

Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico

Daniel Gil Pérez
Universitat de València



RESUMEN

Reconocer que el conocimiento escolar y el científico son distintos puede parecer obvio, pero, en realidad se trata de una "evidencia" que ha escapado, hasta muy recientemente a la reflexión. Este reconocimiento explícito permite repensar, de forma más fundamentada, las relaciones entre ambos, saliendo al paso de identificaciones abusivas (que se traducen en visiones simplistas y deformadas de la actividad científica) y clarificar qué conocimientos científicos interesa y podemos enseñar.

Introducción con agradecimientos

Aunque los agradecimientos suelen aparecer al final de un artículo y, a menudo, con letra pequeña, quisiera comenzar este trabajo agradeciendo a Rosario Cubero y a Eduardo García, coordinadores de este número, la iniciativa de abrir un debate en relación con la idea de conocimiento escolar y sus relaciones con el conocimiento cotidiano y con el conocimiento científico. Se trata de un debate muy oportuno, en mi opinión, que puede ayudarnos a profundizar en ideas centrales para nuestra actividad docente, a las que solemos referirnos como si se tratara de algo obvio, que no mereciera mayor atención. Pero, ¿entendemos todos lo mismo cuando hablamos, p.e., de proporcionar *conocimientos científicos* a los estudiantes?

Como sabemos, los mayores obstáculos en la resolución de muchos problemas científicos han procedido de aquello que se consideraba obvio, evidente, escapando

así a la crítica. Detenerse, pues, en la clarificación que proponen Cubero y García puede ayudarnos a evitar que las palabras nos confundan y nos impidan comprender diferencias sustanciales tras los mismos vocablos, o convergencias profundas, ocultas tras terminologías distintas.

Cubero y García resumían así su punto de vista en la invitación a este debate: ...

consideramos el conocimiento escolar como el conocimiento que se elabora en la escuela que, por un lado, trasciende las explicaciones cotidianas que se desarrollan fuera de los contextos académicos, y por otro, aunque tiene como marco de referencia el conocimiento científico, no es un conocimiento científico en sí, sino una elaboración de este conocimiento que se ajusta a las características propias del contexto escolar (Cubero y García, 1994).

Se trata de una idea que el Grupo Investigación en la Escuela ha desarrollado en algunos trabajos (Porlán, 1989 y 1993; Grupo Investigación en la Escuela, 1991;



García y García, 1992...) y que conecta con la de *transposición didáctica del conocimiento científico al conocimiento enseñado*, introducida por Chavelard (1985) en el marco de la investigación en didáctica de las matemáticas, pero con una notable influencia en la investigación francesa en didáctica de las ciencias (Develay, 1992; Josuha y Dupin, 1993).

Reconocer que el conocimiento escolar y el científico son distintos puede parecer obvio, pero, en realidad se trata de una "evidencia" que ha escapado, hasta muy recientemente a la reflexión. Este reconocimiento explícito permite repensar, de forma más fundamentada, las relaciones entre ambos, saliendo al paso de identificaciones abusivas, que se traducen en visiones simplistas y deformadas de la actividad científica.

La importancia de esta clarificación epistemológica queda reflejada en la abundante literatura recientemente publicada en torno a las visiones deformadas de la ciencia y del trabajo científico transmitidas por la enseñanza de las ciencias (Désautels y Laroche, 1993; Hodson, 1993; Meichstry, 1993). Este debate puede contribuir a romper visiones simplistas sobre el conocimiento científico y a clarificar qué es lo que conviene y podemos enseñar, es decir, a clarificar qué entender por conocimiento escolar. Esta tarea está motivada, claro está, por algo más que una preocupación epistemológica. Como afirman Bell y Pearson (1992), empieza a comprenderse que, si se quiere cambiar lo que los profesores y alumnos hacemos en las clases de ciencias, es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores. El problema es, pues, *qué hacer* (qué se puede y qué conviene hacer) en las materias científicas, dado que lo que venimos haciendo habitualmente presenta graves disfunciones, cualesquiera sean los criterios utilizados para el análisis.

La cuestión del conocimiento escolar conecta así con la de los modelos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Ello permite profundizar el análisis crítico de dichos modelos, al explicitar las transposiciones didácticas que indudablemente conllevan, pero que, a menudo, han quedado implícitas, escapando así a la crítica. Conviene resaltar que esta conexión puede contribuir a poner en relación tradiciones investigativas relativamente autónomas, enriqueciéndolas mutuamente y mostrando la coherencia de sus aportaciones. Se puede dar así un paso más en la construcción de la didáctica de las ciencias como un auténtico cuerpo de conocimientos, capaz de integrar coherentemente aportaciones diversas, que han surgido y se han desarrollado inicialmente de forma inconexa.

Con la voluntad de contribuir a este proceso de unificación teórica, desarrollaremos este trabajo de acuerdo con el siguiente hilo conductor:

* Comenzaremos haciendo una primera aproximación a cómo se suele plantear el conocimiento escolar, considerando para ello qué es lo que solemos enseñar en las asignaturas científicas.

* Revisaremos, a continuación, las visiones deformadas de la actividad y del conocimiento científicos transmitidas habitualmente por la enseñanza y cuya superación aparece como un objetivo fundamental, tanto para proporcionar una visión correcta de la empresa científica a los futuros ciudadanos y ciudadanas, como por evitar la incidencia negativa que estas deformaciones tienen en el aprendizaje.

* Esta clarificación del conocimiento científico nos proporcionará una referencia necesaria para analizar el conocimiento escolar y estudiar qué puede ser útil y a la vez viable enseñar.

* Por último nos detendremos en precisar las implicaciones que se derivan, en

nuestra opinión, de las recientes investigaciones e innovaciones didácticas, para el planteamiento del conocimiento escolar.

¿Qué pretendemos que los estudiantes aprendan cuando enseñamos ciencias?

Ya nos hemos referido en la introducción a que no es difícil reconocer que lo que se hace (y puede hacerse) en la escuela está lejos, en muchos aspectos, de la actividad de los científicos y de los productos que dicha actividad genera, y que, como afirman Cubero y García, *el conocimiento que se elabora en la escuela... no es un conocimiento científico en sí*. Cualquier confusión a este respecto sólo puede corresponder a una visión simplista del conocimiento científico. La cuestión, sin embargo, no estriba en este reconocimiento casi trivial (una vez la cuestión ha sido planteada y se ha reflexionado sobre ello), sino en precisar lo que significa que el conocimiento tenga "*como marco de referencia el conocimiento científico*" y en qué consiste la elaboración de ese conocimiento para que se ajuste "*a las características propias del contexto escolar*". Puede ser conveniente en este sentido -y a ello destinaremos este apartado- comenzar mostrando la variedad de acepciones que recubre la idea de aprender ciencias. Hodson (1992) distingue tres elementos básicos en lo que él denomina *alfabetización científica*:

a) *Adquisición de conocimientos científicos*, entendiendo por tal un aprendizaje centrado en el cuerpo de conocimientos conceptuales actualmente aceptado por la comunidad científica.

b) *Comprensión de la naturaleza de la ciencia*, sus métodos y sus complejas interacciones con la sociedad.

c) *Aprender a hacer ciencia*, es decir,

familiarizarse con la actividad de planteamiento y tratamiento científico de problemas.

Estamos de acuerdo con Hodson en que estos tres elementos representan aspectos clave de la alfabetización científica, aunque resulte necesario, sin duda, profundizar en el significado que damos a cada uno de ellos *en la escuela*. Pero, en nuestra opinión habría que añadir a estos tres componentes dos más:

d) *Aproximación a la tecnología pre-científica*, es decir, al desarrollo tecnológico previo a la llamada revolución científica, caracterizado por el tratamiento de problemas concretos, de aplicación inmediata. Para algunos autores (Gilbert, 1992) la enseñanza de las ciencias debería comenzar abordando esta tecnología pre-teórica que, no lo olvidemos, ha precedido *miles de años* a la ciencia moderna.

e) Por último podríamos referirnos al *desarrollo de un interés crítico por la actividad científica*, sus productos, su papel en nuestras sociedades...

No se nos escapa que este último elemento es de naturaleza distinta a los cuatro precedentes y que podría ser considerado un desideratum común a cualquier planteamiento de enseñanza de las ciencias. Un hecho fundamental obliga, en nuestra opinión, a plantear la cuestión del interés y actitudes hacia la ciencia como un elemento explícito, tan relevante como el de la adquisición de conocimientos científicos, la comprensión de la naturaleza de la ciencia o la familiarización con la actividad científica. Nos referimos al hecho bien conocido de que la actitud hacia la ciencia y su aprendizaje se hace más y más negativa con los años de escolaridad (James y Smith, 1985; Yager y Penick, 1986) hasta el punto de que comienza a producirse una carencia de candidatos para algunas ramas de la ciencia y, lo que es peor, se está generalizando una actitud de

rechazo a lo que significa la intervención de la ciencia en nuestras vidas. Todo ello está conduciendo a preguntarse si el objetivo fundamental de la educación científica básica no debería ser interesar críticamente a los futuros ciudadanos por la ciencia (Solomon, 1991).

Es obvio que estos distintos componentes de la educación científica que acabamos de enumerar no tienen por qué plantearse como opciones enfrentadas o ni siquiera desligadas. No tiene sentido, por ejemplo, pretender generar interés hacia la ciencia al margen de la comprensión de la naturaleza de la actividad científica, o plantear una familiarización con la actividad científica que no comporte la adquisición de conocimientos científicos. Sin embargo, sí es posible, como de hecho ocurre, plantear una adquisición de conocimientos conceptuales que no comporte familiarización con la investigación científica, o centrarse en la comprensión de la naturaleza de la ciencia sin lograr generar interés hacia la misma.

Resulta necesario, pues, un análisis crítico acerca de cómo los cinco elementos enunciados son tenidos en cuenta (o no) como parte del conocimiento escolar. Pero, establecer con alguna precisión las relaciones entre esas distintas componentes y poder criticar fundamentadamente las opciones que priorizan unas u otras exige, previamente, clarificar qué entendemos por conocimiento científico. No tiene sentido, por ejemplo, indicar que la enseñanza de las ciencias se ha de centrar en proporcionar una correcta comprensión de la naturaleza de la ciencia si los profesores carecemos de una visión adecuada de la misma. Abordaremos esta cuestión en el siguiente apartado, para volver a continuación a analizar qué es lo que resulta conveniente y posible incluir en la educación científica de los futuros ciudadanos.

Contra una visión deformada del conocimiento científico

Ya hemos señalado nuestro acuerdo con la tesis de Cubero y García, punto de partida de este debate, acerca de que el conocimiento escolar *aunque tiene como marco de referencia el conocimiento científico, no es un conocimiento científico en sí*. Más aún, si la frase pretendiera ser una constatación de lo que acontece habitualmente en la enseñanza, la expresión habría de ser, pensamos, mucho más contundente: la verdad es que las investigaciones realizadas acerca de la imagen de la ciencia transmitida por la enseñanza, muestran profundas divergencias entre la actividad escolar y el marco de referencia científico (Désautles y Larochelle, 1993; Meichstry, 1993...). El peligro, por decirlo de otro modo, no parece estar en el intento de ahormar la actividad de los alumnos a pautas científicas que no se ajusten a las *características propias del contexto escolar* sino, más bien, en presentar como "científico" lo que no merece esa calificación desde ningún punto de vista; en realizar, en suma, una transposición didáctica absolutamente deformante del conocimiento científico.

Nuestra tesis a este respecto -que venimos desarrollando y profundizando desde hace más de una década (Gil, 1983 y 1993; Gil y Carrascosa, 1985 y 1990; Gil y Martínez-Torregrosa, 1987...) y que constituirá uno de los ejes de nuestra contribución a este debate- podría enunciarse diciendo que uno de los problemas fundamentales en el aprendizaje de las ciencias estriba, precisamente, en la escasa coherencia entre las situaciones de enseñanza/aprendizaje y las que corresponden a la construcción de conocimientos científicos. De hecho, como ya hemos señalado, el estudio de las concepciones epistemológicas del profesorado y, más concretamente, de

las visiones deformadas que la enseñanza transmite sobre la ciencia se ha convertido en una de las líneas de investigación prioritarias en la didáctica de las ciencias. Trabajos recientes como el de Désautels y Larochelle (1993) ilustran los efectos -nada positivos- de una epistemología implícita que escapa a la reflexión crítica.

El problema no se limita, por otra parte, a que los profesores poseamos, o no, concepciones correctas acerca de la ciencia. Como señala Hodson (1993), coincidiendo con otros investigadores, poseer concepciones válidas acerca de la ciencia no supone necesariamente que el comportamiento docente sea coherente con dichas concepciones. Es preciso tomar en consideración, añade, la pérdida de coherencia en el paso de "la retórica a la acción", identificar los posibles conflictos entre concepciones sobre la ciencia y concepciones sobre el aprendizaje, y reconocer la inestabilidad de las posturas filosóficas de los docentes cuando son confrontadas con las exigencias de "la realidad" (programas, limitaciones de tiempo, necesidad de calificar...).

El problema principal, según el análisis de Hodson, que compartimos, estriba en que lo que realmente se hace en el aula no es coherente con concepciones sobre la ciencia epistemológicamente correctas. Esta incoherencia ha sido reiteradamente resaltada en la literatura en lo que respecta a las concepciones empiristas del profesorado de ciencias, que priman una observación y experimentación "neutras" ("no contaminadas por ideas apriorísticas"), olvidando el papel esencial de las hipótesis y la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos (Giordan, 1978; Gil, 1983; Hodson, 1985; Millar y Driver, 1987; Meichstry, 1993). Pero no se trata únicamente de este reduccionismo experimentalista que identifica trabajo científico casi exclusivamente con observación y trabajo de laboratorio.

Junto a éste se dan otros reduccionismos y deformaciones (Gil 1993) que recordaremos aquí muy sintéticamente:

* Visión empirista y ateórica.

* Visión rígida (algorítmica, "exacta", infalible...) reduciendo, en suma, la complejidad y riqueza esenciales de la actividad científica a una *receta* simplista.

* Visión aproblemática y ahistórica (ergo dogmática).

* Visión exclusivamente analítica que olvida los esfuerzos de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos.

* Visión acumulativa, lineal que ignora las crisis y las remodelaciones profundas.

* Visión de "sentido común": los conocimientos se presentan como claros, obvios, "de sentido común", olvidando que la construcción científica parte, precisamente, del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

* Visión "velada", elitista.

* Visión individualista.

* Visión descontextualizada, socialmente neutra.

Un problema básico que se plantea hoy la investigación e innovación en didáctica de las ciencias es, insistimos, superar estas visiones deformadas del trabajo y conocimientos científicos transmitidas habitualmente por la enseñanza (fruto de una transposición didáctica "espontánea", implícita y escasamente fundamentada).

Resulta necesario romper con esas visiones simplistas y transmitir la visión más creativa, abierta y socialmente contextualizada que proporciona la epistemología contemporánea.

Existe, además, el peligro de que huyendo de una particular deformación se incurra en otra de signo opuesto. Así, por ejemplo, Ordoñez (1994) advierte del peligro de que luchando contra una visión descontextualizada se caiga en *la visión puramente sociológica de la ciencia*, o, en

definitiva, la visión acientífica de la ciencia. Un excesivo énfasis en la crítica a las actuales visiones descontextualizadas -que no se detienen en considerar la relevancia de los estudios realizados, ni prestan atención a las relaciones CTS, etc- puede hacer olvidar, p.e., que no hay ciencia sin construcción de cuerpos coherentes de conocimientos. Es verdad, por otra parte, que, como afirma Ordoñez, resulta casi imposible imaginar una enseñanza que no haya incurrido o pueda incurrir en alguna de las deformaciones contempladas. Pero pensamos que ello es debido, en gran parte, a la ausencia de una reflexión explícita y globalizadora acerca de esos posibles peligros. Tenerlos presente permite, precisamente, empezar a evitarlos a la hora de concebir el currículo.

Intentaremos ahora analizar las distintas componentes de la educación científica a las que nos referimos en el apartado 1, explicitando las transposiciones didácticas que subyacen, y considerando su adecuación, viabilidad e interés.

¿Qué ciencia es conveniente (y posible) enseñar a los futuros ciudadanos?

En el apartado 1 nos hemos referido brevemente a cinco componentes básicos que suelen configurar, en mayor o menor medida, lo que se enseña (y se pretende que se aprenda) en las asignaturas científicas. Ahora revisaremos críticamente dichos componentes, analizando su presencia real en el currículo, la forma en que está presente -es decir, los modelos de enseñanza/aprendizaje a los que aparecen asociados- así como sus efectos, con objeto de decantar una propuesta fundamentada de conocimiento escolar.

Como es lógico, por razones de extensión, deberemos limitarnos a presentacio-

nes muy escuetas que, inevitablemente, resultarán excesivamente esquemáticas. Se puede así dar la impresión de rechazos sin matices y descalificaciones absolutas de algunas de las propuestas didácticas que vamos a analizar. Ello no responde, sin embargo, a nuestra percepción del desarrollo de la didáctica de las ciencias (Gil, 1993) y confiamos en que, en la medida que se abra un auténtico debate, podamos salir al paso de involuntarias deformaciones.

¿Enseñar contenidos conceptuales?

No parece haber duda de que, en general, la parte fundamental de un curso de ciencias de nivel secundario suele estar centrada en la presentación y explicación de los hechos, conceptos, leyes... que conforman el cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica. Es necesario, sin embargo, antes de proseguir nuestro análisis, matizar una afirmación como la anterior: en realidad *no es posible* presentar *el* cuerpo de conocimientos correspondiente a un dominio dado (por razones obvias de extensión y complejidad). La cuestión se resuelve, habitualmente, por la vía de la selección de contenidos y, sobre todo, recurriendo a simplificaciones que pueden llegar a esquematismos desvirtuadores. En efecto, numerosos análisis de textos (desde los universitarios a los de primaria) muestran una similar tendencia a cubrir el máximo de contenidos conceptuales y, pese a todas las críticas realizadas al respecto, los profesores seguimos dando prioridad al aprendizaje de los contenidos conceptuales frente a, p.e., la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Hodson, 1993; Porlan, 1993).

Esta reducción de la enseñanza de las ciencias a algunos contenidos conceptuales, presentados como algo acabado -siguiendo estrategias didácticas de transmi-

sión/recepción- proporciona una visión de la ciencia en la que es fácil rastrear buen número de las deformaciones a las que hemos hecho referencia en el apartado 2. Por otra parte, esta reducción no logra que los alumnos lleguen a comprender siquiera los conceptos más fundamentales y reiteradamente enseñados. Nos remitimos aquí a la abundante investigación existente en torno a las concepciones de los estudiantes. Mucho menos aún contribuye a generar interés por la ciencia, sino que, por el contrario, dicho interés decrece notoria y regularmente a lo largo del periodo de escolarización (Yager y Penick, 1986).

La centración de la educación científica en los contenidos conceptuales aparece así como un ejemplo de transposición didáctica (sin duda el más común y espontáneo) particularmente cuestionable. De hecho, buena parte de la literatura más reciente contiene críticas fundamentadas a este reduccionismo. No podemos detenernos aquí, sin embargo, en describir este proceso crítico, solidario de la emergencia de los planteamientos constructivistas, ni en recoger, por otra parte, las indudables aportaciones realizadas, desde la propia orientación de transmisión de conocimientos elaborados, para la mejora de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias (Gil, 1993). Añadiremos, tan sólo, que el reduccionismo conceptual "tiene el caparazón duro" y que su influencia persiste, como han criticado Duschl y Gitomer (1991), incluso en las propuestas constructivistas de *cambio conceptual*.

¿Enseñar la metodología científica?

Como reacción a una enseñanza como la que acabamos de describir, marcada por la atención casi exclusiva a los contenidos conceptuales, surgió (y sigue resurgiendo con una cierta frecuencia) la idea de cen-

trar la enseñanza en una familiarización con los métodos de la ciencia, en el aprendizaje "por descubrimiento" o, de forma más extrema, en el aprendizaje de *los procesos* de la ciencia. Se trata, a nuestro entender, de una segunda propuesta de transposición didáctica que, aunque mucho menos extendida y afianzada que la que reduce el conocimiento escolar a contenidos conceptuales, ha dominado los intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias a lo largo de más de 30 años.

No vamos a insistir aquí en los abundantes análisis que han mostrado con toda claridad el fracaso del paradigma de aprendizaje por descubrimiento. El inductivismo extremo en que dicho modelo incurrió, la falta de atención a los contenidos (en la creencia de que estos carecen de importancia frente al "método" o de que la ejecución de los experimentos puede proporcionar a los estudiantes, incidentalmente, lo fundamental de la materia), la insistencia en una actividad completamente autónoma de los alumnos, etc, tienen poco que ver, en efecto, con la visión actual de lo que constituye el trabajo científico. Se ha mostrado con claridad, por otra parte, el resultado negativo de su aplicación, tanto en lo que se refiere a la adquisición de conocimientos como en lo que respecta a la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Ausubel, 1978; Gil, 1983; Hodson, 1985; Millar y Driver, 1987...). pero si bien es cierto que los resultados alcanzados distaron mucho de los objetivos perseguidos, la orientación de aprendizaje por descubrimiento supuso un intento sistemático de renovación curricular que rompía con una estabilidad de muchas décadas e iniciaba un proceso de transformación en el que seguimos hoy inmersos, sin que los objetivos de aproximar la actividad de los alumnos a las características del trabajo científico y, sobre todo, de generar actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje,

hayan perdido su vigencia. Muy al contrario, como indica, por ejemplo, Solomon (1991), *para la mayoría de los alumnos, nuestros objetivos básicos pueden consistir en generar actitudes favorables hacia la ciencia y una cierta comprensión por sus métodos de construcción de teorías.*

Lo que parece claro es que una transposición didáctica como la que supone la corriente de aprendizaje por descubrimiento no cubre dichos objetivos, ni el más ambicioso de enseñar a hacer ciencia. Conviene insistir en ello porque propuestas similares resurgen con cierta frecuencia como una especie de "enfermedad infantil" de los grupos innovadores en didáctica de las ciencias. En efecto, cuando se plantea a los profesores y a los estudiantes de materias científicas qué orientación habría que dar a dichos estudios, surge como idea central la conveniencia de realizar abundantes trabajos prácticos para romper con una enseñanza puramente libresca. Ello constituye, sin duda, una intuición básica de la generalidad de los profesores, que contemplan el paso a una enseñanza de las ciencias eminentemente experimental como una especie de "revolución pendiente", dificultada por la falta de instalaciones y material adecuado, un excesivo número de alumnos, el carácter enciclopédico de los currículos, etc. Pero este reduccionismo experimentalista muestra rápidamente sus limitaciones y produce un retorno a las propuestas de transmisión/recepción de conocimientos ya elaborados que, pese a indudables aportaciones (Ausubel, 1978), inciden en el reduccionismo conceptual de signo opuesto, que hemos analizado en el apartado 3.1.

Todo parece indicar que las orientaciones didácticas "clásicas" están asociadas a transposiciones didácticas claramente reduccionistas, que presentan visiones deformadas del conocimiento científico. La década de los 80 verá desarrollarse nuevas

orientaciones. Nos referiremos, en primer lugar, a las propuestas que intentan romper con la imagen de una ciencia "neutral", socialmente descontextualizada, y poner de relieve las complejas relaciones ciencia/técnica/sociedad (CTS).

¿Enseñar el papel de la ciencia en la sociedad?

Si el aprendizaje por recepción de conocimientos (conceptuales) ya elaborados y el aprendizaje por descubrimiento suponen dos transposiciones didácticas claramente deformantes (en sentidos opuestos) del conocimiento científico, ambas tienen en común, históricamente, el olvido de las interacciones CTS, incurriendo en visiones descontextualizadas, socialmente neutras. Los años 80 verán el surgimiento de planteamientos críticos que rechazan el mito de la neutralidad de la ciencia (Aikenhead, 1985; Catalan y Catany, 1986; Penick y Yager, 1986; Solbes y Vilches, 1989; Jiménez y Otero, 1990...).

La importancia dada a estas interacciones CTS ha conducido al diseño de módulos de educación científica -e incluso de currículos enteros- centrados en el tratamiento de problemas específicos de interés social, como, p.e., el crecimiento de la población o el consumo energético (Rosenthal, 1989). Y se ha recurrido también al tratamiento interdisciplinar de temas como el desarrollo histórico de la ciencia, las responsabilidades sociales de los científicos, etc (Solomon, 1990). Se trata, como puede apreciarse, de problemas claramente supradisciplinares. De hecho, el movimiento CTS aparece, a menudo, asociado a propuestas de *ciencia integrada* o de *tratamientos interdisciplinares*, con la pretensión de dar una visión más global, menos parcializada, de los conocimientos científicos. Se trata de propuestas

que parten de la crítica de los currículos actuales de ciencias por su carácter operativista, centrados en situaciones artificiales, sin apenas conexión con la realidad, carentes de significado para los alumnos, etc. Una crítica fundamentada, que se apoya en una abundante investigación sobre los contenidos de los textos y sobre lo que se hace (y no se hace) en las clases de ciencias. Pero, como hemos intentado mostrar en otro lugar (Gil, 1994), dicha situación no viene determinada por el carácter disciplinar o supradisciplinar de los currículos.

No podemos reproducir aquí la discusión en torno a la organización de los conocimientos escolares siguiendo las disciplinas científicas clásicas o de forma más globalizada. Nos remitimos al amplio debate planteado por Pozo (1994) en las páginas de *Infancia y Aprendizaje*. Recordaremos, tan sólo, la llamada de atención que en este debate realiza Ordóñez (1994) acerca del peligro de caer en una lectura puramente sociologista de la actividad científica. Las referencias a las relaciones CTS, por otra parte, plantean la cuestión del lugar de la tecnología entre los conocimientos escolares. Una cuestión que, a nuestro entender, merece una atención particular:

¿Enseñar tecnología?

Durante décadas, los diseñadores de currículos han excluido la tecnología, considerándola -señala Martinand (1986)- como algo "demasiado mundano", demasiado próximo a las actividades "comunes" para merecer un lugar en la enseñanza. La técnica aparecía, a lo sumo, como una simple aplicación de los conocimientos científicos. La corriente CTS ha contribuido a cuestionar la habitual distinción entre ciencia y técnica, haciendo ver que no

existe una frontera definida entre ambas y que uno de los motores del progreso científico ha sido, muy a menudo, el intento de solucionar algún problema técnico, mientras que, en otros casos (como ocurrió, p.e., con el telescopio), son los avances técnicos los que permiten un desarrollo espectacular del conocimiento científico. Existen, pues, sobradas razones para que la tecnología ocupe un lugar en el currículo de ciencias.

Pero no se trata sólo de contemplar la tecnología correspondiente al reciente desarrollo científico-técnico. No podemos olvidar que la investigación científica es una actividad muy reciente que ha estado precedida por *milenios* de desarrollo tecnológico, de características muy diferentes a las de la ciencia actual. Esta tecnología que ha precedido y, en buena medida, hecho posible la explosión científico-técnica actual, no ha encontrado aún su lugar en la escuela, donde encontramos el mismo tipo de conocimientos desde la Universidad a la Enseñanza Primaria. Más aún, ante el fracaso de la enseñanza en lograr la alfabetización científica de la mayoría de alumnos y alumnas, se intenta introducir cuanto antes la preparación científica, con la creencia de poder contribuir así a reducir dicho fracaso. Ello se traduce, a menudo, en currículos de Primaria inabordables, que incurren en los mismos errores (corregidos y aumentados) que hemos señalado para la enseñanza media, con intentos de introducir -como han denunciado Colub y Kolen (1976)- "la metodología científica" en preescolar.

En el número 1 de *Investigación en la Escuela* (Gil, 1987) abordamos estas cuestiones, refiriéndonos a cómo tanto los trabajos de epistemología genética (Piaget, 1970) como la consideración de la evolución histórica del pensamiento humano, apuntan a la conveniencia de favorecer, en una primera fase, la forma de pensamiento

típica de la vida ordinaria, fruto de la multiplicidad de actividades, del abordaje de problemas prácticos y preguntas que los mismos niños se plantean. Una forma de pensamiento a la que están asociadas las adquisiciones tecnológicas de miles de años y a las que la enseñanza debe prestar la atención que merecen, tanto por su interés en sí como por su valor formativo (Gilbert, 1992). Ello supone que el contenido escolar, en esta etapa inicial, tenga como referente al conocimiento ordinario más que al conocimiento científico. En esta fase, además, reviste una especial importancia la atención a generar intereses y actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje. Puede pensarse, incluso, en estrategias específicamente dirigidas a atraer el interés, más próximas a lo que puede ser un espectáculo que a una real aproximación a la ciencia.

En resumen, es necesario salir al paso de la tendencia a transferir a la enseñanza primaria, simplificándolos, los mismos esquemas y orientaciones utilizados en la enseñanza secundaria o, incluso, universitaria. El objetivo durante dicha fase inicial no puede ser transmitir un cuerpo de conocimientos, sino el de favorecer una cierta acumulación experiencial precientífica, a través de actividades exploratorias de conocimiento del medio (Kamii y Devries 1983), y desarrollar un interés crítico hacia un (posterior) estudio de las ciencias.

Nos hemos detenido aquí en abordar la cuestión de los contenidos escolares en el nivel primario, planteando la posibilidad de una orientación claramente diferenciada de la correspondiente a la educación secundaria, durante la cual (particularmente en su fase superior) resulta más factible y provechosa una verdadera introducción a la ciencia. Sin embargo, el contenido de este tercer apartado puede haber dado, hasta aquí, la impresión de serias dificultades para lograr unos contenidos escolares

que sean asequibles a los alumnos y alumnas y contribuyan a visiones correctas de la actividad científica y su papel en la sociedad. Dicho de otra forma, hemos resaltado las limitaciones y peligros de diferentes transposiciones didácticas, sin mostrar en qué medida se producían avances superadores. Es preciso, pues, detenerse ahora mínimamente en apuntar dichos avances.

¿Qué podemos, pues, enseñar?

Hemos pasado revista a diversas orientaciones de la educación científica, intentando clarificar cómo se plantea en las mismas la relación entre conocimiento escolar y conocimiento científico. Nos hemos preocupado, sobre todo -como acabamos de señalar- en mostrar los peligros de ciertos reduccionismos que suelen estar presentes en las distintas prácticas y propuestas didácticas. Sería error pensar, sin embargo, que el desarrollo de la didáctica de las ciencias puede resumirse en un rechazo de sucesivos intentos de renovación. Por el contrario -como hemos intentado mostrar en otro lugar (Gil, 1993)- la relación entre las distintas propuestas es mucho más articulada, y los resultados negativos obtenidos con cada propuesta no pueden interpretarse como simples fracasos, sino como el origen de reestructuraciones posteriores que integran, además, las aportaciones positivas de las precedentes. La extensión de este trabajo no nos permite mostrar esta filiación, pero sí queremos insistir en que la didáctica de las ciencias representa el desarrollo de un auténtico cuerpo de conocimientos y no meras aportaciones puntuales sin fundamentación ni vinculaciones. Este desarrollo ha conducido durante los años 80 a la emergencia de las propuestas constructivistas, resultado convergente de investiga-

ciones y acciones educativas realizadas desde muy diversas perspectivas.

No es posible presentar aquí la fundamentación y principales características de las orientaciones constructivistas para la enseñanza/aprendizaje de las ciencias (Resnick, 1983; Driver, 1986; Weathley, 1991...). Pero sí queremos insistir en que la idea de asociar el aprendizaje significativo a la construcción de conocimientos ha impulsado la aproximación de las situaciones de aprendizaje de las ciencias a las de construcción de conocimientos científicos, es decir, a las de una investigación científica, entendida en su sentido más amplio y creativo: sin su reduccionismo a "los procesos"; sin ignorar la importancia fundamental del cuerpo de conocimientos de que se parte; sin olvidar la contextualización social de la actividad científica; sin incurrir, en suma, en las habituales concepciones erróneas sobre la ciencia a las que hicimos referencia en el apartado 2.

La necesidad de plantear el aprendizaje de las ciencias como una investigación de *situaciones problemáticas de interés* aparece como una conclusión común de los más diversos estudios (Gil y Martínez Torregrosa, 1987; García y García, 1989 y 1992; Burbules y Linn, 1991; Weathley, 1991; Hodson, 1992; Gil, 1993; Pinelli y Lefèvre, 1993; Porlán, 1993; Furió, Bullejos y de Manuel, 1994...). Particular importancia tiene la capacidad integradora de esta propuesta: como Hodson (1992) ha resaltado, los objetivos parciales del aprendizaje de conocimientos científicos y de la comprensión de la naturaleza de la ciencia, sus métodos y sus complejas interacciones con la sociedad pueden quedar subsumidos en el de hacer ciencia, es decir, en el de implicar a los alumnos en investigaciones científicas: *Los estudiantes desarrollan su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia, participando en investigacio-*

nes científicas, provisto que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión.

Se trata de una tesis que Hodson fundamenta con una cuidadosa revisión de la abundante literatura publicada estos últimos años en apoyo de la interrelación entre conocimiento conceptual y procedimental, etc. Una tesis que compartimos plenamente y que, en nuestra opinión, *profundiza y modifica las propuestas de cambio conceptual* -basadas en la identificación y puesta en cuestión de las concepciones alternativas de los estudiantes- cuyas limitaciones hemos analizado en otro lugar (Gil, 1993). El *cuadro 1* intenta resumir esta estrategia de aprendizaje de las ciencias como investigación de situaciones problemáticas de interés (Gil, 1993), aunque existen, por supuesto otras formas de esquematizarla (ver, p.e, Porlán, 1993).

Una estrategia de investigación, como la que hemos intentado resumir en el cuadro 1 da un nuevo sentido a la idea de cambio conceptual y, en particular, a las situaciones de conflicto cognoscitivo: ya no suponen para los alumnos el cuestionamiento externo de las ideas personales, ni la reiterada aceptación de las insuficiencias del propio pensamiento (con las consiguientes implicaciones afectivas), sino un trabajo de profundización en el que unas ideas (tomadas como hipótesis) son sustituidas por otras (tan propias como las anteriores). El cambio conceptual deja así de constituir el objetivo explícito y adquiere un carácter funcional: de hecho, una investigación no se plantea para cuestionar ideas, para provocar cambios conceptuales, sino para resolver problemas de interés para los investigadores (es decir, en nuestro caso para los alumnos, no únicamente para los profesores); problemas que se abordan, como es lógico, a partir de los conocimientos que se poseen y de nuevas ideas que se construyen a título tentativo.

En este proceso, las concepciones iniciales podrán experimentar cambios e incluso, aunque más raramente, ser cuestionadas radicalmente, pero ése no será nunca el objetivo, sino, repetimos, la resolución de los problemas planteados.

En las cuatro fases que esquematizan las estrategias de enseñanza propuesta en el cuadro 1 puede apreciarse también la integración de aspectos esenciales que afectan la actividad científica, pero que a menudo no son suficientemente tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias. Nos referimos concretamente a los problemas de contextualización del trabajo científico (relaciones CTS, toma de decisiones) y a los componentes afectivos (interés por la tarea, clima de trabajo...).

Todo parece apuntar, pues, a la superación de los reduccionismos simplistas (conceptual, metodológico o sociológico) de la actividad científica, presentes en las propuestas didácticas que hemos analizado. La emergencia de las orientaciones constructivistas ha ido pareja a la superación de tales reduccionismos y es deudora de una mejor comprensión de la actividad científica. Sería engañoso, sin embargo, pretender que las estrategias constructivistas de enseñanza suponen identificar la actividad de los alumnos a la de auténticos científicos. Naturalmente comportan una determinada transposición didáctica de la investigación científica que es preciso clarificar. Destinaremos a ello el último apartado de este trabajo.

<p>1. Plantear situaciones problemáticas que -teniendo en cuenta las ideas, visión del mundo, destrezas y actitudes de los alumnos y alumnas- generen interés y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.</p>
<p>2. Proponer a los equipos de estudiantes el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas y la toma de decisiones, con la ayuda de las necesarias búsquedas bibliográficas, para acotar problemas precisos (oportunidad para que comiencen a explicitar <i>funcionalmente</i> sus ideas).</p>
<p>3. Orientar el tratamiento científico de los problemas planteados, lo que conlleva, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La invención de conceptos y emisión de hipótesis (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones). - La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para la contrastación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone. - La resolución y el análisis de los resultados, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica. Ello puede convertirse en oportunidad de conflicto cognoscitivo entre distintas concepciones (<i>tomadas todas ellas como hipótesis</i>) y obligar a concebir nuevas hipótesis, replantear el problema, etc.
<p>4. Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad que enmarcan el desarrollo científico (propiciando, a este respecto, la toma de decisiones) y dirigiendo todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia.</p> <p>Favorecer, en particular, las <i>actividades de síntesis</i> (esquemas, memorias, mapas conceptuales...), la <i>elaboración de productos</i> (susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea) y la <i>concepción de nuevos problemas</i>..</p>

Cuadro 1. Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación

La relación entre conocimiento escolar y conocimiento científico desde una perspectiva constructivista

La idea central del modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación que hemos propuesto consiste, como acabamos de ver, en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés, a través de las cuales los alumnos puedan participar en la construcción de los conocimientos. Se trata de una estrategia de enseñanza que puede calificarse de *radicalmente constructivista*, en el sentido de que contempla una participación efectiva de los alumnos en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción subjetiva de los conocimientos proporcionados por el profesor o los textos. Ello genera muy a menudo lógicas reticencias en el profesorado: ¿Hasta qué punto no se trata de una propuesta utópica? ¿Tiene sentido -se suele preguntar- esperar que los alumnos puedan construir por sí solos todos los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzos exigieron de los más relevantes científicos?

Como vemos, esta pregunta cuestiona la idea de identificar la actividad de los alumnos a la de los científicos. Ello resulta absolutamente razonable y obliga a precisar qué entendemos por investigación de los alumnos, cuáles son sus semejanzas y sus diferencias con la investigación científica, cuál es, en definitiva, la transposición didáctica que se propone.

Esta transposición puede inspirarse, en nuestra opinión, en el proceso de formación de los propios científicos. En efecto, es bien sabido que cuando alguien se incorpora a un equipo de investigadores, puede alcanzar con relativa rapidez el nivel medio del resto del equipo. Y ello *no* mediante una transmisión verbal, sino abordando problemas en los que quienes

actúan de directores/ formadores son expertos.

La situación cambia, por supuesto, cuando se abordan problemas que son nuevos para todos. El avance, si lo hay, se hace entonces lento y sinuoso. La propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos responde a la primera de las situaciones, es decir, a la de una *investigación dirigida*, en dominios perfectamente conocidos por el "director de investigaciones" (profesor) y en la que los resultados parciales, embrionarios, obtenidos por los alumnos, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, a través del profesor, por los obtenidos por los científicos que les han precedido. No se trata, pues, de "engañar" a los alumnos, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren (Hodson 1985), sino de colocarlos en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación, y durante la que podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, problemas conocidos por quienes dirigen su trabajo.

El planteamiento constructivista del aprendizaje de las ciencias ha de responder, pensamos, a estas características de investigación dirigida. Un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la inestimable ayuda de un experto.

Debemos insistir en que hablar de los estudiantes como "investigadores noveles", aunque ayuda a entender que no se está proponiendo una absurda identificación entre estudiantes y científicos, es una metáfora (o, si se prefiere, sigue comportando una transposición didáctica) y que la

distancia entre la actividad de un estudiante y un auténtico investigador novel sigue siendo enorme: los investigadores noveles abordan situaciones que, aunque familiares para el experto, están próximas a la frontera del conocimiento y comportan un cierto grado de novedad y riesgo. Esa novedad y riesgo se reducen al mínimo en el caso del trabajo escolar, en el que el profesor puede conocer (gracias a la historia de la ciencia, sus experiencias docentes previas, etc) las dificultades que encontrarán los estudiantes, prever las ayudas pertinentes, preparar otros resultados para facilitar la confrontación y el análisis, etc. Los ritmos de avance diferirán, pues, radicalmente. El trabajo escolar se realiza, además, en torno a *situaciones muy simplificadas*. Ciertamente que cualquier tratamiento científico exige la simplificación de las situaciones, su modelización y acotamiento, pero, como es lógico, estas simplificaciones son mayores en la situación escolar. Ello supone que el conocimiento construido tendrá el carácter de una primera aproximación, susceptible de ulteriores profundizaciones y *rectificaciones*. Y aunque ello no supone una diferencia cualitativa respecto al conocimiento científico -que también es una aproximación siempre susceptible de profundización y revisiones- sí que existe una clara diferencia de grado, pues el conocimiento escolar queda, a menudo, bastante alejado del nivel alcanzado por la ciencia contemporánea.

En resumen: la relación entre conocimiento escolar y conocimiento científico, desde una óptica constructivista, no es vista como una ilusa identificación de ambos. Pero sí -y esto es lo que conviene resaltar como una buena aproximación, susceptible, además, de facilitar una adquisición significativa de conocimientos y de comunicar al trabajo de los estudiantes el interés de una actividad más abierta, creativa y contextualizada.

Inconclusión

Este trabajo ha sido concebido, junto a los otros publicados en este número, como contribución a un debate en torno al conocimiento escolar, que esperamos pueda proseguir a partir de las reacciones que estas primeras aportaciones generen. Estamos convencidos de que este debate permitirá profundizar en la problemática abordada y alcanzar algunas *conclusiones colectivas* que, aunque provisionales, nos ayuden a un mejor planteamiento de la enseñanza de las ciencias. Dejamos, pues, este artículo abierto, inconcluso, a la espera de las otras aportaciones.

REFERENCIAS

- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education* 69 (4), 453-475.
- AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- BELL, B.F. y PEARSON J. (1992). Better Learning, *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361
- BURBULES, N. y LINN, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction?, *International Journal of Science Education*, 13 (3), 227-241.
- CATALAN, A. y CATANY, M. (1986). Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 163-166.
- CHEVALARD, Y. (1985). La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné (La pensée sauvage: Grenoble).
- COLUB, M. y KOLEN, C. (1976). Evaluation of Piagetan Kindergarten Program. Artículo presentado en el sexto simposio anual de la Jean Piaget Society (Philadelphia junio de 1976).
- CUBERO, R. y GARCÍA, E. (1994). Carta de presentación del proyecto de debate sobre el conocimiento escolar. Comunicación personal.

- DÉSAUTELS, J.; LAROCHELLE, M.; GAGNÉ, B. y RUEL, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique, *Didaskalia*, 1, 49-67
- DEVELAY, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*, (ESF: Paris).
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- DUSCHL, R. y GITOMER, D. (1991). Epistemological Perspectives on conceptual change: implications for educational practice, *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 839- 858.
- FURIÓ, C.; BULLEJOS, J. y DE MANUEL, E. (1994). Enseignement de la reaction chimique comme activité de recherche: evaluation de l'apprentissage, *ASTER*, pendiente de publicación.
- GARCÍA, J.E. y GARCÍA, F.F. *Aprender Investigando*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA, J.E. y GARCÍA, F.F. (1992). Investigando nuestro mundo, *Cuadernos de Pedagogía*, 209, 10-13.
- GIL, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.
- GIL, D. (1987). Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico, *Investigación en la Escuela*, 1, 35-41
- GIL, D. (1993). Contribución de la Historia y Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212
- GIL, 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 y 59-64.
- GIL, D y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIL, D y CARRASCOSA, J. (1990). What to do about science misconceptions?. *Science Education*, 74 (4).
- GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1987). Los programas-guia de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias, *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12
- GILBERT, J.K. (1992). The interface between science education and technology education, *International Journal of Science Education*, 14(5), 563-578
- GIORDAN, A. (1978). Observation-Experimentation: mais comment les eleves apprennent-ils?. *Revue Francaise de Pedagogie*, 44, 66-73. Traducción española en *Infancia y Aprendizaje*, 1978, 13.
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. (1991). *Proyecto curricular "Investigación y renovación escolar"* (IRES). Sevilla: Díada.
- HODSON, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- HODSON, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541-566.
- HODSON, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: some preliminary findings, *Interchange*, 24 (1&2), 41-52.
- JAMES, R.K y SMITH, S. (1985). Alienation of students from science in grades 4-12. *Science Education*, 69, 39-45.
- JIMENEZ, M.P. y OTERO, L. (1990). La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, 180, 20-22.
- JOSUHA, S. y DUPIN, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: PUF.
- KAMII, C. y DEVRIES, R. (1983). *El conocimiento físico en la educación preescolar. Implicaciones de la Teoría de Piaget*. Madrid: Siglo XXI.
- MARTINAND, J.L. (1986). *Connaitre et transformer la matiere*. Berna: Peter Lang SA.
- MEICHSTRY, Y. (1993). The impact of science curricula on students views about the nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (5), 429-443.
- MILLAR, R. y DRIVER, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- ORDOÑEZ, J. Algunas consideraciones impertinentes sobre dos artículos que discuten el espinoso tema de la globalización, *Infancia y aprendizaje*, 65, 45-49.
- PENICK, J.E. y YAGER, R.E. (1986). Trends in science education: some observations of exemplary programs in the United States. *European Journal of Science Education*, 8 (1), 1-9.
- PIAGET, J. (1970). *La epistemología genética*. Barcelona: Redondo.

- PINELLI, P. y LEFÉVRE, R. (1993). "Étudiants-chercheurs": une proposition en electrocinétique, *ASTER*, 17, 65-87.
- PORLAN, R. (1989). Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- PORLAN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Díada: Sevilla.
- POZO, I. (1994). Presentación, *Infancia y Aprendizaje*, 65, 5-6.
- RESNICK, L.B. (1983). Mathematics and Science Learning: a new conception. *Science*, 220, 477-478.
- ROSENTHAL, D.B. (1989). Two approaches to Science - Technology - Society (S-T-S) Education. *Science Education*, 73 (5), 581-589.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989). Interacciones C/T/S: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 14-20.
- SOLOMON, J. (1990). The discussion of social issues in the science classroom. *Studies in Science Education*, 18, 105-126.
- SOLOMON, J. (1991). Teaching about the nature of science in the British National Curriculum, *Science Education*, 75 (1), 95-103.
- WHEATLEY, G. H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning, *Science Education*, 75 (1), 9-21.
- YAGER, R.E. y PENICK, J.E. (1986). Perception of four groups towards science classes, teachers and value of science. *Science Education*, 70 (4), 335-363.

SUMMARY

We intend to clarify the relationship between the scientific knowledge and the "school knowledge" about science. This explicit distinction can help us to avoid the usual deformed visions of science transmitted by science teaching and to get a better appraisal of what to teach.

RESUMÉE

Que la connaissance scolaire et la scientifique sont différentes constitue une "evidence" qui a échappé, jusqu'à très récemment, à la réflexion. Une reconnaissance explicite de cette différence permet repenser, d'une façon plus fondée, leurs relations mutuelles. Nous prétendons contribuer à cette clarification et préciser ce qui pourrait être la connaissance scolaire autour des sciences.