



Debates actuales en la didáctica de las ciencias naturales

Elsa Meinardi¹ y Agustín Adúriz-Bravo^{1,2}

1. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. E-mail: emeinardi@fibertel.com.ar

2. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. España.

Resumen

En los últimos diez años se han producido diversos cambios en torno de los temas centrales de debate en el campo de la didáctica de las ciencias, coincidiendo con la creciente consolidación de la disciplina. En algunas cuestiones los investigadores parecen estar llegando a un consenso, mientras que en otras la discusión aún sigue abierta. En este trabajo trataremos algunas de estas últimas cuestiones, que hemos seleccionado debido a su interés teórico, mostrando las líneas de discusión y las ideas principales que manejan algunos autores.

Abstract

In the last ten years, there have been several changes around the central issues of debate in the field of didactics of science. These changes have taken place along with the growing consolidation of the discipline. In some issues researchers seem to be reaching consensus; in some others, there is ongoing discussion. In this paper we will review some of the latter; we have selected them because of their theoretical interest. We will show the lines of discussion and the main ideas proposed by some authors.

Introducción

Considerando que las disciplinas que conforman el área de las ciencias naturales presentan algunos problemas en común en lo que atañe a su enseñanza y aprendizaje, presentamos a continuación una puesta al día de los grandes temas que se debaten en la actualidad en torno a estas cuestiones. En este artículo, haremos referencia a los siguientes puntos:

1. La enseñanza de los procedimientos científicos y su relación con los contenidos disciplinares.
2. El currículo de ciencias en secundaria: ¿integrado o disciplinar?
2. Las finalidades de la educación científica.
3. Las ideas de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia.
4. ¿Existe una ciencia escolar distinta de la ciencia erudita? Los modelos teóricos para trabajar en el aula.
5. El problema de los conocimientos cotidianos.

A continuación abordaremos cada uno de ellos, mostrando un panorama de las opiniones acerca de estos temas de debate y sus posibles derivaciones en la investigación didáctica de los próximos años.

El eje central de estos debates lo constituye la dicotomía que aún persiste entre el discurso teórico-académico que no llega a incidir en el trabajo en el aula, y las prácticas reales, en las cuales se observa una concepción tecnológica de la didáctica que no incluye el cuestionamiento crítico de nuestro quehacer docente.

La exposición de estos debates pretende colaborar con las reflexiones sobre la práctica de enseñar ciencias; reflexiones que se nutren en el aula, y que esperamos, vuelvan a ella.

Contenidos y procedimientos

Hoy en día se afirma que los procedimientos científicos deben ser enseñados en su relación con los contenidos conceptuales que les dan sustento. Ahora bien, ¿cuál es esta relación entre unos y otros? Harlen (1989) menciona que hasta hace pocos años "se trataban los conocimientos y los conceptos como productos de los

procesos. Esta perspectiva de las ciencias es inductiva y considera el conocimiento como resultado de las observaciones y de las pruebas”.

Dos enfoques posibles para abordar la relación contenidos-procedimientos son los que muestra Pozo (1997) cuando dice que “durante mucho tiempo (...) se creyó que el desarrollo de ciertas capacidades generales de pensamiento servía para que luego, los alumnos, fueran capaces de aplicarlas desde arriba a cuantas tareas específicas lo requirieran. En cambio, hoy en día se defiende la necesidad de enseñar esas capacidades desde los contenidos específicos de cada una de las materias”. En esta cita vemos enfrentados el enfoque formalista de inspiración piagetiana y un enfoque semántico más actual.

Actualmente parece darse por sentado que los procedimientos no se pueden separar de los contenidos a aprender; este es una hipótesis que daría por tierra con la moda del “enseñar a pensar” sin contenidos específicos detrás. Sin embargo, han aparecido dos nuevos problemas: no está claro, por un lado, qué es exactamente un contenido procedimental y, por otro lado, cuál es el lugar que ocupa la enseñanza de procedimientos en las aulas de ciencias.

Respecto del primer problema, podemos mencionar que se habla de procedimientos psicomotores (como el de saber mirar a través de un microscopio), que poco se diferencian de las antiguamente llamadas habilidades o destrezas, y de procedimientos cognitivos, como reflexionar o elaborar hipótesis. En este segundo caso la cuestión se complica nuevamente, porque habría, para algunos autores, procedimientos generales y contenidos procedimentales (Meinardi, 1998). Saber leer gráficos de barras sería un procedimiento muy general, pero comprender la información de un gráfico de barras en particular -por ejemplo, extraído de la prensa- sería un contenido procedimental específico.

En relación con el segundo problema, que hace al trabajo en el aula, hay abundante evidencia (Duschl y Hamilton, 1992) de que los profesores seguimos atribuyendo una importancia central a los conceptos y vemos los procedimientos como un elemento periférico del currículo y de la propia ciencia. Hemos heredado esta visión epistemológica fuertemente lingüística de nuestra formación inicial y nuestra ex-

periencia como estudiantes. Ponemos tanto énfasis en la estructura conceptual que dedicamos un tiempo enorme a su enseñanza y evaluación, pero finalmente comprobamos muchas veces que estos conceptos quedan, para nuestros alumnos, en la categoría de simples etiquetas memorísticas que no tienen sustento en representaciones de los fenómenos a explicar o de las acciones que sobre ellos se realizan (Galagovsky, 1993; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2000).

Poniendo por caso la biología, es cierto que evaluar si un estudiante comprende el rol de un órgano en un sistema, o la función de una organela que está sólo en algunas células, es más difícil y laborioso para nosotros que interrogarlo acerca de sus nombres. Pero aquí tenemos que decidir el tipo de alfabetización científica que queremos para nuestros alumnos; probablemente no tengamos tiempo suficiente para lograr un aprendizaje significativo, funcional y a la vez vasto y enciclopédico, entonces tenemos que optar. Si no, corremos el riesgo de que, una vez olvidadas las etiquetas lingüísticas, no queden representaciones a las cuales hacer referencia.

Además de este énfasis desmedido en los conceptos, se verifica a menudo en los profesores una falta de reflexión acerca de los procedimientos cognitivos que se desean poner en juego en cada secuencia instruccional. Cuando planificamos una secuencia didáctica, nunca falta la referencia de los conceptos que queremos enseñar, pero pocas veces aparecen bien explicitados los propósitos didácticos de cada actividad. Estos propósitos tienen que ver con los procedimientos cognitivos que queremos lograr en nuestros alumnos, por ejemplo, generar un conflicto cognitivo, dar lugar a la formulación de hipótesis, o promover la reflexión metacognitiva (Galagovsky, 1993).

Para cerrar este punto, mencionaremos que la separación de los contenidos curriculares en conceptuales, procedimentales y actitudinales, muy extendida en la práctica docente, se generó en el contexto de la investigación didáctica, en el cual sirvió a modo de herramienta analítica (Coll y col., 1992). Como algunos autores plantean actualmente, muchas veces esta separación resulta artificial en la planificación de aula.

Integración disciplinar: ¿ciencia compleja o ciencia empobrecida?

Hay un número de la revista *Infancia y Aprendizaje* (65, 1994) dedicado al debate sobre si el currículo de ciencias debería tener una organización estrictamente disciplinar, heredada de la ciencia erudita, o una más bien globalizada en un área. Resumiremos primero los puntos de vista de algunos autores que optan por el enfoque disciplinar.

Daniel Gil-Pérez (1994) dice que “la esencia misma del trabajo científico exige tratamientos analíticos, simplificadores, artificiales. La historia del pensamiento científico es una constante confirmación de que ésta es la forma correcta de hacer ciencia, de profundizar en el conocimiento de la realidad en campos definidos, limitados”. Otro autor (Hernández, 1992) menciona que las investigaciones disponibles parecen avalar que se necesita un grado alto de competencia informativa para poder establecer luego las relaciones generalizadoras. Esta competencia debe ser fruto de una profundización en el estudio de los diferentes dominios disciplinares. Por su parte, Adúriz-Bravo (1999) plantea cierta indefinición en el concepto mismo de transdisciplinariedad en el currículo, ya que las propias disciplinas representan enfoques de la realidad diferentes e irreductibles entre sí, y poco unificables en un nivel superior.

En otro trabajo, el mismo Gil-Pérez (1993) dice que “la ciencia compleja sólo puede ser el resultado al que se llega después de aproximaciones inicialmente simplificadoras y disciplinares, (...) cada disciplina estudia niveles de organización de la materia distintos, que no se pueden mezclar sin caer en una visión empobrecida de la realidad”. Gil-Pérez asocia, de esta forma, la integración disciplinar prematura o abusiva con una ciencia empobrecida.

Por otro lado, los autores que apoyan la integración de las diversas disciplinas apuntan que “los conocimientos construidos en la escuela tienen que ser de utilidad para el conjunto de la población en su vida diaria. (...) Para interesar a toda la población las ciencias deberían enganchar con los problemas e intereses de la vida diaria (...) y esto lleva lógicamente a una estructuración de área” (Jiménez Aleixandre,

García Rodeja y Lorenzo, 1990). Así, la estructuración curricular en áreas subordina la idea de disciplina al tratamiento de la complejidad que implican los problemas reales.

Mercè Izquierdo (1994), desde otra perspectiva, sugiere que “el referente disciplinar, es la ciencia del científico, mientras que el concepto de área es curricular, y se elabora pensando en la escuela”. Y agrega: “el problema es conseguir que las preguntas que se plantean en clase sean relevantes para los alumnos. (...) Esto significa reinventar las ciencias para hacerlas escolares”. Sanmartí e Izquierdo (1997) remiten así la respuesta a la cuestión sobre ciencia disciplinar o compleja a decisiones en relación con las finalidades de la enseñanza científica, más que con la validez teórica de un modelo u otro; se trata de una respuesta fuertemente pragmática y contextual. Si la ciencia escolar tiene como función principal la de perpetuación del acervo cultural humano, seguramente deberá tenerse en cuenta el referente disciplinar tradicional.

Ahora bien, la implementación de cambios profundos en la estructura del currículo de ciencias supone también modificaciones sustanciales en la formación docente inicial y continuada.

La mayoría de nosotros hemos sido formados como docentes de *una* disciplina, trabajamos solos en el aula y no tenemos tiempo (al menos institucional y rentado) para discutir y planificar con nuestros colegas del departamento.

Resumiendo los problemas planteados en este punto:

1. Hay que estudiar la ciencia escolar, que es distinta de la de los científicos, para decidir sobre su estructura formal y la forma idónea de organizarla curricularmente (Adúriz-Bravo, Meinardi y Duschl, 2000; Meinardi, Aduriz-Bravo, Morales y Bonán, 2002).
2. Optar por una ciencia integrada exige cambios en muchos aspectos organizativos escolares: los programas, horarios, espacios, sistemas de evaluación, relaciones entre los docentes.
3. Sería necesario replantear la formación del profesorado.

Finalidades de la educación científica

Un punto posible a discutir aquí es si queremos educar para mantener el orden actual de la sociedad, o para lograr una actitud crítica que promueva posibles cambios en ella. Toda propuesta de enseñanza de las ciencias implica una concepción particular, implícita o explícita, de cuáles son los propósitos de la educación científica (Meinardi, 1999). Hace unos pocos años, por ejemplo, algunos autores proponían que el objetivo de la educación debía ser formar ciudadanos "activos y solidarios para conquistar el bienestar de la sociedad" (Fourez, 1997).

A propósito de este tema, Wolovelsky y Aljanati (1998) proponen una mirada menos ingenua. Dicen que la escuela "debe ser el lugar donde se produce la distribución de aquellos conocimientos socialmente significativos, así como de aquellos saberes clásicamente validados. (...) Pero la escuela tiene funciones que van más allá de esta primera proposición. Esta función es la de hacer "gobernable" la sociedad. Dicho de otro modo, lograr el sostenimiento y la legitimación de un determinado sistema de poder". Estos autores sugieren pensar en alternativas más democráticas a estas demandas de la sociedad.

Hoy en día, son muchos los autores que han alzado sus voces planteando que la escuela tiende a reproducir y a legitimar los modelos sociales imperantes. Al mismo tiempo, proponen pensar en un modelo diferente, orientado a formar el pensamiento crítico de nuestros alumnos, para una sociedad deseable (Sanmartí e Izquierdo, 1997).

Lo que está en debate es, pues, si es legítimo quedarse únicamente con el objetivo de insertar a nuestros alumnos como ciudadanos de esta sociedad, o si, por el contrario, deberíamos hacernos preguntas tales como: ¿qué significa el bienestar de la sociedad?, ¿la sociedad que tenemos, es la misma que la que deseamos?, ¿estamos dispuestos a educar para esta sociedad?

Los imperativos sociales actuales responden a la necesidad de eficiencia. Díaz Barriga (1995) caracteriza muchos planteamientos educativos como "la expresión pedagógica por medio de la

cual la sociedad industrial pretende adecuar el funcionamiento de la escuela a las exigencias del proceso de industrialización. Esta situación explicaría (entre otras cosas) la orientación global de tecnología educativa, curriculum y evaluación hacia un criterio de eficiencia y control". ¿Es verdaderamente esto lo que queremos enseñar?

Qué es la ciencia y cuáles son sus métodos. El relativismo científico

Las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia que tienen tanto los estudiantes como los profesores son objeto de reflexión de una nueva línea de investigación didáctica de desarrollo pujante (McComas, 1998). Esta línea tiene una influencia directa en las propuestas de formación del profesorado.

Existe una opinión más o menos generalizada, en el ámbito de la investigación didáctica, acerca de la influencia negativa que tiene en el aula la visión del sentido común acerca de la naturaleza de la ciencia. Diversos estudios han caracterizado esta visión, en rasgos generales, como empirista, infalible, ahistórica, socialmente neutra y de acumulación lineal (Mellado y Carracedo, 1993).

Hay una pregunta de honda raigambre en el campo de la filosofía de la ciencia, que ha recibido diversas respuestas a lo largo de la historia de esta disciplina: ¿son las ciencias un conocimiento que describe aspectos del mundo y procura aproximarse a la realidad, o bien son un conocimiento de recursos conceptuales cuya finalidad es lograr un modelo explicativo de la realidad apelando a entidades que verdaderamente no existen?

La respuesta de esta pregunta es particularmente importante, dado el consenso creciente sobre que, si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacemos en las clases de ciencias, es preciso modificar nuestra epistemología *espontánea*, es decir, nuestra concepción sobre la naturaleza de la ciencia. Para abordar esta cuestión, haremos primero una rápida exposición de algunas concepciones epistemológicas de interés para la didáctica.

Según Alan Chalmers (1988), para el *racionalismo* hay un solo criterio, universal y atempo-

ral, por el cual deben ser juzgados los méritos de las teorías. Para un inductivista, este criterio puede ser el apoyo que dan los hechos al ser generalizables; para un falsacionista, la posibilidad que las teorías tienen de ser refutadas por los hechos. Para el racionalismo, entonces, la distinción entre ciencia y no ciencia está clara: casos caricaturizados, como la astrología o el marxismo, quedan fuera por no cumplir los requisitos de falsabilidad y de apoyo empírico.

En el otro extremo se encuentra el *relativismo*, según el cual no hay un criterio universal y ahistórico para que una teoría pueda ser juzgada como mejor que otra. Para Kuhn (1971), por ejemplo, no hay ninguna norma por encima de la aprobación de la comunidad científica. Una postura extrema en esta línea es la de Feyerabend, quien dice: "En las escuelas, por ejemplo, se enseña la ciencia como algo natural. Así, mientras que un americano puede esgocer ahora la religión que más le guste, no se le permite todavía elegir que su hijo estudie magia en lugar de ciencia en la escuela. Hay una separación entre la Iglesia y el Estado, pero no la hay entre el Estado y la ciencia" (Feyerabend, 1975). Feyerabend no está dispuesto a aceptar la superioridad de la ciencia sobre otras formas de conocimiento.

Volviendo a las distintas posturas filosóficas acerca de la naturaleza del conocimiento científico, podemos mencionar el *realismo*, según el cual las teorías describen, o aspiran a describir, qué es realmente el mundo. Esta concepción conlleva la idea de verdad; la ciencia aspira a dar descripciones verdaderas del mundo. El mundo existe independientemente de nosotros.

La idea de que la ciencia tiende a dar una versión verdadera de la realidad es empleada, muchas veces, como contrapunto al relativismo. Popper, por ejemplo, la emplea en este sentido: una teoría puede ser verdadera aun si nadie cree en ella, ya que la verdad es objetiva.

Para el *instrumentalismo*, en cambio, las teorías tienen el rol de instrumentos conceptuales destinados a relacionar un conjunto de estados observables con otros. En un ejemplo clásico, las moléculas en movimiento del modelo de los gases ideales son ficciones de los científicos que nos permiten predecir las manifestaciones observables de las propiedades de los gases.

Las contrucciones teóricas, entonces, no son juzgadas por su verdad o falsedad, sino más bien por su utilidad como instrumentos. Esto es lo que se llama *adecuación empírica*.

¿Qué influencia tiene el debate realismo/instrumentalismo en la didáctica de las ciencias? Según Castorina (1998), el constructivismo radical, por ejemplo en la versión extrema de von Glasersfeld, "propone la producción cognitiva de modelos o estructuras útiles en diversas situaciones, a los fines de ordenar un dominio de experiencias. En una palabra, [según los constructivistas] nuestro conocimiento no nos informa acerca del mundo sino acerca de nuestras experiencias y de cómo estas se organizan". Pareciera entonces haber una contradicción entre constructivismo y realismo.

Pozo (1989) asocia el realismo representacional al *principio de correspondencia*, que también formaba parte del núcleo duro del conductismo, según el cual el conocimiento es una copia de la realidad. Por el contrario, la alternativa que plantea el constructivismo, que supone que los seres humanos construimos internamente modelos del mundo, según algunos autores no puede ser realista. Esto ha dado lugar a la afirmación de que no se puede ser constructivista y creer que la ciencia describe el mundo real.

A este respecto, Castorina (op.cit.) señala que el constructivismo, así entendido, da un salto injustificado desde la premisa de que el conocimiento es una estructuración del propio sujeto hacia la afirmación de que la realidad es incognoscible. Castorina sugiere que si bien es importante realizar una ruptura teórica con el realismo empirista, es viable pensar en un realismo crítico, distante del reflejo o copia del mundo. Este realismo crítico, para Adúriz-Bravo e Izquierdo (2000), es uno de los contenidos epistemológicos que sustentan la educación científica.

La incorporación de estas diferentes posturas filosóficas en forma simplificada en el aula se resume, muchas veces, en una secuencia de razonamientos similar a la siguiente (Adúriz-Bravo y Meinardi, 2000): hay diferentes representaciones de la realidad construidas, y dado que no existe un método científico universal que permita validar el conocimiento, todas las

representaciones -religiosas, míticas, científicas- tienen el mismo estatus.

El razonamiento puede seguir así: dado que el conocimiento científico se valida socialmente, y como este conocimiento cambia todo el tiempo, nunca llegamos a conocer el mundo real, por tanto, el conocimiento es instrumental, no habla de la realidad del mundo. La conclusión a la que podemos arribar es que el mundo real no existe, en la medida en que nunca podremos conocerlo cabalmente.

Frente a esta introducción abusiva del relativismo científico en el aula, la nueva didáctica de las ciencias propugna por modelos realistas pragmáticos y racionalistas moderados, que recuperen el valor cultural de las ciencias y su eficacia para transformar el mundo (Adúriz-Bravo, 1999). En este sentido, los desarrollos teóricos de Ronal Giere (1992, 1999), en especial su caracterización del *realismo perspectivo*, son de primordial interés para la didáctica de las ciencias de los próximos años.

Ciencia erudita y ciencia escolar. Modelos científicos y didácticos

El conocimiento científico requiere establecer relaciones entre fenómenos a partir de situaciones ideales, que se reúnen, analógicamente, en un modelo científico. Un modelo científico articula un gran número de hipótesis de gran poder de abstracción, que usualmente están fuera del alcance de las capacidades de nuestros alumnos. Según un trabajo de Adúriz-Bravo y Galagovsky (1997), los modelos didácticos son re-representaciones escolares, es decir, son representaciones de los modelos científicos sobre las que se opera una transposición didáctica; ellos funcionan como "el conjunto de mediaciones adaptativas entre el saber científico y su versión escolar" (Frigerio, 1991).

Pero, ¿qué pasa con estos modelos en el aula? Muchas veces usamos los propios modelos científicos, sin tener en cuenta que nuestros alumnos no poseen las herramientas conceptuales ni disponen de las operaciones cognitivas de los científicos que los construyeron. Olvidamos que el modelo científico debería ser un punto de llegada, y no de partida, en la enseñanza (Meinardi, 1998).

Giordan y de Vecchi (1988) señalan que en la modelización "se trata, sobre todo, de reflexionar sobre los tipos de preguntas que se quieren responder". El modelo didáctico es un recorte de la realidad; la pregunta que debemos hacernos es: ¿qué hechos de la realidad queremos explicar con él?

Los buenos modelos didácticos funcionan como facilitadores del acceso de los alumnos al nivel más alto de representación de las disciplinas científicas. Posibilitan la construcción gradual de los saberes desde las formas más intuitivas y empíricas hasta las más estructuradas y teóricas. Para eso, es necesario que el docente explicita las limitaciones de los modelos didácticos y su relación con los modelos científicos, también limitados, además de enfatizar su carácter provisorio y perfectible.

Matthews (1994), en un ya clásico trabajo, menciona que la ruptura epistemológica con el sentido común que implica la ciencia no ha sido reconocida adecuadamente en la instrucción científica y entonces, "la aparente incapacidad de la instrucción para instruir se ha convertido en un enigma". Esta ruptura con el sentido común implica la mediación de los modelos teóricos; la instrucción científica cobraría sentido entonces en el proceso de aprender a modelizar. Pero decíamos que los modelos científicos deberían ser un punto de llegada con nuestros alumnos. Deberíamos empezar con modelos didácticos que transpongan los contenidos eruditos *sin perder el referente disciplinar* (Meinardi, Sztrajman y Adúriz-Bravo, 1997, 1998). Y tener presente qué preguntas se quieren responder, es decir, representarse claramente los objetivos de la acción de modelizar en el aula.

Concepciones sobre cómo se aprende. Conocimientos cotidianos: ¿obstáculos o puentes cognitivos?

Dice Lenzi (1998) que "uno de los principios básicos del llamado movimiento constructivista (...) es el reconocimiento de la importancia de los conocimientos previos de los alumnos para todo nuevo aprendizaje". Sin embargo, respecto de qué son las ideas previas de los alumnos, tenemos un cierto número de visiones encontradas. Para algunos autores, las ideas es-

pontáneas “no conforman un sistema elaborado” (Giordano y col., 1991). Para otros, como Pozo (1996), estas ideas poseen cierto grado de organización y consistencia, lo que permite considerarlas como teorías implícitas. Otros autores consideran que, en ocasiones, cuando interrogamos a los alumnos obtenemos respuestas incoherentes, que se contradicen entre sí y que pueden cambiar de un momento a otro.

La situación es compleja, pues bajo el encabezado de “ideas de los alumnos” hemos considerado un gran número de cosas distintas entre sí; a esto se suma la enorme variedad de nombres que se emplean para referir a entidades que muchos autores consideran similares. Esta falta de claridad en el campo de la didáctica se manifiesta en investigaciones sobre ideas previas que indagan acerca de los conocimientos escolares ya adquiridos, o las opiniones acerca de un fenómeno o un problema. Pero la naturaleza de estos conocimientos es completamente distinta a la de las ideas espontáneas.

El conocimiento espontáneo (también denominado *cotidiano* por autores neovygotskianos) es de carácter intuitivo y socialmente compartido, se ha validado en la experiencia empírica y en la interacción social, y se ha adquirido en un contexto de pertenencia a un determinado grupo cultural. La impronta afectiva de estos saberes, por tanto, es muy grande. La escuela muchas veces quiere obligar al alumno a dejar de confiar en estos referentes socioculturales que le han permitido construir y manejar la realidad, a cambio de aceptar el saber que trae el profesor, sin que se explicita claramente por qué y para qué, es decir, los contextos especiales en los que puede ser operativo (Meinardi, 1998).

Parece importante, pero ha sido poco tenido en cuenta en las investigaciones, hacer alguna distinción acerca de si las ideas previas son ideas cotidianas, o si se han constituido en el marco escolar, como producto de la instrucción. A los fines de la educación, podría no ser lo mismo un modelo explicativo del mundo validado socioafectivamente, que un saber aprendido en la escuela. Si podemos diferen-

ciarlos, nuestro proceder sobre ellos también puede ser diferente.

Algo más sobre este tema. Dentro del marco constructivista que permea actualmente la educación científica, la cuestión de indagar las ideas previas de los estudiantes funciona a modo de lema pedagógico. Sin embargo, más importante es tener claridad sobre qué indagamos y sobre qué planificamos para hacer después de esta indagación. Y es aquí donde pueden aparecer los mayores problemas. La clase puede transformarse en meramente expositiva o puede procederse a una actividad grupal o alguna otra dinámica. En un contexto de aula fallido, habremos incorporado una herramienta de moda en la investigación didáctica adaptándola a nuestra enseñanza tradicional. Como señala Giordano (1982), la interrogación es, a menudo, sólo un método expositivo disfrazado.

Conclusión

Para terminar este trabajo, quisiéramos mencionar una cuestión que forma parte del eje central de los debates, y es la que se refiere a qué es la propia didáctica de las ciencias (Porlán, 1998; Adúriz-Bravo, 1999; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2001). Cuando se interroga sobre este tema a los profesores en formación o en actividad, muchos responden que la didáctica es “el trabajo en el aula” o bien un conjunto de prescripciones y reglas para la práctica en el aula. Es decir, los profesores aún mantenemos, en muchos casos, una concepción tecnológica de la didáctica que no incluye el cuestionamiento crítico de nuestro quehacer en la clase.

Deberíamos pensar la didáctica al menos como una *reflexión* sobre la práctica de enseñar. Una reflexión que se nutre en el aula y que vuelve a ella, a modo de un feedback o retroalimentación entre ambas. Si esto no ocurre, seguiremos asistiendo a la existencia de dos discursos que no se relacionan entre sí: el académico de los didactas, que no alcanza a tener incidencia en la práctica real, y el pragmático de los docentes, que no cuestiona los tópicos que hemos tratado aquí u otros que hacen a una mejora en la calidad de la enseñanza científica.

Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. 1999. *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Tesis de maestría; Universitat Autònoma de Barcelona.
- Adúriz-Bravo, A. y Galagovsky, L. 1997. Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales. Parte 1: Consideraciones teóricas. *Actas de la X Reunión Nacional de Educación en Física*. Mar del Plata, Argentina.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. 2000. Ideas epistemológicas centrales para la formación del profesorado de ciencias experimentales. *Actas del Simposio de Formación de Profesionales de la Educación*. Girona, España.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. 2001. La didáctica de las ciencias experimentales como disciplina tecnológica autónoma, en Perales, F.J. y col. (eds.). *Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Adúriz-Bravo, A. y Meinardi, E. 2000. Dos debates actuales en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 14, 69-85.
- Adúriz-Bravo, A., Meinardi, E. y Duschl, R. 2000. Uso del modelo cognitivo de ciencia para interpretar las ideas sobre evolución en futuros profesores de ciencias. *Actas del II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. Córdoba, Argentina.
- Castorina, J.A. 1998. Los problemas conceptuales del constructivismo y su relación con la educación, en AA.VV. *Debates constructivistas*. Buenos Aires: Aique.
- Chalmers, A. 1988. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI Editores.
- Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. 1992. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.
- Díaz Barriga, A. 1995. *Didáctica. Aportes para una polémica*. Buenos Aires: Aique.
- Duschl, R. y Hamilton, R. 1992. *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice*. Albany: State University of New York Press.
- Feyereabend, P. 1975. *Contra el método*. Barcelona: Ariel.
- Fourez, G. 1997. *La alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Colihue.
- Frigerio, G. (comp.) 1991. *Curriculum presente, ciencia ausente. Tomo I: Normas, teorías y críticas*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Galagovsky, L. 1993. *Hacia un nuevo rol docente. Una propuesta diferente para el trabajo en el aula*. Buenos Aires: Troquel.
- Giere, R. 1992. *La explicación en ciencias. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Giere, R. 1999. Del realismo constructivo al realismo perspectivo. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 9-14.
- Gil-Pérez, D. 1993. Enseñanza de las ciencias, en Gil-Pérez, D. y de Guzmán, M. (comps.). *Enseñanza de las ciencias y las matemáticas. Tendencias e innovaciones*. Madrid: Editorial Popular/OEI.
- Gil-Pérez, D. 1994. El currículo de ciencias en la educación secundaria obligatoria: ¿área o disciplinas? ¿Ni lo uno ni lo otro sino todo lo contrario! *Infancia y Aprendizaje*, 65, 19-30.
- Giordan, A. 1982. *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Giordan, A. y de Vecchi, G. 1988. *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada.
- Giordano, M. y otros 1991. *Enseñar y aprender las ciencias naturales*. Buenos Aires: Troquel.
- Harlen, W. 1989. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- Hernández, F. 1992. A vueltas de la globalización. *Cuadernos de Pedagogía*, 202, 64-66.
- Izquierdo, M. 1994. Las ciencias de la naturaleza en la E.S.O., ¿un área común o disciplinas distintas? *Infancia y Aprendizaje*, 65, 31-34.
- Jiménez Aleixandre, M. P., García Rodeja, I. y Lorenzo, F. 1990. Pero ¿existe el Área de Ciencias? *Cuadernos de Pedagogía*, 188, 64-66.
- Kuhn, T. 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lenzi, A. 1998. Psicología y didáctica: ¿relaciones "peligrosas" o interacción productiva? en AA.VV. *Debates constructivistas*. Buenos Aires: Aique.
- Matthews, M.R. 1994. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277.
- McComas, W. 1998. *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer.
- Meinardi, E. 1998. Debates actuales en la didáctica de las ciencias naturales y su relación con la práctica en el aula. *Memorias de las 4tas Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*. San Juan, Argentina.
- Meinardi, E. 1999. Finalidades de la educación científica, en *La ciudad invita a pensar*. Buenos Aires: Eudeba.
- Meinardi, E.; Aduriz-Bravo, A.; Morales, L. y Bonán, L. 2002. El modelo de ciencia escolar. Una propuesta

- de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa educativa y la realidad del aula. *Revista de Enseñanza de la Física*, 15(1).
- Meinardi, E., Sztrajman, J. y Adúriz-Bravo, A. 1997. La utilización del pensamiento científico en el profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 61-62. *V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Murcia, España.
 - Meinardi, E., Sztrajman, J. y Adúriz-Bravo, A. 1998. Modelización y métodos numéricos en el aula: la propagación del calor en los seres vivos. *Educación en Ciencias*, 2(5), 44-48.
 - Mellado, V. y Carracedo, D. 1993. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.
 - Porlán, R. 1998. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
 - Pozo, J.I. 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
 - Pozo, J.I. 1996. *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
 - Pozo, J.I. 1997. La crisis de la educación científica: ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique*, 14, 91-106.
 - Sanmartí, N. e Izquierdo, M. 1997. Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela*, 32, 51-62.
 - Wolovelsky, E. y Aljanati, D. 1998. Ciencia e ideología. Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias. *Versiones*, 9, 68-75.