

## Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar

Neus Sanmartí & Mercè Izquierdo  
Departament de Didàctica de la Matemàtica  
i de les Ciències Experimentals.  
Universitat Autònoma de Barcelona(\*)



### RESUMEN

Desde el ámbito de la didáctica de las ciencias se analizan las finalidades de la enseñanza de las ciencias, los modelos de ciencia existentes, la relación entre el conocimiento cotidiano y el científico, así como el problema de qué ciencia conviene enseñar en la educación obligatoria, considerando si el referente debe ser la ciencia mecanicista o la ciencia compleja.

El tema objeto de discusión es, desde nuestro punto de vista, apasionante. El debate sobre *currículo integrado / currículo disciplinar*, que se inició como algo marginal relacionado puramente con el problema de motivación del alumnado, ha pasado a formar parte de una buena parte de los temas actualmente candentes en el campo de la Didáctica de las Ciencias. Por ello parece de interés, tal como hace el artículo de referencia, abordar el análisis desde esta diversidad de perspectivas.

Para entender, e incluso compartir, muchos de los conceptos e ideas reflejados en dicho artículo hay que haber profundizado en el campo de la investigación en relación a la educación en los llamados temas transversales y, muy especialmente, en el campo de la educación ambiental (EA). En los últimos años, la EA ha pasado, de ocuparse tan sólo de un subconjunto de los problemas didácticos relacionados con la enseñanza de la Biología, a

cuestionar muchos de los conceptos de la propia Didáctica de las Ciencias, especialmente aquellos relacionados con la respuesta al problema de qué ciencia enseñar en unos estudios básicos para toda la población.

Esta evolución es paralela, entre otros aspectos, a la seguida por las concepciones sobre las finalidades del sistema escolar, la de los modelos epistemológicos sobre la ciencia (qué es la ciencia y cuáles son sus métodos), la de las formas de entender la interrelación entre ciencia de los expertos y ciencia escolar y entre los conocimientos cotidianos y los científicos y, también, a la evolución de las concepciones sobre cómo se aprenden las ciencias. El panorama actual en relación a estas temáticas es complejo, con distintos puntos de vista, por lo que no ha de sorprender que también existan distintos modelos de respuesta al problema de enseñar ciencias.

(\*) Institut de Ciències de l'Educació  
Campus de Bellaterra. 08193 Bellaterra (Barcelona)



La primera pregunta que nos podemos plantear, por tanto, es si es necesario (y posible) consensuar un sólo modelo de ciencia escolar. Seguramente, en el momento actual, la existencia de modelos paralelos en fase de búsqueda de coherencia interna es una fuente de riqueza. Estos modelos pueden tener fuertes interrelaciones debido a que se comparte algún referente, ya sea epistemológico, psicológico o sociológico. Cualquier debate es, pues, un momento propicio tanto para profundizar en el propio modelo como para reconocer diferencias e interrelaciones con otros puntos de vista.

Por ello interesa explicitar que nuestras reflexiones se situarán en el marco del modelo planteado en el artículo de referencia, con el que coincidimos en los aspectos fundamentales. Esta afirmación no impide matizar algunas de las del artículo, contemplarlas desde otros puntos de vista o incluso plantear nuestras propias dudas. Las reflexiones se han organizado alrededor de los siguientes apartados:

- Finalidades de la enseñanza de las ciencias ¿es cierto que hay consenso?
- ¿Qué modelo de ciencia?
- ¿Qué ciencia escolar?
- ¿Qué relación hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico?
- ¿Cómo favorecer la construcción de los nuevos modelos?

### **Finalidades de la enseñanza de las ciencias ¿es cierto que hay consenso?**

Cada modelo de ciencia escolar contiene implícita una concepción de las finalidades de la enseñanza científica. El modelo que nos ocupa es fundamentalmente un modelo crítico, orientado a formar a unos alumnos para una sociedad que no existe

pero que se concibe como deseable. De alguna manera, subyace en él una concepción idealista según la cual unos mayores conocimientos (teóricos y prácticos) han de posibilitar una participación más *democrática* en la gestión de los problemas del planeta (y del universo), y en la que la racionalidad atribuida a la ciencia (natural o social) puede conllevar mayor *racionalidad* en la toma de decisiones sociales y políticas.

Pero no debemos olvidar que la escuela es fundamentalmente una institución reproductora de los modelos sociales imperantes. Su objetivo primordial, aquello por lo que se la evalúa en nuestra sociedad actual, es formar individuos capaces de producir y consumir más y mejor. La necesidad de una mayor formación científica y más diversificada, está condicionada por las necesidades del sistema de disponer de individuos capaces de aprender rápidamente a utilizar las nuevas tecnologías y de adaptarse a los cambios de trabajo. Por ello, un currículo integrado puede seguramente responder mejor a estos objetivos que los currículos disciplinares tradicionales, sin que implique ninguna visión crítica.

Consecuentemente, hay que tomar conciencia de que el modelo crítico en relación a las finalidades de la escuela no es un modelo consensuado socialmente. Más bien, tal como se señala a menudo, es revolucionario. Implica, como indica García (1994b) un cambio en la cosmovisión, es decir, en la forma de entender las relaciones de las personas entre sí y de éstas con el medio y, muy especialmente, un cambio en las finalidades y en la forma de producir y de consumir. Necesariamente, al no ser éste el modelo dominante en la sociedad, tampoco tiene por qué ser dominante en la escuela. En todo caso, en ella encontraremos la misma diversidad que se encuentra en la sociedad.

Paralelamente cabe preguntarse si las finalidades de la escuela relacionadas con el desarrollo de las capacidades que han de permitir una mayor participación en la gestión colectiva de los problemas del planeta están en contradicción con las de promover en los jóvenes el acceso al conocimiento cultural disciplinar elaborado a lo largo de la historia. Las diversas ciencias, -las clásicas como la Física, la Química, la Biología y la Geología, y las nuevas que han ido surgiendo-, han construido (y siguen construyendo) un edificio que interrelaciona experimentos, teorías y leyes, y constituye un valioso patrimonio cultural de la humanidad. Por ejemplo, nos podemos preguntar hasta qué punto estaríamos dispuestos a considerar que el estudio de la dinámica newtoniana no es necesario en una ciencia escolar básica debido a que son lejanas las posibles relaciones entre este conocimiento y la finalidad de preparar a las nuevas generaciones para actuar en sociedades cada vez más democráticas y solidarias. Es decir, el pensamiento crítico ¿sólo se desarrolla a partir del estudio de contenidos socialmente relevantes? y ¿no es igualmente revolucionario difundir la capacidad de disfrutar del placer de la comprensión del maravilloso edificio de ideas humanas que constituye una determinada teoría?

Resumiendo, pensamos que es discutible considerar que las finalidades atribuidas a la escuela como motor de cambio sean realmente las del conjunto de establecimientos que forman el sistema institucional escolar. En todo caso, al menos actualmente, es sólo el objetivo que una parte de teóricos y prácticos de la educación consideramos como prioritario. Y, en segundo lugar, no está claro que este objetivo esté en contradicción con el de acceder a un conocimiento cultural, elaborado por los humanos a lo largo de los siglos, aunque éste no tenga consecuencias sociales directas.

### ¿Qué modelo de ciencia?

En los últimos años existe un doble debate en relación a las características del conocimiento científico. Por un lado, la discusión se centra en la relación entre los factores racionales y sociales en el cambio o evolución de los modelos teóricos científicos. Las aproximaciones de Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin, Giere y muchos otros estarían en el centro de este debate. Por otro lado, muy interrelacionado con el anterior, pero no idéntico, el debate se centra en la diferenciación entre una ciencia *post-normal* y una ciencia *moderna* (Funtowicz, 1996). Seguramente el máximo exponente de este punto de vista es Edgar Morin (1990).

En relación con el primer debate se han desarrollado muchos de los modelos didácticos actuales de enseñanza científica. Implícita o explícitamente se pueden relacionar proyectos de enseñanza científica y distintos modelos epistemológicos (Mellado & Carracero, 1993) y se han estudiado posibles similitudes y diferencias entre la construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia y la construcción por parte del alumnado, de tal manera que, actualmente, cuando se habla de constructivismo, cuesta diferenciar si se está hablando de un determinado modelo epistemológico, psicológico o didáctico.

El segundo debate ha aparecido en el campo de la investigación didáctica en el momento de abordar la EA y es consecuente con los modelos científicos que se debaten en el campo de las ciencias ambientales. Desde este punto de vista, se diferencia entre una ciencia *mecanicista*, iniciada en el siglo XVII y basada en el principio de la separación y reducción de variables en el estudio de los fenómenos, y que dio lugar a las diferentes disciplinas científicas, y una ciencia *post-normal*, que se plantea el análisis de los problemas

desde su complejidad. Pero la diferenciación no se basa sólo en el posible carácter simplificador o complejo de la ciencia, sino también en algunos de los principales conceptos en los que se sustentan ambos enfoques. Así, por ejemplo, la ciencia antigua se asocia al determinismo, mientras que la ciencia del siglo XX se asocia a la incertidumbre.

Al situarnos en el campo de la Didáctica de las Ciencias debemos plantearnos si la ciencia escolar debe construirse a partir de una transposición didáctica de la ciencia mecanicista surgida de la revolución científica del siglo XVII, o de la ciencia surgida fundamentalmente de los planteamientos sistémico-ecológicos, pero también de la física de partículas, la termodinámica y otras ciencias. En el panorama actual de la Didáctica de las Ciencias, los diferentes puntos de vista son claros:

Para unos (Gil, 1993), la ciencia compleja sólo puede ser el resultado al que se llega después de aproximaciones inicialmente simplificadoras y disciplinares. Ello se justifica por la propia historia de la ciencia y por el hecho de que cada disciplina estudia niveles de organización de la materia distintos, que no se pueden mezclar sin caer en una visión empobrecida de la realidad.

Para otros, como es el caso del artículo de referencia, la escuela debe profundizar en los problemas relevantes para los ciudadanos, y sólo tienen sentido abordarla desde la perspectiva de la complejidad y consecuente interdisciplinariedad.

Los argumentos basados en la historia de la ciencia, a pesar de su indudable peso, son discutibles. Esta necesidad de considerar el paralelismo entre la génesis del conocimiento a lo largo de la historia y en el alumnado ha sido puesto en duda en relación con las posibles etapas del cambio conceptual (Saltiel & Viennot, 1985) y no tiene por que ser absurda la hipótesis

de un proceso de construcción en los jóvenes a partir de una aproximación al estudio de los fenómenos desde la ciencia de la complejidad (ver, por ejemplo, el diseño de la reciente exposición en torno al Sida del Museo de la Ciencia de Barcelona).

Más difícil resulta dar respuesta al problema didáctico planteado en relación a si es posible abordar el estudio de los fenómenos desde diferentes disciplinas al mismo tiempo (que a su vez están relacionadas con distintos niveles, más o menos complejos, de organización de la materia). Siguiendo a Giere (1988) la ciencia es una actividad cognitiva a partir de la cual se generan teorías que son un tipo especial de representaciones del mundo. Cada teoría científica está relacionada con el mundo de una determinada manera y se corresponde con una forma distinta de *mirarlo* (Arcà et al., 1993). Así, por ejemplo, al afrontar el estudio de una roca, un geólogo *ve* unos aspectos en función de su marco teórico, y un químico, un físico, un ecólogo, un arquitecto, etc. ven otros muy distintos, aunque a unos y a otros les pueda ser útil reconocer las diversas formas de mirar, de teorizar. De hecho, se puede afirmar que la misma ciencia escolar utiliza modelos propios (Izquierdo et al., 1996), que son *transposiciones didácticas* de los modelos de las distintas teorías científicas disciplinares. Por ello, estaríamos de acuerdo en afirmar que la ciencia escolar integrada no puede ser considerada como una mera suma de transposiciones didácticas de cada una de las ciencias reunidas en torno al estudio de un problema, ya que en un sistema, el todo es más que una suma de las partes.

Consecuentemente, los modelos teóricos a desarrollar en una ciencia escolar coherente con los planteamientos de una ciencia compleja no pueden ser los mismos que los derivados de la ciencia disci-

plinar. Afrontar la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de la complejidad implica hacerlo desde una manera de mirar determinada, desde un marco teórico -fundamentalmente la teoría de sistemas- que ha construido sus propias preguntas, lenguaje, experiencias, analogías, modelos, valores, etc. para representarla.

Las preguntas a formular son, por una parte, si la ciencia escolar puede y debe plantearse a partir de la ciencia de la complejidad. Y, por otra parte, si es que en la escuela no pueden y deben coexistir diferentes ciencias escolares correspondientes a transposiciones didácticas de los diversos modelos teóricos con los que la ciencia intenta explicar los fenómenos de la naturaleza y sociales.

La respuesta estará fundamentada más en las decisiones que se tomen en relación a las finalidades de la enseñanza científica que en la conveniencia de una modelo u otro, es decir, es una respuesta más ideológica que científica (pero no hay que olvidar que la enseñanza es también ideología). Si la opción es la del conocimiento para la acción crítica, parece que no hay duda de que los esfuerzos deben orientarse al planteamiento de una ciencia escolar compleja. Si la respuesta es que una ciencia escolar básica tienen también una función de transmisión de la cultura científica, seguramente deberían compaginarse planteamientos diversos.

### ¿Qué ciencia escolar?

De las reflexiones anteriores podemos concluir que el debate planteado no se puede centrar en la confrontación entre una ciencia escolar disciplinar y una ciencia escolar interdisciplinar, transdisciplinar, integrada o globalizada (no creemos que sea de interés profundizar aquí en las posibles diferencias entre estos conceptos),

debido a que el problema fundamental reside en la definición de las características de una ciencia escolar que sea una transposición didáctica de la llamada ciencia de la complejidad. En este sentido creemos que el término *transposición didáctica* (Chevallard, 1985; Johsua & Dupin, 1993) continúa siendo útil, porque en esta propuesta no se plantea una ciencia escolar integradora de disciplinas sino que proviene de una manera distinta de concebir la ciencia.

Esta ciencia escolar debe definir su propio campo experiencial y teórico, sus conceptos fundamentales, su lenguaje, los valores asociados, etc. Es en este contexto en el que los llamados conceptos *estructurantes, metadisciplinarios o transversales* adquieren un significado. Estos conceptos o ideas-fuerza no pueden ser referidos a la ciencia disciplinar, sino a la ciencia de la complejidad, o mejor aún, a la ciencia crítica, concepto mucho más utilizado en el campo de las ciencias sociales que en las ciencias de la naturaleza.

Es interesante reconocer que ya en los años 70 aparecieron currículos basados en conceptos estructurantes. El proyecto SCIS (1971) planteó la modelización del estudio de los fenómenos naturales alrededor de unos cuantos conceptos cuya coherencia, desde nuestro punto de vista, aún no ha sido superada por otro. Y es interesante constatar que, a pesar de ello, es un currículo no integrado, lo cual nos muestra una vez más la no necesaria relación entre la definición de una ciencia escolar basada en conceptos estructurantes y la interdisciplinariedad. En el proyecto (línea de las ciencias que estudian los fenómenos no vivos) se introducen los conceptos de material y objeto, de interacción, de sistema y subsistema, de variable, de relatividad, de energía, de modelo-estructura, conceptos que son muy consistentes con los de la teoría de los sistemas. Pero al analizar

## EVOLUCIÓN DE LOS APRENDIZAJES CIENTÍFICOS

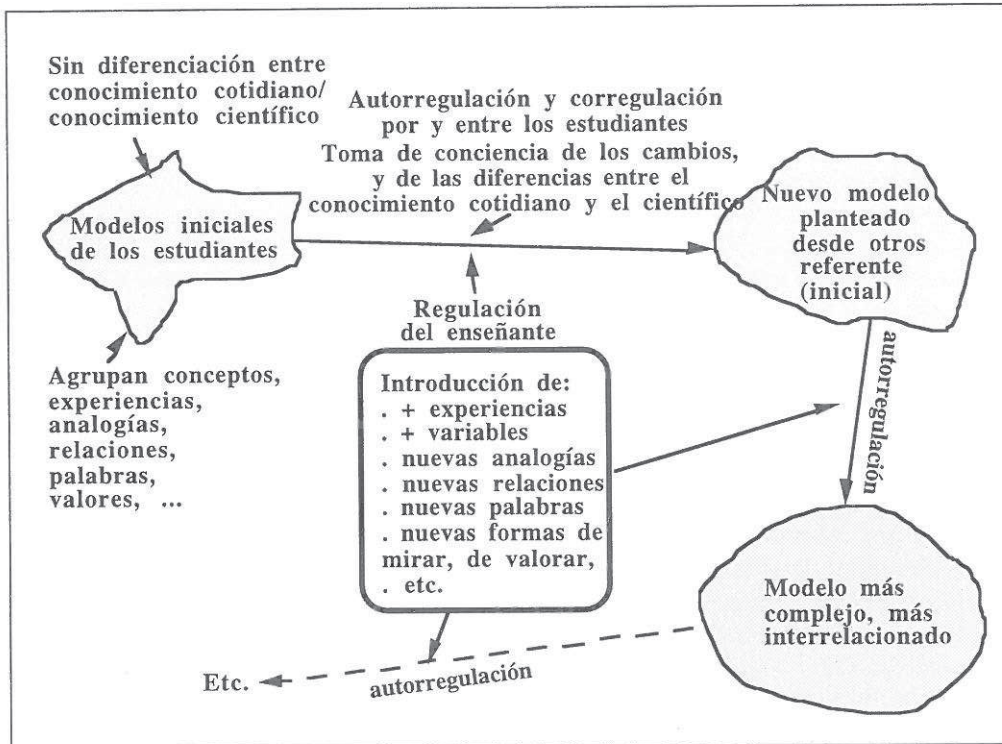


Figura 1. Evolución de los aprendizajes científicos.

Por ejemplo, el estudio de la idea de ciclo de la materia conlleva la construcción de conceptos como el de cambio químico, equilibrio químico, conservación de la masa, etc. etc. Y el de flujo de energía los de transferencia, entropía, entalpía... En realidad el estudio de un sistema es como una muñeca rusa, que incluye conceptos, que a su vez son sistemas. Así el concepto disolución es en sí mismo un concepto-sistema que forma parte de otros conceptos-sistema.

En nuestra experiencia hemos podido comprobar que siempre que se plantea el estudio de un problema desde un enfoque interdisciplinar nos encontramos con la gran dificultad de los distintos niveles de estudio de la materia. Por ejemplo, cuando se intenta explicar qué sucede en el proceso de digestión de los alimentos (en rela-

ción al problema de las condiciones para una alimentación equilibrada) se precisa utilizar conceptos como los de cambio químico y de transferencia de la energía. Pero la apropiación de dichos conceptos corresponde a otro nivel de discusión (de hecho, actualmente, se remiten al estudio de ciencias distintas). En la clase de Biología se considera que los alumnos ya conocen estos conceptos (o se actúa como si los conocieran), y se trabaja con el modelo *digestión* y no con el modelo *cambio químico* o el de *entropía*. ¿Se pueden construir todos estos conocimientos de forma simultánea o se requieren aproximaciones distintas? Estas aproximaciones a la comprensión del fenómeno de la digestión ¿están sólo relacionadas con las posibles hipótesis de progresión desde el pensamiento simple al complejo, o es necesi-

rio tener en cuenta también la vertiente del paso del pensamiento concreto al abstracto, o son de otro nivel?

La concreción de un currículo a partir de los planteamientos de una ciencia escolar que parte del estudio de problemas sociales relevantes no está aún resuelta, por lo que se puede contemplar como un campo de investigación abierto.

Una posible hipótesis de solución consiste en abordar el estudio de un problema real complejo, analizándolo desde alguno o algunos de los puntos de vista posibles. Ello implica aprender a mirar la realidad desde un determinado ángulo (o

nivel) y a reconocer las variables que puedan ser más significativas en relación al modelo sistémico de referencia. Por ejemplo, se puede analizar el problema de las basuras estudiando sus cambios químicos, el balance energético, los cambios en un ecosistema determinado o los problemas de gestión social de dichos residuos, es decir, desde diferentes maneras de mirar el mismo problema. Cada punto de vista comporta un ir y volver entre el modelo particular y el complejo, pero también entre el modelo relacionado con un contexto específico y el abstracto (figura 2).

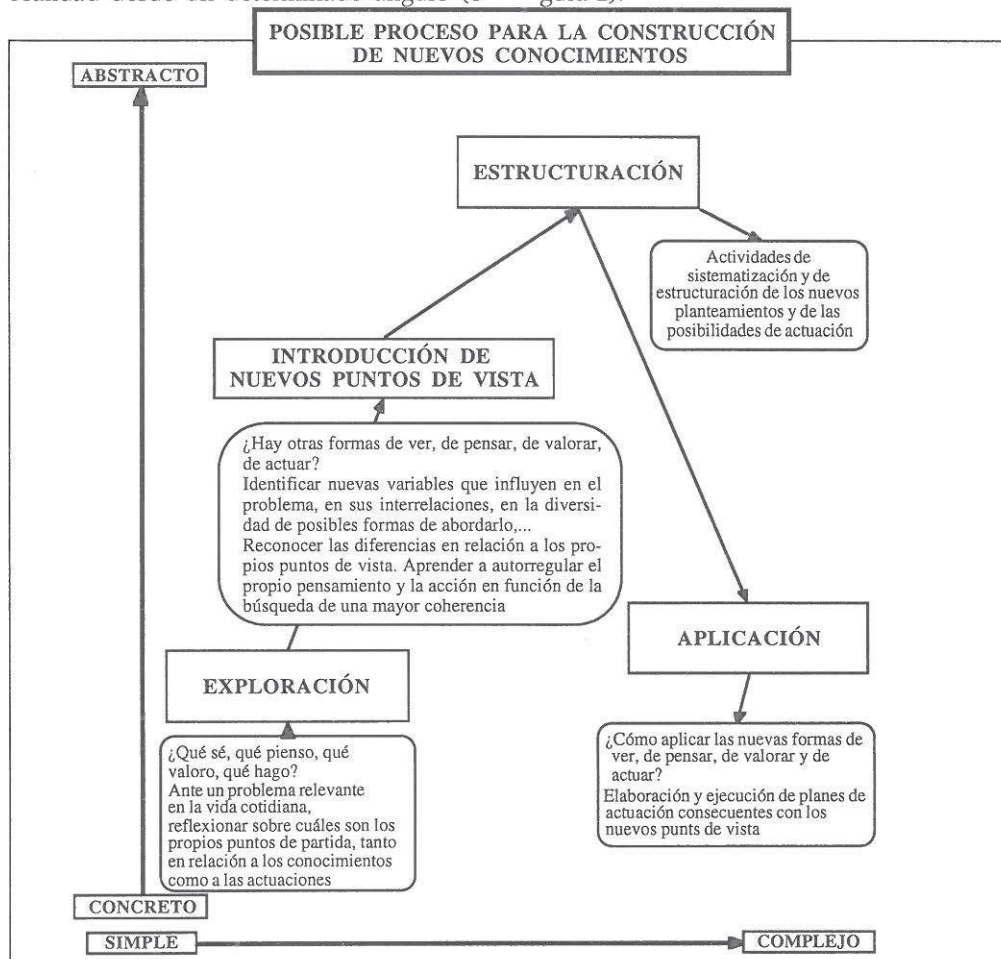


Figura 2. Posible proceso para la construcción de nuevos conocimientos.

Un segundo problema, interrelacionado con el anterior, se plantea en relación a la metodología de trabajo en el aula. Generalmente, desde la ciencia escolar de la complejidad se habla de una metodología basada en la resolución de problemas abiertos. Pero ¿hasta qué punto dicha metodología es consecuente con los puntos de vista constructivistas del aprendizaje, especialmente si se asimila a los procedimientos hipotético-deductivos?

Muchas veces hemos encontrado ejemplos de unidades didácticas diseñadas utilizando aparentemente el marco teórico que nos ocupa, y que se basan fundamentalmente en una secuencia de actividades en las que, a partir de un problema ambiental o social, a) se emiten hipótesis, b) se plantea un proceso de búsqueda de datos e informaciones, bien experimentales, bien bibliográficos y c) se analizan los datos y se elaboran unas conclusiones.

Pero el problema de la escuela, tal como se ha indicado anteriormente, es la construcción de los conceptos necesarios para plantear las hipótesis y analizar los datos (experimentales y bibliográficos). Hemos indicado que, para analizar un problema desde una perspectiva diferente de la del conocimiento cotidiano, se requiere la construcción de otros referentes, teóricos, experimentales y éticos. Si estos referentes no existen, la solución al problema se dará desde los referentes del pensamiento del *sentido común*. Si un alumno no ha construido una primera aproximación de los conceptos de entropía, de cadena trófica o de ciclo de los materiales o valores como la solidaridad o el espíritu crítico, y no forman parte de su zona de desarrollo próximo, es difícil que se pueda plantear hipótesis que los tenga en cuenta o que pueda entender un discurso que los utilice.

Por ello, el problema didáctico de la enseñanza científica es cómo construir es-

tos conceptos (u otros), sabiendo que cada uno tiene sus dificultades-obstáculos específicos y, probablemente, necesita tiempos de enseñanza-aprendizaje distintos. Posiblemente se deba plantear el problema objeto de estudio de forma que posibilite la construcción de conocimientos relacionados con alguna o algunas de las perspectivas teóricas, mientras que se utilizarán otros conceptos para el establecimiento de interrelaciones de forma superficial o por haber sido aprendidos a través del estudio de otros problemas. Pongamos, por ejemplo, el estudio del cambio climático. Comprender el problema para poder actuar implica interrelacionar conocimientos muy diversos y se podrían planificar diversos currículos según los contenidos que se prioricen, los temas anteriores y posteriores trabajados, etc. En cambio es difícil pensar que los estudiantes lleguen a construir todos los conocimientos necesarios, que son de niveles muy distintos, a partir del análisis de este problema.

Ello implica la necesidad de diseñar forzosamente una programación en espiral, en la que se vaya profundizando en el conocimiento de diversos subsistemas e interrelacionándolos en el marco de una teoría sistémica más amplia, atendiendo especialmente a la construcción de una manera de aprender que incluya la toma de conciencia de estas interrelaciones, para que se pueda dar una transferencia significativa entre los distintos tipos y niveles de conocimientos.

## Formación del profesorado

Por último sólo unas líneas para referirnos al problema de la formación del profesorado. Los planteamientos anteriores responden a una manera de entender la ciencia y la educación consecuente con el



momento histórico presente y pertenecen al ámbito de un colectivo de personas que trabaja fundamentalmente en el campo de la reflexión educativa.

Nuestra posible contradicción está en que, aun suponiendo que llegaran a consensuarse dichos planteamientos entre la mayoría de componentes del campo de conocimiento, estarían todavía muy lejos de ser algo compartido con la generalidad de los componentes de las instituciones educativas. Como se dice, implica un cambio de perspectiva radical, y para estos cambios se necesitan muchos años, ya que incluyen cambios institucionales y personales y no solamente tecnológicos. Consecuentemente se puede prever que cuando estos puntos de vista lleguen a generalizarse habrán cambiado tanto la realidad social como los marcos teóricos de referencia, con lo que el discurso ya no será probablemente válido.

Se podría afirmar que, para la generalidad del profesorado, de los padres y otros componentes de la comunidad educativa, el modelo de ciencia escolar complejo y su enseñanza está lejos de su *zona de desarrollo próximo*. Por ello, es necesario construir, paralelamente, un modelo de formación del profesorado muy distinto del actual si se quiere que la educación deje de ser algún día una de las profesiones más conservadoras.

### Para terminar

Como se puede reconocer fácilmente, el debate sobre *currículo integrado* o *currículo disciplinar* es sólo un aspecto (y seguramente no necesariamente el más importante) de otro debate más amplio sobre el modelo de ciencia escolar deseable y sobre el modelo de ciencia escolar posible. Afecta al campo del conocimiento, pero también al campo de la ética. Pone en

cuestión los modelos de ciencia, los de aprendizaje y los de enseñanza. Es, por tanto, un debate complejo, que hasta el momento plantea más preguntas que soluciones. Pero no hay duda de que es un debate estimulante.

Nota: Esta reflexión, aunque fundamentalmente personal, es el fruto de muchas discusiones e intercambios llevados a cabo entre miembros de nuestro departamento. En concreto, queremos agradecer las aportaciones de Rosa M. Pujol, Mariona Espinet, Pilar García, Rosa M. Tarín, Josep Casadellà, Carme Tomás, Conxita Márquez y Silvia Gamero.

### REFERENCIAS

- ARCA, M., GUIDONI, P. y MAZZONI, P. (1990), *Enseñar Ciencia*. Barcelona: Paidós/Rosa Sensat.
- BERGER, P.L. y LUCKMANN, T. (1966), *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. N.Y.: Doubleday & Company, Inc. (trad. cat. *La construcción social de la realidad: Un tractat de sociologia del coneixement*. Barcelona: Herder).
- CHEVALLARD, Y. (1985), *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- FUNTOWICZ, S. (1996), La ciència en el context de la complexitat. Conferencia pronunciada en la Universitat de Girona. No publicada.
- GARCIA, J.E. (1994a), El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, 65-76.
- GARCIA, J.E. (1994b), Fundamentación teórica de la educación ambiental: Una reflexión desde las perspectivas del constructivismo de la complejidad. *II Congreso andaluz de*

- educación ambiental*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- GIERE, R. (1988), *Explaining Science. A cognitive Approach*. Chicago: The University of Chicago Press.
- GIL, D. (1993), Enseñanza de las Ciencias en Gil, D. y de Guzmán, M. *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: Tendencias e innovaciones*. Madrid: Ed. Popular/OEI.
- IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; GARCIA, M.P. y SANMARTÍ, N. (1995), Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar.
- JOHSUA, S. y DUPIN, J.J. (1993), *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.
- 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.
- MORIN, E. (1990), *Introduction à la pensée complexe*. Paris: ESF Editeur (trad. cast. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 1994).
- SALTIEL, E. y VIENNOT, L. (1985), ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciencias*, 3 (2), 137-144.
- SCIS (1971), Science Curriculum Improvement Study (SCIS). Ed. Mc. Nally. Berkeley.

---

#### SUMMARY

*They are analyzed the purposes of science teaching, the existing science models, the relationship among the scientific and common knowledge, as well as the problem of what science agrees to teach in the obligatory education. Also if the point of reference must be a mechanical explanation of natural phenomena versus a complex science.*

#### RÉSUMÉ

*Dés le domaine de la didactique des sciences ont analysent les finalités de l'enseignement des sciences, les modèles des sciences actuels, le rapport entre la connaissance quotidienne et la connaissance scientifique, et le problème de quel est la science qu'ont doit enseigner à l'enseignement obligatoire, et aussi considérer si la référence doit être la science mécanique ou la science complexe.*