

Debates en torno a la enseñanza de las ciencias

Marcela Benito*

Recientemente se ha manifestado un gran interés por indagar acerca de los motivos de la creciente crisis de la educación científica, que se expresa en las dificultades de aprendizaje de los alumnos y en el menor interés por lo que aprenden. Existen muchas investigaciones que muestran las dificultades conceptuales en el aprendizaje de la ciencia, como así también en el uso de las estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico. En este trabajo se analizan los avances de la investigación en la didáctica de las ciencias y se presentan algunas consideraciones acerca de las diferentes posturas de las cuales se derivan distintos modelos de enseñanza.

—
Aprendizaje de las ciencias
Constructivismo
Conocimiento científico, académico y cotidiano
Modelos de enseñanza
Obstáculos epistemológicos

Recently it has been possible to observe an increasing interest in investigating about the reason that underlie the growing crisis of scientific education, which is expressed by the students' difficulties to learn in by the lesser interest in what they learn. There are many researches about the conceptual problems of learning sciences, but also in the way of using the strategies for reasoning and solving problems related to scientific work. In this paper the author analyzes the advances made by research in the field of didactic of sciences and she offers some reflections about the different positions, which leads to different teaching models.

—
*Learning of sciences
Constructivism
Scientific, academic and everyday knowledge
Teaching models
Epistemological obstacles*

*

Ingeniera agrónoma (aspirante a Especialista en Asesoramiento y Gestión Pedagógica), profesora adjunta, coordinadora de la asesoría pedagógica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Recepción: 5 de septiembre de 2007 / Aprobación: 25 de noviembre de 2008

En los últimos años se ha instalado con especial énfasis el interés por indagar los motivos de la creciente crisis de la educación científica, manifestada en las dificultades de aprendizaje de los alumnos, quienes parecen aprender menos ciencia de la que se les enseña, a la vez que presentan menor interés por lo que aprenden. A ello se suma la sensación de frustración por parte de los docentes acerca del éxito de sus esfuerzos por la enseñanza de las ciencias.

Muchas son las investigaciones que muestran las dificultades conceptuales en el aprendizaje de la ciencia, como así también en el uso de las estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico. Según Pozo:

El problema es precisamente que el currículo de ciencias apenas ha cambiado, mientras que la sociedad a la que va dirigida la enseñanza de la ciencia y las demandas formativas de los alumnos sí han cambiado. El desajuste entre la ciencia que se enseña (en sus formatos, contenidos, metas, etc.) y los propios alumnos es cada vez mayor, reflejando una auténtica crisis en la cultura educativa que, de forma vaga e imprecisa, podemos vincular al llamado constructivismo (Pozo y Gómez Crespo, 1998: 23).

La amplitud de este tema da lugar a diferentes ángulos de abordaje, lo cual impone un recorte para su tratamiento. A través de este trabajo se analizan los avances de la investigación en la didáctica de las ciencias y se presentan algunas consideraciones acerca de las diferentes posturas desde una visión constructivista, vista como una alternativa, de las cuales se derivan distintos modelos de enseñanza. Se expone el aporte significativo del constructivismo, pero a la vez se pone de manifiesto que las investigaciones sobre “lo que el alumno sabe” han dado lugar a variadas posturas y consideraciones que si bien no considero sean motivo o causa de la crisis en la educación científica, sí son pertinentes al debate en el marco de esta crisis.

Frente a la crisis en la educación científica, puesta en evidencia por:

una supuesta bajada de los niveles de aprendizaje de los alumnos, un deterioro del clima en las aulas y en los centros ...una apreciable desorientación entre el profesorado ante la multiplicación de las demandas educativas a las que tiene que hacer frente, y en general un desfase creciente entre las demandas formativas de los alumnos, especialmente a partir de la adolescencia y la oferta educativa que reciben (Pozo, 2000: 34).

Pareciera reclamarse con mayor insistencia un retorno a los contenidos y metas del currículo tradicional.

En los últimos años se ha producido un notable incremento de las críticas a los fines, métodos y formas que adoptan la enseñanza y el aprendizaje escolar en general, y el de la ciencia en particular (Claxton, 1994). Arnay afirma (1997: 42) que gran parte de las críticas coinciden en señalar: *a*) que después de tantos años de escolarización las personas no obtienen ni el conocimiento ni los instrumentos necesarios para entender el mundo que les rodea desde el punto de vista científico, racional o abstracto; *b*) que gran parte de ese tiempo se ocupa en la transmisión de conocimientos, instrumentos y destrezas que quedarán obsoletos antes de llegar a la estación terminal; *c*) que gran parte del proyecto educativo se ocupa en potenciar una cultura científica idealizada que responde sólo a la imagen que determinados grupos fácticos, de poder económico y político, intentan transmitir como vulgarización de la ciencia, entre otras razones, para tener causas que justifiquen su sostenimiento aunque, en realidad, dicha imagen se aleja sustancialmente de lo que ocurre realmente en el quehacer científico; y *d*) que, después de todo, no existe ninguna garantía que dicho conocimiento, finalmente pseudocientífico, proporcione instrumentos y destrezas que cualifiquen para la inserción en el sistema productivo. Es por todo ello que revisar el aporte que el cons-

tructivismo realiza como una concepción diferente de la educación, y criticar algunos de sus supuestos es importante para aquellos que, lejos de considerarlo causante de la crisis, lo visualizan como una de las pocas alternativas viables.

Parto entonces de considerar que la labor de educar se sustenta en ciertas concepciones de aprendizaje y de enseñanza que son producto de la cultura educativa. Estas concepciones constituyen verdaderas “teorías implícitas”, enraizadas en la cultura escolar, en las actividades de enseñanza, en la evaluación, etc. En buena parte, estas teorías entran en colisión con las exigencias de los nuevos planteamientos educativos necesarios para afrontar los cambios, lo cual hace necesario promover cambios en las teorías implícitas.

Estos cambios en la forma de concebir la educación se justificarían en las siguientes razones:

- *Razones epistemológicas*: por la propia evolución de las ideas sobre la naturaleza del conocimiento y su elaboración.
- *Razones sociales y culturales*: que hacen necesario concebir de otra forma la actividad de enseñar y aprender como consecuencia del propio cambio social que impacta en la función social del maestro.
- *Razones pedagógicas y didácticas*: la nueva forma de concebir el aprendizaje y la enseñanza, desde la pedagogía por objetivos al descubrimiento, el aprendizaje significativo o el constructivismo, tienen reflejo, sin duda, en las propias prácticas escolares.

Se sostendrían tres teorías implícitas, según Pozo (2000a), que subyacerían a la forma en que profesores y alumnos conciben su labor en las aulas:

- 1) *Teoría directa* (próxima al conductismo ingenuo) para la cual el aprendizaje es copia fiel de la realidad o modelo presentado, por ende aprender es imitar la realidad copiando los conocimientos o acciones;
- 2) *Teoría interpretativa* (próxima a los modelos de procesamiento de la información):

el aprendizaje es el resultado de la actividad personal del sujeto mediante diversos procesos cognitivos (motivación, atención, aprendizaje, memoria, etc.). Sin embargo, desde el punto de vista epistemológico se sigue asumiendo que la meta o función del aprendizaje es lograr copias lo más exactas posibles de la realidad. Al sostener correspondencia entre el conocimiento y el mundo se equipara a la anterior postura, pero se diferencia en que asume al aprendizaje como un proceso que exige actividad mental del aprendiz.

Esta teoría puede dar lugar, además, a muy diversas concepciones, pero todas ellas compartirán los supuestos comunes de que:

- Un aprendiz es más eficaz cuando logra una reproducción más fiel, pero:
- Ello requiere de una intensa actividad e implicación personal por parte de quien aprende. Es un aprendizaje activo, pero reproductivo.

3) *Teoría constructiva*: suele confundirse con la teoría interpretativa ya que comparte con ella el supuesto de carácter activo del aprendizaje, pero difiere en los supuestos epistemológicos implícitos y admite la existencia de saberes múltiples al romper la correspondencia entre el conocimiento adquirido y la realidad. También difieren en la naturaleza de los procesos cognitivos, ya que para que tenga lugar esa constitución es necesario que los procesos psicológicos se orienten más hacia la regulación del funcionamiento cognitivo del sujeto que hacia la mera aproximación a un conocimiento dado previamente establecido.

La falta de diferenciación entre la posición interpretativa y la constructiva, afirma Pozo, ayuda a explicar el éxito aparente (teórico) y el fracaso real (práctico) del constructivismo cuando se traslada al aula. De hecho, el paso de una epistemología realista, sea como teoría de copia o interpretativa, a una concepción constructivista, implica un

verdadero “cambio conceptual” o reestructuración que requiere otras formas de concebir y llevar a cabo la formación del profesorado.

APORTES Y DEBATES DESDE EL CONSTRUCTIVISMO

La idea fundamental del enfoque constructivista, entonces, es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, quien debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Pozo, 1996a). Esta concepción de aprendizaje se sustenta en que los alumnos construyen su conocimiento científico a partir de sus ideas y representaciones previas, y que la enseñanza de las ciencias consiste fundamentalmente en promover un cambio en dichas ideas y representaciones, con el fin de acercarlas progresivamente al entramado conceptual y metodológico del conocimiento científico (Pozo y otros, 1991). Por lo tanto, el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que “el alumno ya sabe”, de allí que de las diversas formas de “averiguar y conceptualizar” lo que el alumno ya sabe se derivan implicaciones sustancialmente diferentes con respecto a la concreción. Por ello, como afirman Jiménez Gómez y otros (1994: 235-236):

un intento de acomodar los procesos de enseñanza a las peculiaridades cognoscitivas del alumno pasa por conocer, por parte del investigador “lo que el alumno sabe” sobre los contenidos de ciencias a enseñar. Dicha acomodación es todavía un problema pendiente por resolver; sin embargo su estudio ha permitido:

1. Mejorar la comunicación entre profesores y alumnos durante el desarrollo del acto didáctico (Driver, 1989).
2. Realizar nuevos diseños de enseñanza (Osborne y Fryberg, 1985; Posner y otros, 1982; Nussbaum y Novick, 1981; entre otros).
3. Ayudar a conocer mejor los procesos de aprendizaje.

4. Crear una nueva perspectiva sobre el aprendizaje (Driver y Oldhan, 1985; Glaser y Bassok 1989; entre otros).
5. Ayudar al profesor a interpretar sucesos que tienen lugar en el aula y especialmente en la toma de decisiones.

El papel que juega “lo que el alumno sabe” sobre un determinado contenido en el diseño del proceso de enseñanza ha llevado a gran número de investigadores a realizar trabajos sobre su descripción e identificación, fundamentación epistemológica, naturaleza, metodología de la investigación, etc. Sin embargo, a pesar de la proliferación de trabajos aparecidos en los últimos 20 años poco se ha avanzado en clarificar su epistemología y estatus ontogénico, ni tan siquiera en unificar los términos y sus significados a la hora de referirnos a ellos.

La revisión bibliográfica de los términos utilizados por los distintos investigadores y educadores en ciencias, según el trabajo arriba citado, informa acerca de 16 términos que han sido analizados, junto con sus significados, a partir del marco metodológico utilizado (Jiménez Gómez y otros, 1994: 242-245): estructura cognitiva, noción, concepción de los alumnos, conceptos, conceptos erróneos, ideas de los niños, ideas compuestas de los niños, creencias de los alumnos, errores conceptuales, puntos de vista, creencias ingenuas, preconcepción, esquemas alternativos de los alumnos, ideas falsas, preconcepción y esquemas explicativos. Según este estudio, los significados que son utilizados como atributos asociados a las explicaciones de los alumnos se caracterizan porque:

- Tienen carácter personal y están referidos a un tópico en concreto (Ericsson, 1979).
- Evolucionan a través de la interacción con nuevos conocimientos (Hibbard y Novack, 1975).
- Son diferentes a los que asume la comunidad científica e inhiben el aprendizaje (Nussbaum y Sharoni-Dagan, 1983; Brunby, 1979; Caramazza y otros, 1981; Meheut y otros, 1985; Viento, 1979).

- Presentan regularidades (son repetibles y generalizables) para un mismo sujeto. Así, el entrevistado realiza el mismo tipo de explicación a preguntas sobre contenidos científicos en diferentes contextos (Deadman y Nelly, 1978; Caramazza y otros, 1981; Viento, 1979; Meheut y otros, 1985).
- Suelen variar desde meras respuestas de percepción a modelos más elaborados, aunque suelen ser distorsionados con respecto a los que poseen los científicos (Novick y Nussbaum, 1978).
- Suelen ser comunes a los diferentes sujetos entrevistados (Erickson 1979, Viennot, 1979).
- Ofrecen un perfil conceptual sobre una determinada fenomenología (Ericsson, 1980).
- Responden a modelos subjetivos, son intuitivos y erróneos (Caramazza y otros, 1981; Viento, 1979).
- Son consecuencia de la creatividad e imaginación, experiencia directa e interacción social del sujeto (Driver, 1981).¹

CÓMO ES QUE LOS ALUMNOS TIENEN IDEAS SOBRE LA CIENCIA, INCLUSIVE PREVIAS A SU ENSEÑANZA

El conocimiento que los alumnos traen al aula se refiere al mundo cotidiano, “un mesocosmos (ese mundo intermedio en el que todos vivimos, compuesto de objetos y cosas reales, de contornos bien definidos y perceptibles, que se pueden tocar, ver, y en el caso del bebé, chupar y saborear) trazados por las coordenadas espacio-temporales del aquí y ahora”, en cambio “la ciencia que se les enseña se mueve más en la ‘realidad virtual’ del microcosmos (células, partículas y otras entidades mágicas o no observables) y del macrocosmos (modelos idealizados, basados en leyes universales, no vinculados a realidades concretas, cambios biológicos y geológicos que no se miden en miles, sino en millones de años, sistemas en interacción compleja, etc.)” (Pozo, 1996a: 10).

En el planteamiento del autor, en cualquier dominio que nos resulte relevante, por afectar a nuestra vida cotidiana, tenemos ideas que nos permiten predecir y controlar los sucesos, aumentando nuestra adaptación a los mismos. Según hipótesis muy actuales y sugerentes, los bebés disponen ya, casi desde el nacimiento, de verdaderas ideas o teorías sobre el mundo de los objetos y personas (Karmiloff-Smith, 1994). Lo que interesa destacar, a criterio del autor, es “la función adaptativa de esas teorías intuitivas, ya desde la cuna, basada en la necesidad imperiosa de predecir y controlar lo que sucede en el mundo que nos rodea” (Pozo, 1996a: 11).

Para comprender mejor la naturaleza de las ideas que los alumnos llevan al aula se propone diferenciar la fuente de la que surge ese conocimiento. De esta forma, se identifican tres vías (Pozo y Gómez Crespo, 1998: 98-103), cuyos rasgos principales y los dominios del mesocosmos a los que se aplican se señalan por separado aunque de hecho estén en interacción:

1) *Origen sensorial* (las concepciones espontáneas): estas concepciones alternativas se formarían de modo espontáneo para dar significado a las actividades cotidianas, y se basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a los datos recogidos –en el caso del mundo natural– mediante procesos sensoriales y perceptivos. Cuando nos enfrentamos a un suceso nuevo iniciamos una búsqueda causal con el fin de encontrar información que nos permita predecir y controlar ese suceso. El origen de estas búsquedas es siempre un problema, aunque no toda situación imprevisible lo sea. Para que alguien viva una situación problemática se requiere, además, relevancia, influencia en nuestra vida cotidiana, e interés particular. En la vida diaria recurrimos a ciertas reglas simplificadoras que nos permiten identificar las causas más probables y

1 Citados en Enrique Jiménez Gómez, I. Solano Martínez y N. Marín Martínez (1994), “Problemas de terminología en

estudios realizados acerca de ‘lo que el alumno sabe sobre ciencias’”, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2).

frecuentes, reduciendo la complejidad del mundo sensorial, a diferencia de la investigación científica, que realizaría un análisis sistemático y riguroso de posibles variables. Aunque estas reglas tienen alto valor adaptativo, a veces conducen a errores o falsas soluciones. Entre estas reglas estarían:

- Semejanza entre causa y efecto, o entre realidad que observamos y el modelo que la explicaría.
- Contigüidad espacial, y si es posible, el contacto físico entre causa y efecto.
- Contigüidad temporal entre causa y efecto.
- Covariación cualitativa entre causa y efecto.
- Covariación cuantitativa entre causa y efecto.

Un rasgo de estas ideas es que presentan una mayor universalidad, a través de culturas y edades, que los otros tipos de ideas; además, suelen ser más implícitos que explícitos: es algo que sabemos hacer más que decir, por lo que se convierten en “teorías en acción”, reglas de actuación (Karmiloff-Smith, citado en Pozo y Gómez Crespo, 1998: 99).

- 2) *Origen cultural* (las concepciones sociales): estas concepciones tendrían su origen en las interacciones con el entorno social y cultural, de cuyas ideas se impregnaría el alumno. Como el sistema educativo no es el único vehículo de transmisión cultural, y a veces ni siquiera el más importante, los alumnos ingresarían a las aulas con creencias socialmente inducidas sobre gran número de hechos y fenómenos. Muchos modelos de contagio en la transmisión de enfermedades, o los modelos de gasto y consumo (de energía, de recursos naturales, etc.), son transmitidos oralmente o a través de los medios de comunicación. Igualmente hay conceptos que poseen un significado diferente en el lenguaje cotidiano y en el lenguaje científico, como por ejemplo, el calor y la temperatura.

El estudio de las representaciones sociales realizado por los psicólogos sociales (Moscovici, citado en Pozo y Gómez Crespo, 1998: 101) sugiere que estas concep-

ciones culturales se adquieren por procesos de esquematización (mediante los cuales las teorías científicas, al divulgarse, quedan reducidas a ciertos esquemas simplificados, usualmente reducidos a una imagen), de naturalización (por lo que esas concepciones, en vez de concebirse como construcciones sociales, pasan a formar parte de la realidad) y de interiorización o asimilación (por los que cada individuo se apropia de esos productos culturales, los hace suyos).

Estas concepciones, a diferencia de las anteriores, se verbalizan con más facilidad pero es más difícil convertirlas en pautas de acción. Son frecuentes en ciertas áreas del conocimiento biológico que son culturalmente significativas, como la salud y enfermedad, nutrición, reproducción, relaciones con el medio ambiente, el clima, etcétera.

- 3) *Origen escolar* (concepciones analógicas): estas concepciones tienen su fuente en los aprendizajes escolares que influirán en los futuros aprendizajes. Se suele hacer mención a esta fuente para referirse a los “errores” conceptuales de los alumnos, que tienen su origen, aparentemente, en la propia enseñanza recibida. Estas ideas no sólo reflejan los errores conceptuales presentes en los libros de textos o las explicaciones recibidas, sino un “error” didáctico en la forma en que se presentan los saberes científicos. Al no presentarse el conocimiento científico como un saber diferente de otras formas de saber, los alumnos tienden a asimilar esos conocimientos escolares, de forma analógica, a sus otras fuentes de conocimiento del mundo. Conciben como análogos sistemas de conocimiento que son complementarios pero diferentes; ejemplos de ello son los siguientes: a la estructura microscópica de la materia se le atribuyen propiedades macroscópicas y viceversa; también se confunde el movimiento, algo directamente observable perteneciente al mesocosmos, con la fuerza, una entidad no observable; confunden el fenotipo con rasgos observables del mesocosmos, con el genotipo, concepto del microcosmos.

De acuerdo a lo referido, los alumnos obtienen un fuerte bagaje de concepciones alternativas firmemente arraigadas en los sentidos, el lenguaje y la cultura, y en las tareas escolares, que aún con diferente carácter, interactúan entre sí dando lugar a una ciencia intuitiva que resulta difícil modificar en las aulas de ciencias.

Cabe mencionar aquí la idea de obstáculo epistemológico de Bachelard, quien sostiene que:

No se trata de considerar los obstáculos externos, como la complejidad o fugacidad de los fenómenos, ni de incriminar a la debilidad de los sentidos o del espíritu humano: es en el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones. Es ahí donde mostraremos causas de estancamiento y hasta de retroceso, es ahí donde discerniremos causas de inercia que llamaremos obstáculos epistemológicos. El conocimiento de lo real es una luz que siempre proyecta alguna sombra. Jamás es inmediata y plena. Las revelaciones de lo real son siempre recurrentes. Lo real no es jamás “lo que podría creerse”, sino siempre lo que debería haberse pensado. El pensamiento empírico es claro, inmediato, cuando ha sido bien montado el aparejo de razones. Al volver de un pasado de errores, se encuentra la verdad en un verdadero estado de arrepentimiento intelectual. En efecto, se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza a la espiritualización [...] En la educación la noción de obstáculo pedagógico es igualmente desconocida. Frecuentemente me ha chocado el hecho de que los profesores

de ciencias, aún más que los otros si cabe, no comprendan que no se comprenda. Son pocos numerosos los que han sondeado la psicología del error, de la ignorancia y de la irreflexión (Bachelard, 1985: 20).

Varios son los obstáculos a los que hace referencia Bachelard, entre ellos: la observación básica, el conocimiento general, el obstáculo verbal, el conocimiento unitario y pragmático, el obstáculo sustancialista, el obstáculo animista y los obstáculos del conocimiento cuantitativo.

Así, a través de la investigación educativa² llevada a cabo por un equipo interdisciplinario sobre “La construcción de la noción interacción molecular en alumnos de Química de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba” (Benito y otros, 2002), se observaron algunos obstáculos pedagógicos como:

- La explicación basada en modelos moleculares simplistas a la que recurre a veces el docente, en la medida en que no llega a la complejidad epistemológica de la noción tratada y, por lo tanto, no permite al alumno desplegar el proceso constructivo necesario para abordarla.
- El empirismo inmediato, de forma tal que la observación, por ejemplo de la dificultad de mezclar agua y aceite como experiencia práctica, es explicada luego por los alumnos por la diferencia de densidad, y no por los principios del microcosmos que la justifican.
- La tendencia a la adopción de “grandes verdades” como reglas generales en tanto estas leyes a veces no alcanzan un nivel explicativo satisfactorio. Un ejemplo claro de ello es la atracción entre lo positivo y lo negativo.

2 “El aprendizaje de las nociones básicas de la Química en las Ciencias Agropecuarias: el caso de la construcción conceptual de la noción ‘efectos electrónicos de las moléculas’”, proyecto subsidiado por Conicor (1999-2000), código 05/G222, director: Dr. Ricardo Madoery; “Estudio sobre la construcción conceptual de la relación estructura-propiedades en alumnos de Química de Ciencias Agropecuarias”,

proyecto subsidiado por Agencia Córdoba Ciencia (2001-2002), código 05/G341, director: Dr. Ricardo Madoery; “El concepto de interacción molecular y la enseñanza de Química en Ciencias Agropecuarias”, proyecto subsidiado por PROIINDIT (2007-2008), resolución No. 935/06, directora: Marcela Benito.

- Para realizar explicaciones la observación “básica” elemental recurre sólo a lo visual, a lo que se ve a simple vista, sin establecer relaciones ni utilizar el pensamiento abstracto.

EN QUÉ SE BASAN LAS DISCUSIONES
ENTRE LO COTIDIANO Y LO CIENTÍFICO
DESDE EL CONSTRUCTIVISMO

Si bien se ha identificado la naturaleza y fuente del conocimiento cotidiano, no queda en claro cuál es el estatus de este conocimiento y su relación con el conocimiento científico y el escolar, de allí que varias discusiones se han planteado en torno a:

- La inferioridad del conocimiento cotidiano frente al conocimiento científico.
- El estatismo y la homogeneidad del conocimiento cotidiano.
- La discontinuidad entre el conocimiento cotidiano y el científico.
- El conocimiento escolar como la forma de transmitir el conocimiento científico en el aula.

Existen diferentes posiciones acerca de la naturaleza de los conocimientos cotidianos, científico y escolar. Así, Rodrigo (1994: 7-16) plantea la noción de constructivismo diferencial por la que dichos conocimientos se corresponden con tres epistemologías diferentes. Esas diferencias se manifiestan en cuanto a los fines que se persiguen, en la formulación y organización de los conceptos, en los procesos que se utilizan y en el contexto de construcción.

Ciertos puntos de conflicto plantean algunos desacuerdos: en el ámbito de la didáctica de la ciencia, como en la psicología piagetiana, se mantiene que no hay discontinuidad entre los conceptos cotidianos y los científicos, en la medida que éstos se elaboran sobre la base del conocimiento anterior. Se cuestiona, por otra parte, la idea de que el conocimiento cotidiano no tenga una organización o la identificación de éste con un saber concreto. Sin embargo, son muchos los estudios que plantean el carácter organi-

zado del conocimiento: las personas conocen el mundo mediante su “teoría personal” (Claxton, 1984), de sus “constructos personales” (Pope y Gilbert, 1983), de sus “teorías implícitas” (Rodrigo, 1985; Pozo y otros, 1992; Rodrigo, 1994b; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993), de sus “teorías de dominio” (Karmiloff-Smith, 1994), de sus “esquemas alternativos” (Driver, 1986), de sus “teorías intuitivas” (Carey y Spelke, 1994), de sus “teorías marco” (Vosniadou, 1994), y de sus “modelos mentales” (Greca y Moreira, 1998), aunque dicha organización no coincide con la del conocimiento científico (citados en García, 1997).

Hay argumentos epistemológicos que cuestionan algunas características diferenciadoras entre lo científico y lo cotidiano, por ejemplo, es discutible que sea un rasgo esencial de lo científico la definición precisa y clara de conceptos, ya que éstos, en muchos casos, se definen por sus interacciones. Asimismo, Morin (1994) señala que el núcleo central de los paradigmas científicos tiene un carácter implícito, de forma similar al conocimiento cotidiano.

Si bien para muchos autores los fines que persiguen los conocimientos son diferentes (el conocimiento cotidiano busca la utilidad, y el científico la certeza), esta diferencia podría atenuarse desde el momento que no todos los problemas de la vida cotidiana serían problemas prácticos, ajenos a la búsqueda de regularidades y certidumbres. Para tratar la continuidad de los conocimientos cotidiano y científico García (1997: 62) se pregunta si hay un único conocimiento científico y de qué ciencia se habla cuando se caracteriza el conocimiento científico; y establece que

es muy frecuente encontrar una identificación del conocimiento científico con el conocimiento de las ciencias físico-químicas, sin tenerse en cuenta las peculiaridades propias de las ciencias biológicas, de las ciencias sociales o de las tecnologías, o la existencia de saberes, ligados a determinadas prácticas sociales, que mezclan los argumentos científicos con lo cotidiano y lo ideológico.

Señala el autor que las posturas reduccionistas parecen ignorar que:

- Las ciencias de la naturaleza no se pueden reducir a la física.
- Las ciencias sociales no se pueden reducir a las ciencias de la naturaleza.
- Existen ciencias “interdisciplinarias” y “metadisciplinarias” de muy difícil ubicación en la clasificación tradicional de las ciencias (ecología, geografía, ciencias de la salud, ciencias de la educación, ciencias del caos, etcétera).
- Hay una amplia gama de tecnologías, desde las tradicionales (arquitectura, ingeniería, etc.) hasta las más novedosas, relacionadas con la información o con la gestión del medio.

Existen saberes teórico-prácticos organizados disciplinaria e institucionalmente (derecho, crítica artística, periodismo, diseño, etc.) o ligados a la actuación profesional (conocimiento profesional de los profesores, por ejemplo), así como saberes, no organizados disciplinariamente, ligados a doctrinas y a movimientos sociopolíticos (García, 1997: 63-64).

De igual manera, dice Eduardo García,

cuando se compara el conocimiento científico con el cotidiano se olvidan las peculiaridades epistemológicas de las ciencias sociales, de los conocimientos técnicos y de los saberes profesionales en los que podemos encontrar tanto un saber más académico y disciplinario como un saber-hacer tácito.

Ante la idea de que el conocimiento cotidiano es único y universal, útil para resolver problemas sencillos (Reif y Larkin, 1994: 3-30), siendo que lo cotidiano resuelve problemas prácticos cercanos a los sujetos, las respuestas que éstos dan no son universales ni los problemas que plantea el medio son siempre los mismos. Por otra parte, sostienen los autores,

admitir la homogeneidad de las respuestas sería desconocer que las personas dan respuestas de

diferente complejidad a los problemas socio-ambientales, según su pertenencia a uno u otro grupo social, según su propia idiosincrasia y según la situación concreta en la que se encuentran, siendo posible, incluso en un mismo individuo, una evolución desde respuestas más simples a otras más complejas.

En cuanto a creer que los problemas cotidianos son inmutables, es negar la evolución conjunta de los humanos y de su medio, olvidar que los problemas socioambientales surgen en un proceso evolutivo, es decir, son progresivos e irreversibles.

A esta visión homogénea del conocimiento cotidiano se asocia una valoración peyorativa, por considerar que trabaja con problemas muy simples o mal definidos, con estrategias heurísticas y con poca precisión en la formulación y organización de los sistemas conceptuales. La polarización entre lo científico y cotidiano se asienta en una cierta jerarquización del conocimiento en la que hay conocimientos mejores y peores, superiores e inferiores, más válidos y menos válidos. Sin embargo, ese pensamiento cotidiano tan deficitario es el que las personas utilizan para resolver problemas en un mundo incierto y cambiante y solucionan problemas abiertos, poco acotables y susceptibles a la lógica determinista del científico tradicional.

CÓMO SE RESUELVE LA DICOTOMÍA ENTRE LO COTIDIANO Y LO CIENTÍFICO

Esta dicotomía cotidiano-científica podría superarse a partir de los siguientes argumentos (García, 1997: 67):

- Entre el conocimiento científico y el cotidiano hay formas intermedias de conocimiento, por lo que habría que hablar más de un gradiente que de una dicotomía.
- Las disciplinas científicas no comparten una misma epistemología, no se pueden reducir unas a otras.
- Entre el conocimiento científico y el cotidiano hay una continua interacción, pues constituyen sistemas de ideas abiertos.

- Ambas formas de conocimiento co-evolucionan, es decir, evolucionan conjuntamente con el tiempo, gracias a esa interacción, lo que implica que no cambia uno independientemente del otro.
- Tanto en lo cotidiano como en lo científico hay formas más o menos complejas de enfrentar los problemas, y éstos se presentan de muy diversa complejidad; por lo que los enfoques simplificadores y los problemas simples no deben identificarse con el pensamiento cotidiano.
- La identificación de lo cotidiano con un saber “natural”, estático, que funciona bien (por lo que no es necesario cambiarlo), supone una postura reduccionista, poco evolutiva y poco relativista, a la que se le contraponen la idea del conocimiento cotidiano como un producto cambiante de una sociedad que también lo es.

Entonces, bajo esta óptica, ¿qué evolución conceptual sería posible? Para Pozo (1994, citado en García, 1997) existen tres hipótesis con respecto al cambio de unas formas de conocimientos a otras:

- La hipótesis de la compatibilidad, en la cual se considera que la epistemología de lo científico y lo cotidiano son similares, por lo que no serían necesarias reestructuraciones fuertes y por ende la instrucción.
- La hipótesis de la incompatibilidad, según la cual serían epistemologías diferentes, pero podría pasarse de una a otra mediante reestructuraciones fuertes que tendrían lugar en la instrucción.
- La hipótesis de la independencia, plantea que siendo las epistemologías diferentes, sólo se dan en contextos que son diferentes, por lo tanto no cabe la transición de unas formas a otras sino la activación diferenciada de las mismas según el contexto, y la instrucción no tendría que partir de lo cotidiano.

García considera una cuarta opción por la cual “el conocimiento escolar se determina por la integración de las aportaciones de otros marcos de referencia, además del cono-

cimiento científico, centrando la incompatibilidad no entre lo científico y lo cotidiano sino entre lo simple y lo complejo” (García, 1994: 65-76). Si bien estas cuatro posturas presentan diferencias en lo epistemológico y en lo didáctico, tienen en común que el marco de referencia básico para la determinación del conocimiento escolar es el conocimiento científico.

Según Arnay (1997: 37), un debate que ocupa un lugar destacado en las perspectivas actuales sobre la construcción del conocimiento es el referido a si los procesos de enseñanza deben promover un modelo de construcción basado en principios y mecanismos cognitivos de carácter general, e independientes de los contenidos o contextos sobre los que opera o, por el contrario, aplicar estrategias o procedimientos de manera específica, es decir, en estrecha relación con el tipo de tareas y demandas presentadas en contextos determinados.

Desde una perspectiva vygotskiana se ha señalado la importancia del escenario sociocultural en el que se construye el conocimiento, de tal manera que cada escenario tiene unos fines, unos actores, unas formas de interacción, unos discursos y unos procesos de negociación diferentes a otros, que determinan a su vez que cada escenario esté adaptado a la forma de conocimiento que se construye en su seno (Rodrigo, 1994). De esta forma, el conocimiento científico, el escolar y el cotidiano serían tres epistemologías diferentes, por lo que se cuestionaría la posibilidad de transferir las características del conocimiento científico y del contexto del mismo al escenario escolar. De allí la idea de que los alumnos utilizan alternativamente sus ideas cotidianas o científicas según el contexto en el que se active su conocimiento.

Tanto los trabajos de lo que se denomina cognición cotidiana (Puckett y otros, 1993) como los realizados bajo un enfoque más sociocognitivo (Ceci y Hembrooke, 1993; Galotti, 1989; Sternberg, Wagner y Okagaki, 1993; Walters, Blythe y White, 1993, citados en Arnay, 1997), plantean que la epistemología de los procesos de construcción del conocimiento cotidiano, escolar y

científico no serían equiparables y trasladables, sin más, de unos contextos de adquisición y activación a otros. Así, el hecho de que los procesos de construcción estén íntimamente relacionados y determinados por el sentido que se le otorgue en cada contexto concreto supone una seria limitación a la tesis generalista del conocimiento.

La hipótesis de la independencia-coexistencia se apoya en dos supuestos en discusión: el saber cotidiano aparece como un saber natural, adaptativo, apropiado para la resolución de problemas de todos los días y, por otra parte, se mantiene una dualidad entre saberes más complejos, aplicables al mundo escolar o a las tareas que resuelven los expertos, y saberes más simples propios de la vida cotidiana. Así, se identifica al conocimiento cotidiano con lo natural como si fuera más representativo de la cognición humana, a la vez que se lo caracteriza como inmutable, al contrario del científico, como un conocimiento no abierto al cambio. En estos planteamientos subyace la idea de para qué cambiar lo que ya funciona bien. Según Pozo, “el conocimiento que venimos llamando intuitivo resultaría muy adaptativo, al tener detrás una historia filogenética, por lo que su abandono sería no sólo poco probable sino tal vez inconveniente”. Además, Rodrigo afirma que en “el caso del conocimiento cotidiano lo que resulta adaptativo es la resistencia al cambio y, por tanto, el predominio de la estabilidad del conocimiento”.

ALTERNATIVAS PARA EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Para García (1994) admitir la dualidad conocimiento escolar-conocimiento cotidiano como formas de conocimiento que se activan diferenciadamente, sería como admitir el fracaso de la escuela en la formación de ciudadanos capaces de afrontar los problemas complejos que su mundo le plantea, capaces de aplicar a la resolución de problemas, no sólo los conceptos y las destrezas propias del sentido común, sino aquellos que se generan en otros ámbitos del conocimiento.

Si se asume que el conocimiento cotidiano no tiene que modificarse, y que en la escuela los alumnos deben aprender lo que es y significa la ciencia, no queda en claro sobre qué bases se construye la cultura científica y qué uso didáctico darle a las ideas previas de los alumnos. A su vez, la formación de ciudadanos en áreas muy concretas del saber, desconectadas de su vida cotidiana, no facilita el tratamiento de situaciones complejas, inciertas, que no pertenecen definitivamente a ningún dominio y que requieren, para su tratamiento, un proceso en paralelo, una actuación en conjunto en la que el problema se reformula y cambia en el mismo proceso de resolución (Maturana y Varela, 1986, citado en García, 1994).

En correspondencia con este análisis, Arnay propone revisar la permanente insistencia en anular el conocimiento cotidiano por la acción del académico y considerar la relevancia de este conocimiento para la comprensión y acción de las personas en contextos de actividad específicos, al tiempo de dejar de valorar al conocimiento cotidiano como mal conocimiento.

En el planteo de esta dicotomía pensamiento simple cotidiano-pensamiento especializado complejo cabe la pregunta acerca de: ¿qué alternativa puede considerarse? En la actualidad prevalece la idea de la existencia de estructuras conceptuales propias de cada dominio, la cual puede atemperarse admitiendo que además de las estructuras específicas existen otras que son comunes a diferentes ámbitos, identificadas con un conocimiento metadisciplinario aprendido al transferir nociones de unos dominios a otros, intermedio entre dichas estructuras lógicas y las concepciones dispersas que tienen los sujetos sobre el mundo.

Así, parece que un alto nivel de instrucción influye en la actuación de las personas, de forma que ante una tarea perteneciente a un dominio no conocido se comportan de manera diferente a los novatos, lo que supone que intervienen no sólo estructuras cognitivas específicas de un dominio sino también estructuras más generales (Gómez, Pozo y Sanz, citado en García, 1994: 72).

De igual manera, se señala que, para que ocurra el cambio conceptual radical, hay que superar ciertas restricciones estructurales comunes a las teorías implícitas en diversos dominios, asociadas a conceptos como el de “interacción” o el de “sistema en equilibrio dinámico” (Pozo, 1991; Pozo y otros, 1992; Pozo, 1994 citado en García, 1994). García propone introducir al debate consideraciones ideológicas y epistemológicas:

si admitimos que el conocimiento se genera en unos determinados sistemas sociales, no tendría sentido hablar de unas estructuras generales determinadas biológicamente, pero tampoco lo tendría identificar la distribución desigual y compartimentada del saber, propia de nuestra sociedad, con el estado “natural” de la cognición humana. Es decir, si a los individuos no se les educa en la generalización, en la transferencia de conceptos de unos dominios a otros, en la construcción de nociones metadisciplinarias, útiles para tratar problemas muy diversos, es normal que los sujetos de nuestras investigaciones muestren una clara dependencia del contenido y de la situación (García, 1997: 73).

Por ello es tan posible una educación en la especialización como en la polivalencia. Si bien la especialización es eficaz en cuanto a rapidez, precisión y funcionalidad, también conlleva una pérdida de autonomía y una inhibición de las potencialidades del individuo. “Conviene, por lo tanto, que junto a la especialización se presenten cualidades no especializadas, instrumentos más generales que permitan al sujeto resolver problemas abiertos y mal delimitados”. Así, afirma Morin (1992) “lo propio del saber del experto no es únicamente desconocer lo que escapa al cálculo, también es ignorar las interacciones entre los campos parcelarios del conocimiento especializado, y ser incapaz de responder al desafío del evento imprevisto, puesto que su experiencia está consagrada a resolver los problemas que se plantean en términos ya conocidos”.

En coincidencia con Morin, en la actualidad hay un paradigma científico filosófico,

el paradigma de la simplificación, que se caracteriza por la disyunción del saber que tanto desde el conocimiento científico sectorizado en múltiples disciplinas, como desde otras formas del conocimiento, los intelectuales y los científicos especializados recusan las ideas generales por creerlas “huecas”. Sostiene Morin (1999: 17):

La cultura no sólo está cortada en piezas separadas sino también rota en dos bloques. La gran desunión entre la cultura de las humanidades y la cultura científica, que comenzó en el siglo pasado y que se agravó en el nuestro, entraña grandes consecuencias para una y para la otra [...] La cultura de las humanidades tiende a convertirse en el molino privado del grano de las adquisiciones científicas sobre el mundo y sobre la vida que tendría que nutrir sus grandes interrogantes; la segunda, privada de reflexividad sobre los problemas generales y globales, se vuelve incapaz de pensarse a sí misma y de pensar los problemas sociales y humanos que plantea.

En este sentido, la escuela puede propiciar la crítica al paradigma dominante proponiendo una visión y una gestión del mundo alternativas (García, 1988; García y Porlán, 1990 citados en García, 1994) basada en el paradigma de la complejidad (Morin, 1977, 1980, 1986, 1990 y 1991, citados en García, 1994), lo cual significa para García una opción ideológica, una reforma del entendimiento, caracterizada por:

- El cuestionamiento de la tecnoburocracia y del principio de hiperespecialización que la alimenta, el rechazo de la unidimensionalidad de las visiones reduccionistas y de la disyunción del saber.
- El reconocimiento de los efectos manipuladores y destructores de la visión simplificadora en las relaciones entre los alumnos, y entre éstos y el medio.
- Una búsqueda de nuevas formas de formular y enfrentar los problemas, más que de nuevas verdades. Los problemas se formulan y se tratan sin separarlos del contexto en que surgen, del mismo modo

que no se puede entender un sistema independientemente de su entorno.

- La incorporación a la comprensión del mundo de lo aleatorio, con el tratamiento de los problemas abiertos, paradójicos, ambiguos, llenos de incertidumbre y de imprecisión.
- Una causalidad compleja basada en la recursividad: retroacción del efecto sobre la causa, causalidad circular que se genera en la propia reorganización de los sistemas. Los sistemas con procesos recursivos crean las condiciones para el mantenimiento y la regeneración de la organización del sistema (son causa de sí mismos).
- La toma de conciencia de que existe, en toda teoría, un núcleo no empírico, no verificable, es decir, la relativización de las nociones de verdad y de realidad.
- La complementariedad de conceptos, que el pensamiento simplificador reduce a dicotomías: orden-desorden, sujeto-objeto, unidad-diversidad, causa-efecto, estructura-función, apertura-cierre, científico-cotidiano, estabilidad-inestabilidad, etcétera.
- La utilización de un marco de referencia conceptual no disciplinar, que sea utilizable en diferentes dominios y que posibilite la superación de la dicotomía novatos-expertos, la disyunción entre la cultura humanista y la científico-técnica, y la contraposición entre la reflexión filosófica y la objetividad científica.

De esta manera se plantearía un marco de referencia metadisciplinar conformado por conceptos, procedimientos y valores que actúan como ejes integradores y orientadores de todo el conocimiento escolar.

Por otra parte, frente a los dos enfoques contrapuestos planteados acerca de la construcción del conocimiento, provenientes de las perspectivas piagetianas y neopiagetianas, como las propiamente socioculturales, Arnay plantea tres opciones sobre el qué y cómo entender las relaciones entre constructivismo y educación:

- En primer lugar, revisar la insistente actitud de anular el conocimiento cotidiano

por la acción del conocimiento académico y dejar de considerar al conocimiento cotidiano como mal conocimiento.

- En segundo lugar, y como consecuencia de lo anterior, aceptar que el conocimiento escolar debería coexistir, ser compatible y explícito con respecto al conocimiento cotidiano, mucho más basado en lo implícito. Es decir, el conocimiento escolar debería implicar al conocimiento cotidiano para que el alumno tuviera la oportunidad de complejizar su pensamiento. El proceso de adquisición del conocimiento escolar, entre otros, debería enriquecer el campo de la experiencia de los alumnos proponiendo conocimientos específicos cuyos propósitos y contenidos estuviesen adaptados a la necesidad de construir modelos plausibles de la realidad, y no modelos científicamente correctos.
- En tercer lugar, y como consecuencia de los anteriores, tendría que discutirse si los procesos y contenidos del conocimiento científico son, en muchos casos, difícilmente compatibles con el conocimiento escolar, ya que a través del currículo prescripto se intenta trasladar contenidos y procedimientos que tienen sentido en unos contextos de actividad científica pero no en otros, como puede ser el escolar, ante el cual algunos contenidos, procedimientos y fines se vuelven irrelevantes.

Una perspectiva que defiende el autor es la de potenciar y utilizar el conocimiento cotidiano y sus contenidos populares para que los alumnos adquieran una determinada cultura científica escolar. Aclara el autor qué entiende por cultura científica escolar

el proceso de comprensión de un hecho social, como es la ciencia, que forma parte de un momento histórico y social determinado, y que produce una serie de consecuencias que afectan a los ciudadanos-as, quienes deberían desarrollar, a lo largo de su escolarización, un conocimiento que les permitiera comprender los procesos que aquella desencadena a su alrededor. Y si no los comprenden, que tuviesen,

al menos, una actitud interrogadora y supiesen orquestar los medios para construir su explicación a un nivel u otro de complejidad (Arnay, 1997: 41).

Entonces, esta cultura científico escolar necesita, como conocimiento específico y diferenciado, tanto del conocimiento cotidiano como del científico, y ocuparía un lugar desde donde traducir y hacer compatibles las concepciones cotidianas implícitas con los aspectos conceptuales tácitos de mayor complejidad, sin ofrecer el conocimiento científico como único modelo y meta del conocimiento escolar.

A esta altura, resulta esclarecedor el planteo de Arnay (1997: 52) acerca de cómo los tres tipos de conocimiento (cotidiano, científico y escolar) se activarían funcionalmente ante una demanda o tarea concreta. Ya desde el primer momento podemos apreciar que cada conocimiento responde de forma distinta frente a un hecho problemático: mientras el conocimiento científico lo hace de acuerdo a la teoría precedente, el conocimiento cotidiano lo haría de acuerdo a su propia teoría, y en cuanto al escolar, éste lo haría sobre lo que le interesa conocer, planteando metas y medios concretos en tal sentido.

En el segundo paso, el conocimiento científico propondría una hipótesis, una teoría provisional y un modelo para intentar dar una solución (Tiberghien, citado en Arnay, 1997: 52). El conocimiento cotidiano activaría una teoría implícita y un modelo mental genérico para alcanzar algún tipo de explicación (Rodrigo, 1994). Por su parte, el conocimiento escolar debería permitir la expresión personal de tales teorías implícitas sobre el aspecto que se pretende estudiar. Se trataría, según Arnay, de que las creencias fueran manifestándose y sirvieran, en un primer nivel de trabajo, como modelos explicativos del fenómeno a estudiar. Es más, en esta fase sería importante que los alumnos no sólo contrastaran la existencia de otras teorías implícitas, sino que también llegasen a admitir la posibilidad de hacer explícitos los argumentos, valoraciones, necesidades y conflictos de dichos modelos potenciando la narrativi-

dad. En este proceso de hacer explícito lo implícito se puede llegar a conformar un cuerpo de conocimiento teórico explícito, es decir, más elaborado que la teoría de origen.

Esta explicación serviría para poner de manifiesto el tipo de conceptos que subyacen en las creencias. Si se considera que un concepto es una entidad dinámica y en formación bastaría, a veces, con una redefinición del existente, lo cual llevaría a una revisión parcial y no a una sustitución total.

La siguiente fase (tercera) implicaría el uso de todo el aparataje mental y técnico en el caso del conocimiento científico. Sin embargo, el conocimiento cotidiano necesitaría explicar y predecir si la teoría implícita sobre las entidades del mundo (Chi y otros, 1994: 27-43) es válida. Según Chi, parte de las dificultades del cambio conceptual estarían dadas en la medida que el ajuste o desajuste con la teoría implícita precedente correspondiese a entidades materiales, procesuales o mentales, dado que cada una de estas entidades tendría un estatus ontológico distinto.

En cuanto al conocimiento escolar, en esta fase, representaría la parcela específicamente escolar, en donde se partiría de estrategias, tanto del profesor como del alumno, para profundizar en el conocimiento explicitado en la fase anterior, resolviendo las dudas que aún se mantuviesen del conocimiento implícito. Esta fase incluye la discusión y selección de actividades, uso de recursos y medios, organización del trabajo, reparto de responsabilidades, etc.

En esta fase, como las anteriores, sostiene Arnay, se debería prestar especial atención al desarrollo de la narratividad, basado en la idea de Wertsch (1993: 146) sobre la noción de privilegiación que “se refiere al hecho de que un instrumento mediador, tal como un lenguaje social, se concibe como más apropiado y eficaz que otros en un determinado escenario sociocultural”. Esta noción cobra importancia en lo que Wertsch denomina el poder de persuasión y de los géneros discursivos de la ciencia oficial.

Es importante aclarar que lo explícito no sólo hace referencia a lo conceptual teórico

sino también a lo metodológico que debe acompañar a lo teórico, si no se corre el riesgo que, si el alumno no explica también las actividades, la organización y su participación en el trabajo, se refuerce lo implícito en tales dimensiones del aprendizaje.

En esta fase de indagación sería importante dar un lugar protagónico al alumno y, a su vez, potenciar la idea de que las fuentes informativas son variadas y se encuentran en contextos diversos.

Por último, el cuarto nivel correspondería a la síntesis de los tres tipos de conocimientos. En el conocimiento científico la resolución del proceso llevaría a la formulación de un nuevo problema contemplado por la teoría o modelo precedente, mientras que el conocimiento cotidiano llevaría a la posición de un cambio *versus* un no cambio conceptual. Por su parte, el conocimiento escolar podría aplicar el conocimiento explícito adquirido al estudio de otras situaciones conocidas o nuevas, o a otros aspectos que interesen conocer en los cuales surgiría nuevamente el conocimiento implícito del alumno.

CONCLUSIONES

Luego del análisis realizado, y sin que éste haya agotado la problemática, podríamos afirmar que desde una visión amplia, la enseñanza de las ciencias viene a significar una encrucijada cognitiva donde tiene lugar una diversidad de conocimientos: académico, cotidiano, de ciencias, del alumno o del profesor.

En el ámbito de investigación de la didáctica de las ciencias han existido, como hemos visto, diferentes posiciones frente a la diversidad cognitiva que pueden representarse en dos posturas. Una sostiene la analogía entre los conocimientos citados anteriormente y sostiene que existen semejanzas entre el conocimiento científico y el cotidiano, fundamentando una premisa de enseñanza bajo la metáfora “el alumno como científico”; esta postura dio lugar a tres modelos didácticos: 1) el modelo del movimiento de las concepciones alternativas; 2) el modelo de cambio conceptual; y 3) el modelo de enseñanza por investigación.

Otra postura resalta las diferencias entre el conocimiento de ciencias y del experto de ciencias, y el del alumno, para destacar que las analogías entre ambos disminuyen al profundizar en el tema.

En el estado de debate actual, estos tres modelos han sido cuestionados por diferentes razones pero la básica, común a ellos, ha sido la distancia entre los conocimientos de las ciencias y del alumno, que hacen ver de lejos la organización cognitiva y el aprendizaje de éste.

Si la educación científica se entiende más que como adquisición de un saber disciplinado, como un enriquecimiento del conocimiento del alumno para actuar y comprender mejor el medio, entonces un modelo para la enseñanza de las ciencias debe buscar concordancia más que con el modo que se construye el conocimiento científico, con el modo de construir el alumno su propio conocimiento. De esta manera no confundir un mayor acuerdo entre enseñanza de las ciencias y quehacer científico, con una mayor comprensión del alumno de los contenidos.

Cuando Porlán (1993a: 68-71) se cuestiona el supuesto de que hay que enseñar más y mejor ciencia, plantea la idea de “una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos que lejos de plantearse como una fuente de futuros científicos, se concibe como un medio para democratizar el uso social y político de la ciencia”. De hecho la ciencia sería un medio más que un fin en sí misma, de forma que el conocimiento escolar viene dado por la integración de la diversidad de conocimientos presentes en nuestra sociedad y muy especialmente por la inclusión de perspectivas ideológicas críticas y alternativas (García y Porlán, 1990; García, 1994). Esto significa entender que los contenidos de la ciencia forman parte de la cultura social, y que cuenta con muy diversos contenidos, algunos de los cuales pueden ser muy útiles para la cultura escolar.

En función de todo lo aquí expuesto, considero importante rescatar de este análisis varias estrategias ya mencionadas:

- Trabajar la problemática de error, no sólo desde las respuestas erróneas de los estudiantes sino desde las propuestas didácticas docentes. Es decir, los obstáculos epistemológicos propios del acto de conocer y los obstáculos pedagógicos tales como analogías falsas, generalizaciones ilegítimas, errores de omisión por contestaciones desde un modelo o una teoría, o un autor, utilización de modelos simplistas que obstaculizan razonamientos profundos, etcétera.
- Promover la explicitación de las teorías implícitas de los alumnos partiendo de la experiencia próxima (mesomundo) bajo

el concepto de “paisaje”, que incluye aspectos físicos y humanos, cuya relación daría lugar al estudio de los procesos sociales en una cultura determinada y en un paisaje determinado.

- Establecer puentes entre cotidiano y científico a través de la narratividad, activar los conocimientos implícitos, es decir, la experiencia en la vida.
- Proponer problemas que, si bien son cotidianos, en la medida que afectan nuestras vidas, y por su complejidad, requieren para su tratamiento de la participación de otras formas de conocimiento.

REFERENCIAS

- ARNAY, José (1997), “Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento en la escuela: hacia una cultura científico escolar”, en M. J. Rodrigo y J. Arnay (comps.), *La construcción del conocimiento escolar*, Barcelona, Paidós.
- BACHELARD, Gastón (1985), *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*, México, Siglo XXI.
- BENITO, M., M. A. Möller, C. Romero, M. Mestrallet, M. S. Cadile, C. Peme-Aranega y R. Madoery (2002), “El aprendizaje de un concepto complejo: la interacción molecular”, en *Actas XI Reunión de Educadores de la Química*, Mendoza, Argentina, Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNER.
- CLAXTON, Guy (1994), *Educar mentes curiosas: el reto de la ciencia en la escuela*, Madrid, Visor.
- CHI, M.T.H., J.D. Slotta y N. de Leeuw (1994), “From Things to Processes: A Theory of Conceptual Change for Learning Science Concepts”, *Learning and Instruction*, vol 4.
- GARCÍA, Eduardo (1997), “La naturaleza del conocimiento escolar: ¿transición de lo cotidiano a lo científico o de lo simple a lo complejo?”, en M. J. Rodrigo y J. Arnay (comps.), *La construcción del conocimiento escolar*, Barcelona, Paidós.
- GARCÍA, José E. (1994), “El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas”, *Investigación en la Escuela*, núm. 23.
- JIMÉNEZ Gómez, Enrique, I. Solano Martínez y N. Marín Martínez (1994), “Problemas de terminología en estudios realizados acerca de ‘lo que el alumno sabe sobre ciencias’”, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, núm. 2.
- KARMILOFF-Smith, Annette (1994), *Beyond modularity*, Cambridge, Mass., University Press [trad. *Más allá de la modularidad*, Madrid, Alianza].
- MADOERY, R., M.A. Möller, C. Peme-Aranega, M. Benito, M. Mestrallet, C. Romero y S. Cadile (2003), “La construcción de nociones básicas de la química en las ciencias agropecuarias: el caso de ‘Efectos electrónicos en las moléculas’”, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, vol. 21, núm. 3, pp. 419-428.
- MORIN, Edgar (1992), *El método IV: las ideas*, Madrid, Cátedra.
- MORIN, Edgar (1994), *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Gedisa.
- MORIN, Edgar (1999), *La cabeza bien puesta*, Buenos Aires, Nueva Visión.
- PORLÁN, Rafael (1993a), “La didáctica de las ciencias. Una disciplina emergente”, *Cuadernos de Pedagogía*, núm. 210.
- POZO, Juan I. (1994), “El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción”, en M.J. Rodrigo (comp.), *Contexto y desarrollo social*, Madrid, Síntesis.
- POZO, Juan I. y Miguel Á. Gómez Crespo (1998), *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata.
- POZO, Juan I. (2000), “La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver al cons-

- tructivismo?”, en J.M. Yábar, *El constructivismo en la práctica*, Barcelona, Graó/ Laboratorio Educativo (Claves para la innovación educativa, 2).
- POZO, Juan I. (2000a), “Concepciones de aprendizaje y cambio educativo”, en *Ensayos y experiencias. Concepciones y prácticas en el aprendizaje y la experiencia*, tomo 33, Novedades Educativas (Psicología y educación).
- POZO, Juan I. (1996), *Aprendices y maestros*, Madrid, Alianza (Psicología Minor).
- POZO, Juan I. (1996a), “Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas”, en *Las ideas del alumnado en ciencias*, Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 7.
- POZO, Juan I., M.A. Gómez Crespo, M. Limón y A. Sans Serrano (1991), *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los alumnos sobre la química*, España, Servicio de Publicaciones del MEC, disponible en: www.redined.mec.es/oai/index.php?registro=00820062000158
- REIF, F. y J.H. Larkin (1994), “La cognición en los ámbitos científico y cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje”, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, vol. 6, núm. 1, marzo, pp. 3-30.
- RODRIGO, María José (1994a), “El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres?”, *Investigación en la Escuela*, núm. 23.
- WERTSCH, James (1993), *Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción meditada*, Madrid, Visor.