

FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA SECUNDARIA OBLIGATORIA. ¿ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA O PREPARACIÓN PROPEDEÚTICA?

FURIÓ, C., VILCHES, A.¹, GUIASOLA, J.² y ROMO, V.³

¹ Universitat de València. Valencia

² Universidad del País Vasco. San Sebastián

³ Universidad de Zacatecas. México

SUMMARY

The purpose of this work is to find out the teachers' opinions regarding the aims and objectives of the teaching of science, within the frame of the educational reform. We attempt to disclose to what extent educational thinking gives priority to the training of the students in scientific concepts, laws and theories needed in further courses (propedeutic training) and how this thinking pays less attention to the so-called scientific literacy which is meant to be the main object of the teaching of science according to the designers of the curriculum. To achieve this, we carried out a multiple and convergent experimental design with a number of samples of teachers. We found a confirmation that in secondary education, the curricular emphasis of teachers focuses on the propedeutic training of students.

INTRODUCCIÓN

Las reformas curriculares que están teniendo lugar desde los años ochenta en la educación científica de la enseñanza secundaria obligatoria se orientan, en muchos casos, hacia la denominada *alfabetización científica* de los futuros ciudadanos y ciudadanas. Como señala Hodson (1993), en décadas anteriores, las preocupaciones curriculares se centraban casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos, con el fin de familiarizar a los estudiantes con las teorías, conceptos y procesos científicos. Sin embargo, en la década de los ochenta y los noventa, la orientación se ha modificado y se trata de incluir en el currículo componentes que orientan la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales del propio estudiante (National Research Council, 1996). Así, en este sentido, se sitúan muchas de las nuevas tendencias que recogen los currículos de ciencias. Entre muchas otras, se pueden señalar las relacionadas con el movimiento ciencia, tecnología y sociedad y aquéllas que ponen el énfasis en una ciencia

para todos o en la alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la formación básica de todos los ciudadanos (Bybee, 1997; Solbes y Vilches, 1997).

Dicha alfabetización científica significará que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997). Lógicamente, la enseñanza de las ciencias deberá contribuir a la consecución de dichos objetivos, con la comprensión de conocimientos, procedimientos y valores que permitan a los estudiantes tomar decisiones y percibir tanto las utilidades de las ciencias y sus aplicaciones en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos como las limitaciones y consecuencias negativas de su desarrollo.

Ahora bien, que las administraciones educativas propongan cambios curriculares, por muy bien fundamentados que estén en los resultados de la investigación didáctica, no asegura que se lleven a la práctica. De hecho, la propia investigación didáctica (Cronin-Jones, 1991) ha puesto de manifiesto la importancia del papel del profesorado en la implantación de la reforma, así como la necesidad de implicar a los docentes en el proceso de reforma, si se pretende que ésta se lleve adelante de forma adecuada (Lederman, 1992; Gil et al., 1998a). De ahí que sea importante conocer las ideas del profesorado respecto a las finalidades de la ciencia en la enseñanza secundaria obligatoria, con el fin de tenerlas en cuenta y de que no sean un obstáculo en la consecución de los objetivos de dichas reformas educativas.

Éste será, precisamente, el objetivo fundamental de este artículo, es decir, tratar de diagnosticar las ideas del profesorado de física y química respecto a: *a)* para qué se enseñan estas disciplinas en la secundaria obligatoria; y *b)* determinar en qué medida existe una distancia cognitiva entre este pensamiento y los nuevos objetivos de alfabetización científica o ciencia para todos que propugnan aquellas reformas curriculares (Bell, 1998).

La hipótesis básica del trabajo se centrará en la suposición de que el profesorado enseña física y química fundamentalmente para preparar a los estudiantes como si todos pretendieran ser especialistas en física o en química en un futuro próximo (Pozo, 1997). Es decir, el profesor se preocupará de conseguir como objetivos prioritarios el que los estudiantes sepan fundamentalmente los conceptos, principios y leyes de aquellas disciplinas, que son los contenidos que supuestamente los docentes ven más necesarios para la formación de los científicos. Sin embargo, de acuerdo con las nuevas tendencias curriculares, una función terminal de la enseñanza de las ciencias ha de plantearse también como finalidades el enseñar ciencias con el fin de preparar a los estudiantes para la vida, para alfabetizarlos científica y tecnológicamente. Ello implica, en nuestra opinión, preparar a los futuros ciudadanos, y también entre ellos y muy especialmente a los futuros científicos, para que puedan adquirir los valores democráticos y la concienciación de respeto y cuidado del medio, dentro de una educación pensada para lograr un desarrollo sostenible en el planeta. De este modo se contribuirá en su formación para que sean capaces de tomar decisiones fundamentadas a la hora de afrontar los problemas medioambientales y sociales, resolver problemas cotidianos, mejorar su autoestima y autonomía, así como su interés crítico por la ciencia.

LAS REFORMAS EDUCATIVAS Y LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

La reforma de las enseñanzas secundarias supone, como decíamos en la introducción, un cambio importante en las finalidades de la educación científica. En el caso de la reforma española, este cambio choca con un obstáculo que es la tradición escolar de la enseñanza de las ciencias en las llamadas «enseñanzas medias».

En el sistema educativo español, hasta los años setenta solamente se enseñaban cuatro reglas básicas a los niños y niñas hasta los 10 años. A partir de esa edad, una parte ínfima de la población escolar (aproximadamente un 3%) estudiaba el bachillerato, que duraba de los 10 a los 16 años. En esa etapa, había dos exámenes globales o reválidas, uno a los 14 años, con el que finalizaba el bachillerato elemental, y otro a los 16 años, que suponía el final del bachillerato superior. Una vez superado este último, se podía realizar un curso denominado preuniversitario a los 17 o 18 años, necesario para entrar en la universidad. En el año 1970, tuvo lugar una reforma educativa (Ley General de Educación) en la que se planteaba una generalización de la enseñanza básica obligatoria hasta los 14 años, llamada educación general básica (EGB). Paralelamente, las escuelas de magisterio, donde se formaba el profesorado que impartía la docencia de alumnos y alumnas, antes, hasta los 10 años y, a partir de esa reforma, hasta los 14 años, se integraron en la universidad. Una vez finalizada la EGB, los estudiantes podían estudiar el BUP (bachillerato unificado y polivalente) de tres años de duración y el curso preuniversitario se transformó en COU (curso de orientación universitaria) que, en realidad, se convirtió en un curso más de bachillerato. Los estudiantes que no obtenían el certificado de EGB o aquellos que tenían dificultades eran «castigados» (según la percepción social) y tenían que seguir estudiando en los centros de formación profesional de primer grado o bien abandonaban sus estudios. El resultado era que la mayoría de los estudiantes, en torno a un 80%, estudiaba el bachillerato en institutos o en centros privados.

En los años setenta se constituyeron, en las universidades, los llamados institutos de ciencias de la educación (ICE), encargados de la formación inicial y permanente del profesorado. La formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria descansa sobre una licenciatura científica y la realización posterior de un curso de aptitud pedagógica que consta de un módulo de psicopedagogía general, otro de didáctica específica y un corto *practicum* de los profesores en formación al lado de profesores en activo de los centros de secundaria (Dumas-Carré et al., 1990). En todos estos años, la tradición española respecto a las finalidades de las enseñanzas de las diferentes disciplinas científicas en secundaria era la de preparar a los estudiantes para ir a la universidad. Se trataba de imprimir a la enseñanza de las ciencias una única función básica exclusivamente propedéutica, es decir, de estudios preliminares para la adquisición de nivel o base científica. Y esto no solamente ha sucedido en nuestro país; la investigación didáctica ha constatado que en otros países ésta ha sido también la meta principal (Hodson, 1993).

En los años noventa, la reforma educativa propuesta en nuestro país, más acorde con los avances de la investigación didáctica, propone eliminar las barreras discriminatorias a la población escolar de 14 años, generalizando la enseñanza obligatoria hasta los 16 planteando, entre otras finalidades de la educación científica en secundaria, la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos y alumnas (Membiela, 1997) y poniendo, por

tanto, en cuestión la función exclusivamente propedéutica de la enseñanza de las ciencias en secundaria.

¿PARA QUÉ ENSEÑAR CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA?

La educación y, en particular, la alfabetización científica para todos se ha convertido, en opinión general de expertos y políticos, en una exigencia urgente (Gil et al., 1998b; Reid y Hodson, 1993). Así lo ha entendido, por ejemplo, el gobierno de Estados Unidos, que ha convertido el esfuerzo en educación científica en una de sus primeras prioridades y así se afirma, desde la primera página, en los National Science Education Standards, auspiciados por el National Research Council (1996).

En el caso de la reforma educativa española, se incluyen objetivos generales de aquellas ciencias con los que se pretende que los alumnos de la secundaria obligatoria comprendan la contribución que estas ciencias han tenido y tienen en la evolución de nuestra sociedad (racionalismo, comunicación, agricultura, energía, medicamentos, nuevos materiales, máquinas, etc.) iniciando el análisis de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Furió y Vilches, 1997). Así mismo, señalan como objetivo conocer los problemas derivados de un uso no planificado de la ciencia (contaminación atmosférica, calentamiento del planeta, agotamiento de las fuentes de energía, etc.), potenciando una actividad de respeto y cuidado del medio y una gestión y aprovechamiento racional de los recursos existentes en el planeta.

Todos estos aspectos forman parte de los objetivos y contenidos conceptuales de dichas disciplinas con el fin de garantizar a todos los ciudadanos los conocimientos científicos y técnicos necesarios para que las personas puedan comprender un mundo cada vez más tecnificado. También se incluyen objetivos y contenidos procedimentales con la finalidad de que el alumnado aprenda qué es la ciencia y la tecnología y cómo trabajan, para adquirir destrezas que les permitan razonar mejor y resolver problemas de la vida cotidiana. Se proponen, también, objetivos y contenidos actitudinales que pretenden conseguir despertar el interés de los estudiantes hacia la actividad científica, que desarrollen un interés crítico por dicha actividad, generando actitudes que les permitan valorar el papel que la ciencia juega en nuestras vidas, preparando así el camino para que, en el futuro, puedan participar colectivamente en la solución de los problemas con que se enfrenta la sociedad de la que forman parte.

Las ciencias han contribuido sobremanera a conocer mejor el origen de la vida y su preservación. Ya que todos los procesos vitales tienen lugar por cambios químicos, la comprensión de la reactividad química permite entender mejor la vida y de esta forma contribuir al conocimiento de cuestiones que siempre han preocupado a la humanidad y que confluyen con otros campos del conocimiento como el de la historia o la filosofía. La contribución de la física y de la química, a lo largo de la

historia, en la comprensión del mundo, en el cambio de las ideas, en la modificación del medio, en el progreso de la humanidad, confiere a las ciencias y a su enorme desarrollo y aplicaciones un papel importante en la cultura de nuestro tiempo, y su estudio ayudará a entender mejor el universo que nos rodea, así como el lugar que nos corresponde en él.

Es importante que las personas sepan que la calidad de vida y el aumento de la esperanza de vida de la población son directamente atribuibles, entre otras razones, a los avances tecnológicos en ciencias. Pero también deben saber y tener en cuenta algunos aspectos no tan positivos, como el hecho de que las aplicaciones tecnológicas de algunos desarrollos pueden tener efectos contaminantes en el medio, que la producción de energía mediante el uso de combustibles fósiles provoca la formación de residuos contaminantes para el aire, el agua y los seres vivos, que los residuos radiactivos de las centrales nucleares permanecerán activos durante décadas o que determinadas dosis de algunos productos químicos en el medio pueden resultar nocivas para los seres vivos. La evaluación del beneficio de una determinada aplicación de la química o de la física en relación con los riesgos que su uso genera se ha convertido en un elemento común de innumerables decisiones que nos afectan a todos. Algunas de estas decisiones las toman por nosotros los técnicos o los políticos. Otras las decidimos nosotros mismos a través de movimientos u organizaciones sociales o directamente mediante una votación.

Se tiene sensación de impotencia en lo que se refiere al control de sustancias contaminantes o de otros productos tecnológicos y a su incidencia en el medio y en la salud y se desconfía a veces de aquellos que los producen, distribuyen o utilizan. La educación debería disminuir esa inseguridad hacia la ciencia de los ciudadanos, de tal forma que contribuyera a realizar un balance óptimo entre riesgos y beneficios, que se pudiera disfrutar de los crecientes beneficios de la era de la ciencia y la tecnología pero garantizando, al mismo tiempo, la protección de la salud y el medio y contribuyendo con el conocimiento a la toma de decisiones sobre los desarrollos y sus consecuencias.

Cada vez que se toman decisiones, se deberían tener en cuenta los efectos globales de los problemas sobre los seres vivos que habitamos el planeta y la necesidad de favorecer a la mayoría y no sólo a una parte de la población. Parece, en este sentido, que se empieza a comprender la gravedad de los problemas con que la humanidad se enfrenta hoy como consecuencia de un desarrollo socioeconómico enormemente acelerado, conducido por intereses particulares y a corto plazo que actúan de forma irresponsable como si las capacidades de la Tierra fueran ilimitadas (Gil et al., 1998b). Será, por tanto, necesaria una correcta percepción de los problemas que afectan al futuro de la humanidad para hacer posible la participación de los ciudadanos y ciudadanas en la toma de decisiones. Los científicos y los educadores tienen una gran responsabilidad en este campo para suministrar la información y la posibilidad de discusión sobre los problemas y las posibles soluciones.

Por tanto, la alfabetización científica será necesaria para contribuir a formar ciudadanos, y en su caso futuros científicos, que sepan desenvolverse en un mundo como el actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas personales y profesionales y en nuestras sociedades. Ciudadanos cuya formación les permita reflexionar y tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Aikenhead, 1985; Bingle y Gaskell, 1994; Gil et al., 1991; Solbes y Vilches, 1997) para contribuir al desarrollo de una conciencia crítica hacia ellas, y mostrar tanto su enorme potencial como sus limitaciones. Será necesario mejorar la instrucción científica de toda la población, iniciándola cuanto antes en las escuelas, también para contribuir a cambiar la imagen pública de la ciencia, que en la actualidad y para gran parte de la población se ve como algo ajeno, inasequible o peligroso, algo de lo que a veces se desconfía y, desde luego, no se percibe como parte de la cultura, de los conocimientos o del saber que debe poseer cualquier persona instruida. Pero la ciencia es parte de la cultura humana, fruto del esfuerzo racional de muchas personas, acumulado a lo largo de generaciones para intentar responder a numerosas preguntas que la humanidad se ha planteado siempre sobre el mundo que nos rodea.

LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS REFORMAS CURRICULARES REQUIERE LA IMPLICACIÓN DEL PROFESORADO

Sin embargo, frecuentemente, los objetivos o finalidades que el profesorado pretende conseguir en su práctica docente no coinciden con los que acabamos de mencionar. La investigación didáctica ha puesto de manifiesto que existen marcadas diferencias entre los objetivos y las finalidades perseguidos por los diseñadores del currículo y lo que llevan a la práctica realmente los profesores y profesoras (Cronin-Jones, 1991). Como decíamos, algunos autores justifican esta situación por la escasa participación del profesorado en los procesos de reforma y en el establecimiento de los nuevos currículos, que se elaboran, generalmente, siguiendo un modelo conocido como *linear-expert* (McDonald, 1975), consistente en reuniones de expertos que elaboran los nuevos currículos mediante el establecimiento de unas consideraciones generales con una serie de contenidos en los que tratan de incluir los temas que consideran fundamentales.

Estas diferencias entre los objetivos perseguidos por los diseñadores del currículo y los que llevan a la práctica realmente los profesores han permitido llamar la atención sobre la importancia de la influencia del profesorado en la implementación del currículo así como sobre la necesidad de un mejor conocimiento del proceso. Algunos resultados muestran la importancia de tener en cuenta las ideas y las concepciones del profesorado –respecto a las finalidades de la enseñanza, cómo aprenden los estudiantes, su papel en el aula, etc. (Gil et al., 1998a)– a la hora de diseñar un currículo, así como la necesidad de su participación en la construcción de los

nuevos conocimientos didácticos y en el proceso de transformación de dichas concepciones.

Los profesores y profesoras tienen ideas, comportamientos y actitudes respecto a diferentes aspectos relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje debido a una larga formación «ambiental» durante el período en que fueron alumnos y alumnas y en su propia práctica docente, ya que responden a experiencias que se han repetido durante años y que se han adquirido como algo obvio, como algo natural que se convierte en un verdadero obstáculo si se pretende renovar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Gil et al., 1991).

Será importante, pues, cuando se planteen reformas curriculares, conocer cuáles son las ideas y comportamientos del profesorado, cuál es su pensamiento acerca del currículo de ciencias, con el fin de que dichas ideas no sean un obstáculo en la consecución de los objetivos planteados. Pero, aunque esto constituye un requisito esencial para incorporar al profesorado a los procesos de reforma (Bell, 1998), será necesario, como ha señalado la investigación didáctica, la participación de éste en la construcción de los nuevos conocimientos didácticos, abordando los problemas planteados por la enseñanza (Furió y Gil, 1999). Sin esta participación no sólo será difícil que el profesorado haga suyos y lleve adelante los cambios, sino que incluso se pueden plantear situaciones de rechazo, apoyadas en problemas organizativos, sindicales, laborales, etc.

EL PROFESORADO Y LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Como se ha señalado anteriormente, pensamos que gran parte del profesorado que debe llevar adelante las reformas no comparte algunos de aquellos objetivos, de ahí que nos planteásemos investigar cuáles son las finalidades de la enseñanza de la física y la química en la secundaria obligatoria (Romo, 1998). Se trata de detectar si el profesorado tiene una visión de la ciencia como parte fundamental de la cultura que toda persona debe adquirir en su formación, y lógicamente también los futuros científicos, como señalábamos al principio, y si su enseñanza se dirige en ese sentido o, más bien, se orienta fundamentalmente hacia la preparación de estudiantes para cursos superiores, centrándose en los contenidos conceptuales y pensando que son casi exclusivamente más necesarios para seguir estudios científicos. Algunos trabajos anteriores (Boyer y Tiberghien, 1989) pusieron de manifiesto la importancia que para los profesores de ciencias tenía el que los estudiantes adquirieran los conocimientos prescritos en los programas.

Así pues, nuestra hipótesis de trabajo es que la mayoría del profesorado pensará que el objetivo de la enseñanza de las ciencias es formar futuros científicos, como se ha venido haciendo hasta ahora, es decir, transmitiendo una visión empobrecida de la ciencia centrada en los conte-

nidos conceptuales. Esto hará que se sientan preocupados por el nivel con que los estudiantes llegan a sus clases y por enseñar en función del curso siguiente. Por tanto, se asumiría el papel de «seleccionador de estudiantes» al pensar que la ciencia es algo difícil, que no todos los estudiantes pueden comprender o dominar, sino sólo aquellos que tienen unas cualidades determinadas, contribuyendo así a la visión elitista de la ciencia. Por otro lado, esta idea favorecería una visión del currículo en la que prima la extensión sobre la profundidad, ya que será necesario saber mucho sobre física y química, cuanto más mejor, lo que se convierte en un obstáculo para profundizar debidamente en los temas.

Se trata en resumen, de contrastar si el profesorado piensa que la enseñanza de las ciencias tiene una función propedéutica, es decir, está dirigida fundamentalmente al acceso de los estudiantes a las carreras universitarias y, en menor medida, tiene una función terminal de formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas. Por lo tanto, las finalidades y objetivos generales del currículo estarán centrados en el aprendizaje de conocimientos y procesos científicos, sin tener en cuenta los intereses de los estudiantes y de la sociedad. Así mismo, y coherentemente con esta idea, el profesorado pensará que la preparación científica de los estudiantes se conseguirá no sólo centrándose en los contenidos conceptuales sino, también, primando la extensión de los mismos sobre la profundidad en el aprendizaje. Es decir, se concederá importancia a enseñar la mayor cantidad de conceptos y leyes y para ello se habrá de disponer del máximo tiempo posible.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Con el fin de detectar cuáles eran las visiones del profesorado sobre las finalidades y los objetivos generales del currículo de ciencias en la secundaria obligatoria, se realizó un diseño experimental para llevar a cabo con profesores y profesoras de física y química, tanto en formación como en activo. Todo el profesorado en ejercicio implicado en el trabajo fue seleccionado aleatoriamente de diferentes institutos de la Comunidad Valenciana que impartían enseñanza secundaria obligatoria o bachillerato, pero las preguntas se centraron exclusivamente en las finalidades de la enseñanza secundaria obligatoria.

El diseño consistió, en primer lugar, en un cuestionario abierto (Documento I, en anexos) para conocer las ideas sobre las finalidades del currículo que tiene el profesorado de física y química de la educación secundaria y fue aplicado a 58 profesores y profesoras en activo. Las respuestas de este cuestionario fueron categorizadas de acuerdo con las hipótesis emitidas. Dichas categorías están recogidas en los cuestionarios con ítems cerrados que se realizaron posteriormente (Documentos II, III y IV, en anexos) y fueron aplicados a 56 profesores y profesoras de diferentes institutos de secundaria y a 96 profesores en formación procedentes del curso de aptitud pedagógica.

En el primer cuestionario cerrado (Documento II), se recogen las grandes metas señaladas por la investigación didáctica de la educación científica y en los nuevos currículos de ciencias de la secundaria obligatoria. El siguiente cuestionario se planteó para recoger las opiniones del profesorado respecto a los objetivos generales pretendidos con la inclusión del currículo de ciencias en la secundaria (Documento III). El último cuestionario (Documento IV) planteaba proposiciones excluyentes, formuladas de manera positiva para conocer las opiniones del profesorado en torno al problema de la extensión del currículo y la necesidad de profundizar para la mejor comprensión de los conceptos.

Finalmente, para completar el trabajo, se diseñó una entrevista (Documento V) que se aplicó a una muestra de 37 profesores en activo con el fin de profundizar en el estudio de las actitudes e ideas del profesorado sobre las finalidades del currículo de ciencias, es decir, conocer sus opiniones sobre las metas y objetivos de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria obligatoria.

RESULTADOS

El primer cuestionario (Documento I) contiene cuatro ítems que se refieren a las finalidades que se pretenden al incluir las ciencias en la enseñanza secundaria obligatoria, para detectar las prioridades indicadas por el profesorado al valorar las diferentes propuestas. Con el fin de facilitar el análisis y la validación de las hipótesis, los resultados encontrados se agruparon en la tabla I en: por un lado finalidades relativas a la formación científica, a la preparación de los estudiantes para cursos posteriores y, por otro, a las finalidades relacionadas con el propio estudiante y la sociedad.

En la tabla I, referida al ítem 1, se muestran agrupadas las distintas finalidades indicadas por los encuestados. Hay que señalar que el 50% del profesorado responde sólo a finalidades relativas a la preparación científica de los estudiantes, un 18 % responde a finalidades sólo centradas en la preparación personal y social, y un 18 % señala ambas categorías de finalidades.

Tabla I
¿Qué argumentos justifican que los estudiantes tengan que aprender ciencias en la educación secundaria obligatoria?

Finalidades perseguidas en la enseñanza de las ciencias	% Profesores (N = 58)
1. Finalidades centradas en la preparación científica de los estudiantes	68
2. Finalidades centradas en la preparación personal y social de los estudiantes	36
3. No sabe / No contesta	14

Tabla II

Expresa los objetivos generales de formación que, en tu opinión, debería perseguir la enseñanza de las ciencias en el nivel secundario obligatorio.

Objetivos generales de la enseñanza de las ciencias	% Profesores (N = 58)
1. Objetivos conceptuales	65,8
2. Objetivos procedimentales	29,3
3. Objetivos actitudinales	29,3
4. No sabe / No contesta	17,9

En los resultados del ítem 2 (Tabla II), se indican agrupados porcentajes de los diferentes objetivos señalados por el profesorado. A pesar de ser una pregunta abierta, aproximadamente la mitad de la muestra solamente da respuestas correspondientes a una de las categorías señaladas en la tabla II. En este sentido un 35,7 % de los encuestados responde sólo a aspectos relacionados con objetivos conceptuales, un 7,1 % se refiere sólo a los procedimentales, un 10,7 % exclusivamente a los actitudinales, y ninguno de los encuestados se refiere a los tres objetivos simultáneamente. Se muestran a continuación los resultados de los ítems 3 y 4 (Tablas III y IV, respectivamente).

Tabla III

A la hora de seleccionar los contenidos de la materia, ¿consideras que debe primar la presentación de una visión amplia de la materia o bien un tratamiento menos extenso y más profundo de la misma?

Extensión y profundidad del currículo de ciencias	% Profesores (N = 58)
Debe primar:	
1. Presentación de una visión amplia de la materia	63,6
2. Tratamiento menos extenso y más profundo de la materia	32,9
3. No sabe / No contesta	3,5

Los resultados del cuestionario abierto ponen de manifiesto que la mayor parte del profesorado da mayor importancia a las finalidades centradas en los conceptos científicos, en la estructura y métodos de la propia ciencia y, sin embargo, se concede mucha menos importancia a la alfabetización científica, al papel de la ciencia como elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo. Así, en el ítem 1, el 68 % de encuestados (Tabla I) se refiere a la necesidad de conocer las leyes y teorías que constituyen el conocimiento científico, con el fin de seguir estudios sin dificultad. Ejemplos de este tipo de respuestas son los siguientes:

Tabla IV

¿Qué innovaciones consideras que serían necesarias introducir en el currículo de ciencias en la secundaria obligatoria para mejorar su enseñanza?

Aspectos relacionados con:	% Profesores (N = 58)
1. Inclusión de contenidos que mejoren el interés. Relación de las ciencias con la vida cotidiana y papel de la ciencia en la vida de las personas	37,2
2. Formación del profesorado para la mejora de la calidad docente	35,5
3. Apoyo en infraestructura	27,0
4. Comportamientos y actitudes del profesorado hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias	20,5
5. Realización de prácticas de laboratorio	21,2
6. Interdisciplinariedad	14,3
7. No sabe/ no contesta	19,0

– «Conocer las leyes básicas de las ciencias para en el futuro estudiar una carrera científica»

– «Aprender metodologías y también elementos teóricos»

– «Conocimientos indispensables para su futura formación científica».

Estos resultados convergen con los obtenidos en el ítem 2 referidos a los objetivos de la enseñanza de las ciencias (Tabla II), donde el mayor porcentaje de profesores (65,8%) se sitúa en el objetivo de adquirir conocimientos científicos (conceptos, leyes y teorías), que les servirán a los estudiantes para continuar sus estudios, y que es muy superior a los porcentajes referidos a objetivos de tipo procedimental o actitudinal, como, por ejemplo, la adquisición de una actitud de interés crítico hacia el papel de la ciencia como parte de la cultura. Coherentemente con estas respuestas, en el ítem 3 (Tabla III), el profesorado encuestado está más a favor de un currículo que prime la extensión sobre la profundidad.

Por último, cuando se trata de proponer innovaciones que mejoren la enseñanza de la ciencia (Tabla IV), el profesorado sí es consciente de la necesidad de su formación como docente (35,5%), así como de la importancia de la inclusión de contenidos que aumenten el interés y mejoren las actitudes de los estudiantes (37,2%), como las actividades que conectan la ciencia con la vida cotidiana, las de relaciones ciencia, tecnología y sociedad o la realización de prácticas de laboratorio. Probablemente, esta aparente contradicción no es tal, ya que el profesorado sí piensa que todo esto es necesario para mejorar la enseñanza de la ciencia en la secundaria obligatoria pero, frente a cuestiones abiertas, por su papel más arraigado de formador de futuros científicos

en su práctica docente, da prioridad a la finalidad de preparar a los estudiantes para cursos posteriores y, por tanto, a la consecución de objetivos conceptuales sobre los procedimentales y actitudinales.

Por la misma razón, cuando se plantean y analizan las respuestas a las cuestiones cerradas, se obtienen resultados que parecen estar en contradicción con los de las tablas I y II. En los documentos II y III, que contienen un total de diez cuestiones de tipo cerrado, se pide a los profesores que valoren los objetivos y finalidades señalados por la investigación didáctica. Ambas muestras dan importancia a todos los aspectos indicados (Tabla V y VI), aunque, en el caso de las finalidades, lo menos valorado es el que la enseñanza de la ciencia deba

contribuir a la adquisición de valores democráticos del medio social en el que se desarrollan los estudiantes. Es de suponer que, aunque se trata de una finalidad propuesta en la investigación didáctica y recogida en los currículo de ciencias de la secundaria obligatoria, para una parte del profesorado se aleja (Hodson, 1993) de lo que según él son las finalidades propiamente científicas, coincidiendo con la visión a que nos referíamos ajena al papel formativo de la enseñanza de las ciencias. Lo mismo se podría decir para la escasa valoración del profesorado en formación respecto al ítem 3 relacionado con el desarrollo psicológico del estudiante. Se siguen valorando muy alto las finalidades centradas en la propia ciencia (en el aprendizaje de conocimientos y procesos) con el fin de obtener una preparación adecuada para

Tabla V
¿Para qué enseñar ciencias en la educación secundaria obligatoria?

Valoración (de 0 a 10) de las finalidades de la enseñanza de la ciencias	Profesores en formación (N = 96)	Profesores en activo (N = 56)	TOTAL (N = 152)
Para que los estudiantes:			
1. Conozcan la materia y sepan cómo trabajan los científicos	7,3	7,8	7,5
2. Aprendan los conceptos y las teorías, para conseguir una preparación que les permita seguir sus estudios con éxito	7,2	8,3	7,6
3. Alcancen el desarrollo psicológico propio de su edad	5,9	7,1	6,3
4. Adquieran los valores democráticos del medio social actual	4,5	6,6	5,3
5. Adquieran una alfabetización científica	7,6	9,1	8,2

Tabla VI
¿Qué objetivos generales persigue la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria?

Valoración (de 0 a 10) de los objetivos generales de la enseñanza de las ciencias	Profesores en formación (N = 96)	Profesores en activo (N = 56)	TOTAL (N = 152)
Debe preocuparse de que los estudiantes:			
6. Adquieran los conocimientos adecuados (hechos, conceptos, leyes y teorías)	7,4	7,2	7,3
7. Aprendan los procesos de la metodología científica (destrezas intelectuales, procedimentales)	8,1	8,4	8,2
8. Aprendan a solucionar problemas de la vida cotidiana	8,2	8,9	8,5
9. Desarrollen actitudes positivas y aumenten su interés hacia la ciencia y su aprendizaje	8,2	9,2	8,6
10. Sean capaces de realizar valoraciones críticas y de tomar decisiones respecto a las relaciones ciencia-sociedad	8,2	9,0	8,5

Tabla VII
La extensión del currículo.

Valoración (de 0 a 10) de la extensión y profundidad del currículo de ciencias.	Profesores en formación (N = 96)	Profesores en activo (N = 56)	TOTAL (N = 152)
Debe primar:			
11. Presentación amplia de la materia	6,5	8,5	7,2
12. Tratamiento menos extenso y más profundo de la materia	6,3	7,2	6,6

cursos posteriores. También valoran muy positivamente aspectos relacionados con la formación de actitudes positivas y objetivos procedimentales. Observamos así que, al menos sobre el papel, cuando se plantean al profesorado objetivos y finalidades básicos de secundaria obligatoria, los valora positivamente pero, como decíamos, si se trata de cuestiones abiertas, los resultados reflejan más su práctica habitual, en que, se da más importancia a la preparación propedéutica de los estudiantes que a su formación como futuros ciudadanos. De ahí que sea importante la realización de un diseño múltiple, para poder comparar y analizar los resultados desde diferentes perspectivas y ver si existe convergencia en los mismos.

En la tabla VII, se muestran los resultados obtenidos en el documento IV y podemos observar que la proposición más valorada, coherentemente con lo que se viene diciendo, es la relacionada con evitar que los estudiantes terminen sus estudios sin haber estudiado capítulos importantes, justificada por la necesidad de acabar el temario para que pasen al curso siguiente, por lo que su preparación científica se consigue primando la extensión de los contenidos conceptuales sobre la profundidad. En el caso de los profesores en formación no existen diferencias significativas, quizás porque su falta de práctica y la formulación en positivo (Documento IV) de las dos proposiciones no le hayan permitido darse cuenta de que no se puede profundizar adecuadamente si se pretende abordar currículos enciclopédicos.

Precisamente estos resultados, en los que las diferencias encontradas no son las esperadas dada la contraposición de los ítems, así como los obtenidos en los cuestionarios abiertos y cerrados, nos llevó a la realización posterior de la entrevista con el fin de profundizar en los resultados obtenidos en la primera parte del trabajo.

Respecto a la entrevista realizada a profesores (Documento V, en anexos), los resultados son convergentes con los encontrados en el cuestionario abierto. Así, en el primer ítem, las respuestas más comunes (27 de los 37 profesores) se refieren a la importancia de las finalidades que permiten a los estudiantes conseguir una preparación suficiente para continuar sus estudios y dan menos relevancia a su formación como personas o como

futuros ciudadanos, finalidad a la que se refieren sólo 10 de los profesores entrevistados. Se muestran a continuación algunos ejemplos de las respuestas de este ítem en la entrevista, que enfatizan una preparación propedéutica del alumnado:

«Creo que la finalidad principal es prepararlos para acceder a una carrera.»

«[...] para adquirir habilidades para poder ser en el futuro investigadores de verdad»

«[...] para divulgar el conocimiento que se ha construido en cada disciplina [...] introducir al alumno en la metodología científica»

«[...] para que el niño se familiarizara con todo lo que tiene que ver con la investigación»

Se tuvo así la oportunidad de profundizar en las respuestas obtenidas en los cuestionarios. En este sentido, en el ítem 2 de la misma se trató de ver las razones aportadas por el profesorado del porqué había que centrar las finalidades de la ciencia en la preparación de sus estudiantes para cursos posteriores. De esta forma, 24 de los 37 profesores entrevistados asumen un papel fundamentalmente propedéutico de la enseñanza secundaria de las ciencias, insistiendo en la necesidad de preparar a los estudiantes en cada curso para los estudios que siguen. Se referían, por ejemplo, entre otras razones:

«Es necesario para continuar estudios.»

«Es la meta última.»

«Existe una gran preocupación por el tema.»

Los 13 profesores restantes indicaban, como causa, otros aspectos, por ejemplo:

«El interés por fomentar la cultura científica»

«Debido a la formación que ha recibido el profesorado»

«No se entiende la educación como algo terminal.»

«Miedo a poner en entredicho la capacidad del profesor».

En el ítem 3 se plantea a los profesores que, a pesar de impartir una enseñanza con una orientación fundamentalmente propedéutica en sus objetivos, los estudiantes no superan las dificultades de aprendizaje y se les preguntó qué objetivos prioritarios deberían fijarse para superar esta situación. Coherentemente con las respuestas obtenidas del cuestionario abierto, 10 profesores señalan objetivos conceptuales, 12 indican objetivos actitudinales y conceptuales, y 8 se refieren a la necesidad de la formación del profesorado para lograr las finalidades indicadas, citando objetivos relacionados con la importancia de que el profesor domine su asignatura, que actualice sus conocimientos y, sobre todo, dando importancia al uso de nuevas metodologías y a las actitudes y expectativas del profesorado. Algunos ejemplos de respuestas referidas a los objetivos conceptuales:

«El principal objetivo sería que los alumnos deben tener todos los conceptos que son básicos, ya que esto les va a facilitar seguir adelante en sus estudios.»

«Que los alumnos obtengan conocimientos y puedan conectar la teoría con la práctica.»

Otros ejemplos de respuestas de tipo actitudinal que se presentaron fueron, por ejemplo, las siguientes:

«Motivar a los estudiantes, tratar de estimularlos a que estudien ciencias.»

Y, por último, referidas a la necesidad de la formación del profesorado, como una autocrítica o autoevaluación de su papel en la educación y su necesaria formación para poder atender a los cambios que tienen lugar en este campo:

«Actualizar procesos de aprendizaje para: romper con la monotonía de la exposición, renovación y actualización de nuestra práctica pedagógica.»

«Que el profesor domine su materia, que sepa cómo impartirla y cómo motivar a los estudiantes.»

De este modo, la entrevista ha permitido profundizar en el estudio de las visiones del profesorado sobre las finalidades de la educación científica, con la obtención de resultados que confirman nuestras hipótesis y confluyen con los del cuestionario abierto, ayudando a explicar las diferencias surgidas como consecuencia de poner al profesorado frente a un cuestionario cerrado en el cual no es ningún problema valorar positivamente algunos aspectos, lo que no significa que los tengan habitualmente en cuenta, como se confirma en el cuestionario abierto y en la entrevista.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Pensamos que los instrumentos utilizados han permitido avanzar en el conocimiento de las opiniones del profesorado sobre las finalidades de la educación secundaria obligatoria. Como suponíamos en nuestras hipótesis, la mayor parte del profesorado consultado, así como de los profesores y profesoras en formación, asume el carácter básicamente propedéutico de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria, lo que significa para ellos la necesidad de preparar estudiantes para los cursos superiores, como se ha venido haciendo hasta ahora. Esto les conduce a dar prioridad a los objetivos conceptuales frente a los actitudinales o procedimentales para lograr la consecución de las finalidades propuestas.

La pregunta que deberíamos plantearnos a continuación sería si es posible modificar las ideas del profesorado en torno a las finalidades y objetivos del currículo de ciencias, con el fin de que valoraran la importancia de la alfabetización científica en los futuros ciudadanos y ciudadanas, incluidos los futuros científicos, como una de las grandes finalidades de la enseñanza secundaria obligatoria.

Pero, como señalábamos anteriormente, si queremos que los esfuerzos realizados en las reformas curriculares que se llevan a cabo sean eficaces, no será suficiente con organizar cursos para difundir las nuevas propuestas. Los resultados de la investigación señalan la necesidad de que los planes de incorporación del profesorado a los cambios curriculares vayan más allá de su participación en algún curso (Gil et al., 1998b). Estos cursos serán necesarios para el cuestionamiento de su práctica habitual, pero asumir la práctica de las nuevas orientaciones requerirá un trabajo continuado para el que cada profesor debe poder contar con el seguimiento y apoyo necesarios (Carnicer, 1998).

Una de las primeras conclusiones que podemos extraer del fracaso de algunas reformas llevadas a cabo es, pues, la necesidad de una adecuada formación del profesorado que tenga en cuenta los resultados de investigaciones en el campo de la enseñanza de la ciencia. Una formación que implique al profesorado en la investigación de los problemas relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje que surjan de su actividad como docentes. Sólo así el profesorado será capaz de hacer suyas las nuevas orientaciones, de participar de los cambios curriculares, sus finalidades y objetivos. En ese sentido, profundizar en el estudio realizado, así como lograr el cambio de estas ideas del profesorado, será el objetivo de futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, pp. 453-475.
- BELL, B. (1998). Teacher development in science education, en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (eds.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluber.
- BINGLE, W. y GASKELL, P.J. (1994). Scientific Literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), pp. 185-201.
- BYBEE, R. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy, en Graeber, W. y Bolte, C. (eds.). *Scientific Literacy* Kiel: IPN.
- BOYER, R. y TIBERGHEN, A. (1989). Las finalidades de la enseñanza de la física y la química vistas por profesores y alumnos franceses. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 213-222.
- CARNICER, J. (1998). «El cambio didáctico en el profesorado de ciencias mediante tutorías en grupos cooperativos». Universidad de Valencia. Tesis doctoral.
- CRONIN-JONES, L.L. (1991). Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (3), pp. 235-250.
- DUMAS-CARRÉ, A., FURIÓ, C. y GARRET, R. (1990). Formación inicial del profesorado de ciencias en Francia, Inglaterra, Gales y España. Análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), pp. 274-281.
- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, en Luis del Carmen (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- FURIÓ, C. y GIL, D. (1999). Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de ciencias, en Sánchez, J.M., Oñorbe, A. y Bustamante, I. (eds.). *Educación científica*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL, D., FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. (1998a). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, pp. 49-64.
- GIL, D., GAVIDIA, V., VILCHES, A. y MARTÍNEZ, J. (1998b). La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas. *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 12, pp. 43-63.
- HODSON, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. *Science Education*, 77 (6), pp. 585-711.
- LEDERMAN, N.G. (1992). Students and teachers' conceptions of the Nature of Science: A review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 331-359.
- MCDONALD, B. (1975). *Curriculum and human interest in curriculum theorizing*. Berkeley: McCutchan Publishing Corp.
- MEMBIELA, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique*, 13, pp. 37-44.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- POZO, J.I. (1997). La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique* 14, pp. 91-104.
- REID, D.J. y HODSON, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- ROMO, V. (1998). «La enseñanza de la química y su relación con las actitudes de los estudiantes hacia la química». Universidad de Valencia. Tesis doctoral.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1997). STS interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), pp. 337-386.

[Artículo recibido en febrero de 2000 y aceptado en junio de 2000.]

ANEXOS

DOCUMENTO I

Cuestionario para conocer las ideas del profesorado de secundaria sobre las finalidades del currículo de ciencias

- 1) ¿Qué argumentos justifican que los estudiantes tengan que aprender ciencias en la educación secundaria obligatoria?
- 2) Expresa los objetivos generales de formación que, en tu opinión, debería perseguir la enseñanza de las ciencias en el nivel secundario obligatorio.
- 3) A la hora de seleccionar los contenidos de la materia, ¿consideras que debe primar la presentación de una visión amplia de la materia o bien un tratamiento menos extenso y más profundo de la misma? (Explica por qué).
- 4) ¿Qué innovaciones consideras que serían necesarias introducir en el currículo de física y química en la secundaria obligatoria para mejorar su enseñanza?

DOCUMENTO II

Cuestionario sobre las ideas, actitudes y expectativas que los profesores y profesoras tienen sobre el currículo de ciencias

¿Para qué enseñar física y química en la educación secundaria obligatoria?

- 1) Para que los estudiantes conozcan estas materias y sepan cómo trabajan los científicos y así estar mejor orientados cuando tengan que elegir una carrera.
- 2) Para que los estudiantes aprendan fundamentalmente los conceptos y las teorías científicas y así conseguir una preparación suficiente que les permita continuar sus estudios con éxito.
- 3) Para que los estudiantes alcancen el desarrollo psicológico propio de su edad impulsando su autoestima y autonomía personales.
- 4) Para que los estudiantes adquieran los valores democráticos del medio social actual en el que se desarrollan.
- 5) Para que los estudiantes adquieran una alfabetización científica y tecnológica como elemento clave necesario en la cultura actual de cualquier ciudadano o ciudadana.

DOCUMENTO III

¿Qué objetivos generales persigue la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria?

La enseñanza de las ciencias en esta etapa educativa debe preocuparse de que los estudiantes:

- 6) Adquieran los conocimientos científicos adecuados (hechos, conceptos, leyes, teorías, etc.).
- 7) Aprendan procesos específicos de la metodología científica (destrezas intelectuales, procedimientos, etc.).
- 8) Aprendan a solucionar problemas de la vida cotidiana (investigar cómo tiene lugar un suceso, saber cómo funciona un aparato, etc.).
- 9) Desarrollen actitudes positivas y aumenten su interés hacia la ciencia y su aprendizaje.
- 10) Sean capaces de realizar valoraciones críticas y de tomar decisiones referentes a las relaciones entre la ciencia y la sociedad (aspectos positivos y negativos del desarrollo científico y tecnológico).

DOCUMENTO IV

La extensión del currículo

- 11) Se ha de evitar que los estudiantes terminen sus estudios sin haber visto capítulos importantes de la física y la química que, además de su interés formativo, pueden necesitar en sus estudios posteriores. Ello obliga a proporcionar una visión amplia que recoja los capítulos fundamentales de las disciplinas.
11. bis) La comprensión de los conocimientos científicos exige tiempo, tratamiento en profundidad. Es necesario, pues, seleccionar la materia a estudiar, sin pretender ver todo lo que es importante, pues ello conduce a tratamientos superficiales que deforman la imagen de la ciencia y no proporciona conocimientos durables.

DOCUMENTO V

Entrevista sobre las opiniones e ideas del profesorado en relación con las finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias

- 1) ¿Cuáles crees que se pueden señalar como finalidades o justificaciones últimas (metas) para enseñar ciencias en la secundaria obligatoria?
- 2) De las finalidades, en particular, la que preocupa más al profesorado es la de la preparación de los estudiantes para el siguiente curso académico. ¿A qué crees que puede ser debido este pensamiento?
- 3) ¿Qué objetivos prioritarios crees que debería fijarse el profesorado de ciencias para que sus estudiantes alcancen las finalidades expresadas anteriormente?