas ni en los libros. Sin embargo, son los que permiten hallar sentido a lo que éstos explican. Asistir al laboratorio y ponerse en contacto con el material natural ayuda a encontrar un nexo entre lo que aparece en los libros y en la escuela, y lo que existe fuera de éstos, en su mundo cotidiano. El saber producido por la ciencia, cuando es traspuesto a lo que se enseña en la escuela, suele ocultar este nexo: suele presentarse como un conocimiento absoluto, en sí mismo, desconectado de la realidad. Por el contrario, lo que las comunidades científicas investigan siempre parte de problemas hallados en el mundo circundante; son estos problemas los que ponen en marcha el quehacer científico. En el origen del conocimiento está el intento de explicar el mundo. Cuando, en la escuela, el saber es transmitido de forma descontextualizada, omitiendo el nexo con ese entorno, los alumnos no saben para qué estudian. Por el contrario, realizar un trabajo práctico de laboratorio en presencia de material natural repone el vínculo necesario que permite devolver el sentido al saber disciplinar. Además, este encuentro con el objeto real pone en marcha las ganas de entender el mundo biológico. Nada puede aprenderse sin un compromiso por parte del aprendiz. Nada puede aprenderse significativamente si no atrae el interés del que aprende. Encontrarse en el laboratorio con ese material

real, fuente de las elaboraciones explicativas de la ciencia, es lo que lleva a involucrarse en querer aprenderlas. Sin este contacto con lo que ha dado origen a las explicaciones teóricas, estudiar suele ser una mera obligación.

Según las razones anteriores, a pesar de que los trabajos de laboratorio que los alumnos entrevistados realizan en sus clases desaprovechan su potencial de aprendizaje, estas actividades logran dar significación y sentido a lo que el alumno debe aprender, favoreciendo la comprensión o afianzamiento de los temas disciplinares tratados en clase. No obstante esta percibida utilidad, son los mismos alumnos los que manifiestan que desean participar en trabajos prácticos de laboratorio que les representen un mayor desafío intelectual y que les permitan aprender los conceptos científicos a la vez que los acerque al trabajo de la ciencia.

Para concluir, existe una distancia clara entre lo que proponen los especialistas en la enseñanza de la ciencia y los documentos curriculares, por una parte, y los trabajos de laboratorio que plantean los docentes, por otra. Los primeros abogan por trabajos prácticos de laboratorio que constituyan un desafío intelectual, que promueva la reflexión y búsqueda de explicaciones y que tiendan hacia un creciente nivel investigador. Por el contrario, en las escuelas estudiadas, predominan los experimentos de verificación que escasamente promueven la reflexión. Según los alumnos, sería conveniente introducir en sus clases trabajos prácticos de laboratorio de investigación, ya que los reconocen como fuente de aprendizajes sustantivos. De acuerdo con esto, nos preguntamos: ¿deberían eliminarse los trabajos prácticos de laboratorio de comprobación e ilustración de la teoría? Pensamos que no, en la medida que no se confundan sus finalidades y no transmitan una inadecuada imagen de la ciencia, ya que han demostrado en este estudio tener cierto valor educativo. Sin embargo, precisarían rediseñarse para volverse más fecundos: para permitir la participación de los jóvenes, acoger sus ideas, favorecer la discusión y posibilitar la búsqueda de interpretaciones sobre los objetos estudiados. Pensamos, además, que pueden ser considerados como formas de trabajo iniciales y preparatorias de prácticas de comprobación de hipótesis o investigadoras, aunque serán los docentes quienes deberán evaluar la utilización de los trabajos, en función de los objetivos que persigan y las posibilidades concretas de realización.

Por último, más allá del interés aplicado que esta investigación provee, creemos haber contribuido con el procedimiento diseñado al estudio general del *pensamiento* de los alumnos cuya comprensión resulta un eslabón necesario para entender los procesos de enseñanza y de aprendizaje que se dan en las aulas.

NOTAS

[1] Aunque se trata de una tesis de licenciatura, es preciso hacer notar que su autora tiene veinticinco años de experiencia docente como profesora de biología, aunque ha querido revalidar su título docente (emanado de una carrera terciaria de cuatro años de duración) cursando una nueva licenciatura universitaria, a modo de especialización.

[2] Existe una tercera parte de nuestro estudio, no consignada en este artículo, en el que aplicamos también una segunda tarea de selección de tarjetas (con un cuestionario posterior) para que los alumnos reflexionaran sobre qué objetivos perciben ellos que guían los trabajos prácticos que sus docentes les proponen.

[3] Nótese que los alumnos responden diferente en la entrevista verbal (analizada en el Cuadro II) y en la tarea de selección de tarjetas (Cuadro III), respecto de lo que es posible aprender con el TP pautado. Es probable que, enfrentados a la situación didáctica presentada por la tarjeta A, los estudiantes logran tomar mayor conciencia acerca de las posibilidades reales del TP pautado, al estar comparándolo con las otras situaciones didácticas representadas en el resto de las tarjetas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, S. (2001). «Concepciones sobre los trabajos prácticos de biología de los alumnos de 4º año del secundario». Tesis de licenciatura, 251 pp. Universidad Nacional de General San Martín.

BARBERÁ, Ó. y VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias,* 14(3), pp. 365-379.

CAAMAÑO ROSS, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de Innovación Educativa*, 9, pp. 61-68.

CASTORINA, A., LENZI, A. y FERNÁNDEZ, S. (1984). Alcances del método de exploración crítica en psicología genética, en Castorina, J.A et al. *Psicología genética*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

CLAXTON, G. (1994). *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela.* Madrid: Visor.

CONTENIDOS BÁSICOS PARA LA EDUCACIÓN POLIMODAL (1997). Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación de la Nación - Consejo Federal de Cultura y Educación.

FUMAGALLI, L. (1993). *El desafío de enseñar ciencias naturales.* Buenos Aires: Troquel.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ TORREGOSA, J. (1991*). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria.* Cuadernos de Educación. Universidad de Barcelona: ICE-Horsori.

GONZÁLEZ, E. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), pp. 206-211.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias,* 12(3), pp. 199-313.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N. y ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias,*17(1), pp. 45-59.

KIRSCHNER, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skill in science education. *Science and education,* 1, pp. 273-299.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN (1996). *Fuentes para la transformación curricular. Ciencias Naturales*. Buenos Aires.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN (1997). *Recomendaciones metodológicas para la enseñanza*. Buenos Aires. Secretaría de Programación y Evaluación Educativa.

POZO, I. (1996). *Aprendices y maestros.* Madrid: Alianza.

TAMIR, P. y GARCÍA ROVIRA, M.P (1992). Características de los ejercicios de prácticos de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias,* 10(1), pp. 3-12.

WHITE, R. (1996). The link between laboratory and learning. *International Journal of Science Education,* 18(7), pp. 761-774.

[Artículo recibido en enero de 2003 y aceptado en octubre de 2003]

ANEXO I

Cuestionario de la entrevista verbal

1) ¿Hiciste o hacés trabajos experimentales en biología? ¿Cuántos hiciste en el año? Dame dos ejemplos de trabajos prácticos que hayas realizado en el año y contame cómo los hiciste?
2) ¿Te gusta o no hacerlos? ¿Por qué?
3) ¿El trabajo práctico se relaciona o no con lo que estudiás en las clases teóricas? ¿En qué momento hacen los trabajos prácticos, antes, durante o al finalizar el tema teórico? Podés establecer la relación entre la teoría y el trabajo experimental?
4) ¿Participaste en la elaboración de actividades de laboratorio o trabajas con guías ya elaboradas? (Si hizo ambas cosas.) ¿Cuál de las dos maneras te resultó más provechosa? ¿Por qué? (Si trabajó con guías y no se habló anteriormente.) Coméntame cómo son las guías. ¿Se las da el profesor o la sacan de los libros? ¿Las indicaciones de trabajo son claras?
5) ¿Trabajan en grupo o individualmente? (en caso de grupalmente). ¿Todos participan en el trabajo? ¿De qué manera? ¿Cuál es tu participación? ¿Tiene ventajas o no el trabajo grupal?
6) ¿Te has encontrado con dificultades al realizar el trabajo práctico? ¿Cuáles?
7) En cuanto al tiempo en que realizan el trabajo práctico, ¿qué te parece esa duración: es adecuada, demasiado adecuada o poco adecuada?
8) ¿Por qué creés que los profesores dan los trabajos prácticos?
9) ¿Para qué creés que sirven los trabajos prácticos?
10) ¿Se logran esos propósitos? ¿Por qué?
11) ¿Se aprende haciendo trabajos prácticos? ¿Por qué?
12) ¿Qué cosas podés aprender con el trabajo experimental? ¿Cuándo creés que algo está aprendido?
13) ¿Los trabajos prácticos favorecen más el aprendizaje, de igual manera o menos que otras formas de trabajar de tu profesor? ¿Por qué?
14) Desde tu experiencia, ¿qué críticas harías a los trabajos prácticos? ¿De qué manera te gustaría trabajar?
15) ¿Cuándo realizás un trabajo práctico sentís que estás trabajando como los científicos? ¿Cómo es el trabajo de un científico? ¿Cómo surgen los temas que investigan?

ANEXO II

Cuestionario para la tarea de selección de tarjetas de situaciones didácticas

1) Ordená las tarjetas desde la forma más frecuente a la menos frecuente de trabajo de tu profesor/a. ¿Cuál es tu opinión sobre la forma más frecuente de trabajo?
2) ¿Cuál de los distintos tipos de trabajo práctico te parece más interesante? ¿Por qué?
3) ¿Qué tipo de trabajo te parece menos interesante y por qué?
4) En la tarjeta C se compara tu actividad con la de un científico, ¿Por qué se hace? ¿Es importante o no?
5) ¿Qué tipo de trabajo práctico te parece más útil para aprender y cuál menos útil? ¿Por qué? ¿Qué podés aprender? ¿Podrías enumerar los aprendizajes?
6) Si vos fueras profesor:
   a) ¿Qué forma de trabajo le propondrías a tus alumnos y por qué?
   b) ¿Para qué sirve cada modalidad de trabajo práctico? Enumerá qué se aprende con cada modalidad.
   c) Cuándo están haciendo un trabajo práctico, por ejemplo, sobre fotosíntesis, y un alumno dice que *las plantas hacen fotosíntesis de día y respiran de noche*, el profesor sabe que el alumno está equivocado. ¿Qué hace? ¿Por qué creés que lo hace?
7) Contraargumento.

TARJETAS DE SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA LA TAREA DE SELECCIÓN

Tarjeta A

*El profesor está trabajando teóricamente el tema «**Origen de los seres vivos**». Explica a sus alumnos que durante mucho tiempo existió una teoría que sostenía que los seres vivos se originaban a partir de materia inerte, a la que se la llama* generación espontánea*. Comenta trabajos realizados por científicos que deseaban derrotar esta idea y es así como propone a sus alumnos hacer un experimento que permita comprobar que los seres vivos sólo se originan de otro ser vivo.*

El profesor entrega a los alumnos la siguiente guía de trabajo práctico.

Trabajo práctico

Tema: Origen de la vida. Derrota de la teoría de la generación espontánea.

Objetivo: Demostrar que los microorganismos se originan a partir de microorganismos preexistentes.

Materiales: Matraces, caldo nutritivo, tubo de vidrio recto de 10 cm, tubo de vidrio en forma de S de 20 cm, tapón de goma (1), tapones de algodón (5), papel de aluminio, hilo.

Procedimiento: El profesor da todas las indicaciones para realizar paso a paso la experiencia.

Resultados: El profesor pide a los alumnos que completen el cuadro que les ha dado, con los datos de las observaciones.

Conclusiones: De acuerdo a las observaciones realizadas, el profesor solicita a los alumnos que extraigan una conclusión acerca de cuál es el origen de los microorganismos.

Tarjeta B

*El tema del día es **«Origen de los seres vivos»**. El profesor comienza su clase preguntando a los alumnos qué saben acerca del origen de los diferentes seres vivos que pueblan nuestro planeta. Se establece de este modo un intercambio de opiniones, donde parece estar muy claro el tema. En ese momento el profesor pregunta:*

¿Cómo explicarían la aparición de mohos, hongos que tienen el aspecto de pelusa, sobre el pan, el queso fresco, la manzana, etc.?

¿Necesitarán condiciones especiales para formarse?

Las respuestas son diversas. El profesor toma nota de todas en el pizarrón, y luego les pide:

Realicen un bosquejo o diseño de una experiencia que les permita comprobar si las respuestas a las preguntas son correctas.

Para realizar el diseño de la experiencia pueden usar algunos de estos materiales:

- cajas de plástico o cajas de Petri
- trozos de pan, queso, manzana, dulce de batata
- agua
- pipeta
- papel de filtro
- probeta

El profesor recomienda hacer observaciones diarias y llevar el registro de las mismas, por ejemplo, en cuadros, que usarán para los resultados y las conclusiones. También es conveniente la observación, con lupa y microscopio, de los hongos que se formen, ayudándose con libros.

El profesor, en todo momento, orienta en la tarea a sus alumnos, discutiendo diseños, resultados, etc. Al finalizar la experiencia, pide a los alumnos:

Explicar cómo y en qué condiciones se desarrollan los hongos.

Tarjeta C

Comienza la clase de biología para los alumnos de 2º A. Como de costumbre, el profesor luego de saludar, escribe en el pizarrón el título del tema del día: ***«Origen de los seres vivos»****. Luego, saca de su maletín dos paquetes cerrados, que contienen lentejas y garbanzos respectivamente, y se los muestra.*
La particularidad es la presencia de gorgojos en ambos paquetes. Frente al asombro de los alumnos, les formula los interrogantes:

a) ¿Por qué aparecen gorgojos en los paquetes si éstos están cerrados?
b) ¿Cómo se han originado?
c) ¿Después de un tiempo, habrá más gorgojos? ¿Por qué?

Les pide que individualmente traten de dar respuesta a las preguntas, para, luego, entre todos, discutirlas y tomar nota de aquéllas que son aceptadas mayoritariamente.
Los alumnos dicen:

***Se formaron de la humedad que había en el paquete.**
***Las semillas se transforman en gorgojos.**
***Se forman por el aire que hay en la bolsa.**
***Las semillas estaban sucias con tierra y salen de ahí.**
***Las semillas se envasaron junto con los gorgojos.**

Hecho esto, y reunidos en pequeños grupos, los alumnos deben buscar información referente al tema para averiguar si sus conclusiones son acertadas.

Luego, los alumnos trabajarán en grupos para elaborar diseños experimentales que conduzcan a abandonar la teoría de la generación espontánea.

El profesor los orienta en la tarea. Al finalizarla, profesor y estudiantes analizarán los diseños antes de ponerlos en práctica.
Los alumnos registrarán observaciones, anotarán resultados, pudiendo hacer cuadros, tablas, esquemas y finalmente sacarán conclusiones. Estas conclusiones figuran en el informe de cada grupo. Se discuten y se trata de realizar generalizaciones.
Al finalizar el trabajo, el profesor entrega a sus alumnos el diseño de la experiencia hecha por Pasteur acerca de la generación espontánea. Les pide que comparen su forma de trabajar con la del científico y que realicen grupalmente predicciones, es decir, que se anticipen a los resultados de la experiencia dada. Los alumnos, junto con el profesor, hacen una puesta en común con las predicciones.
Finalmente, se les da los resultados y las conclusiones de la experiencia de Pasteur, para que los comparen con las propias conclusiones.

Tarjeta D

El profesor, luego de saludar a sus alumnos, comienza su clase. Anuncia el tema del día y coloca el título del mismo en el pizarrón. Pide a los jóvenes que abran sus carpetas porque comenzarán a trabajar.

P: Chicos, hoy vamos a ver, como ya les dije, la teoría de la generación espontánea. ¿Se acuerdan que la clase pasada hablamos de todas las teorías que se refieren al origen de los seres vivos? ¿Sí?
A: Sí, como las ideas creacionistas o las que dicen que provienen del espacio. (Contestan algunos chicos.)
P: Sí, también nombramos la teoría científica, que veremos en las próximas clases. Bueno, ustedes saben que todo ser vivo proviene de otro ser vivo, ¿verdad?
A: Sí. (Contesta un alumno.)
P: Bien, aunque parezca mentira, ésta es una idea relativamente nueva, porque durante mucho tiempo se pensó que los seres vivos podían originarse de materia inerte.
A: ¿Cómo de materia inerte?
P: De materia sin vida. Ya verán, vamos a hacer un poco de historia. Voy a hacer un cuadro en el pizarrón y ustedes lo pueden copiar.

Mientras explica, el profesor va registrando algunas ideas en el pizarrón:

Egipcios: Atribuían al barro caliente del Nilo la fuerza capaz de originar desde mosquitos hasta cocodrilos.

Siglo XVII: Un científico llamado Van Helmont hizo la siguiente experiencia... (El profesor dibuja y describe la experiencia de este científico y de otros y los alumnos toman nota.)
P: Finalmente Pasteur, a quien todos seguramente conocen, logró con sus trabajos terminar con la teoría de la generación espontánea. Les voy a dar a cada uno una fotocopia con el trabajo experimental de Pasteur, para analizarlo. Lo vamos a comparar con los trabajos anteriores, para ver por qué él pudo desterrar la teoría de la generación espontánea y también veremos cuáles son algunas de las consecuencias de sus trabajos, importantes para nuestra vida cotidiana.

Los alumnos leen la fotocopia, contestan las preguntas que se les hace en la misma y luego se leen las respuestas y se hacen comentarios.