

CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD

La introducción de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza de las ciencias y su evolución

Jordi Sobes¹ y Amparo Vilches²

Summary

In this work we research the use of the relationship STS in the Physics & Chemistry classes and we submit a proposal as well as the results derived from it. Then we analyze how educative reforms introduce STS relationships although teachers tend not to make any use of it.

Resumen

En este trabajo analizamos la utilización de las relaciones CTS en las clases de Física y Química y presentamos una propuesta para su introducción y los resultados obtenidos con ella. A continuación vemos cómo las reformas educativas introducen las relaciones CTS, pero los profesores tienden a no utilizarlas.

Introducción

Desde finales de los años ochenta, están teniendo cada vez más relevancia en el campo de la didáctica las investigaciones en torno a las relaciones ciencia tecnología y sociedad (CTS) y su importancia para la enseñanza de las ciencias. Por un lado, los trabajos centrados en el desinterés y en las actitudes negativas de los estudiantes hacia el estudio de las ciencias y, por otro, la necesidad de replantear lo que se considera hoy en día básico para la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas de nuestra sociedad, condujeron al establecimiento y desarrollo de dicha línea de investigación, que trata de integrar el aprendizaje de las ciencias en las problemáticas del medio natural y social donde se insertan.

Aunque el origen de los movimientos CTS reside en el surgimiento de una conciencia crítica hacia la ciencia, la tecnología y sus consecuencias, hoy en día los estudios realizados, así como las propuestas llevadas a cabo en dicho campo de la didáctica, se

plantean cada vez más en la dirección de la necesidad de preparación de los estudiantes, para que sepan desenvolverse en una sociedad cada vez más impregnada por el desarrollo científico y tecnológico y, en definitiva, para que sean capaces de tomar decisiones frente a los problemas del mundo.

Las investigaciones en dicho campo han dado lugar a numerosas propuestas que, aunque desde perspectivas diferentes, tienen en común la importancia concedida a la dimensión social de la ciencia. Sin embargo, en todos estos años de avances en el campo de la didáctica no ha tenido lugar paralelamente una implantación de los resultados en las clases de ciencias. En este trabajo nos proponemos reflexionar sobre la evolución de esta línea de investigación en nuestro país, así como sobre su relación e implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

Antecedentes

La preocupación por la desconexión de la ciencia que se enseñaba en las aulas con la vida real y su relación con el desinterés de los estudiantes hacia el estudio de la física y de la química motivó, a finales de los ochenta, la realización de una investigación sobre cómo eran tenidas en cuenta las relaciones CTS y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias en nuestro país.

En dicho trabajo (Solbes y Vilches 1989) se puso de manifiesto la poca o nula atención prestada, en general, por la enseñanza a los aspectos de la relación CTS. Es decir, la enseñanza habitual, a través de los libros de texto, contribuye a mostrar una imagen de la ciencia y los científicos alejada de los problemas reales del mundo, que no tiene en cuenta los problemas sociales, económicos, tecnológicos, éticos, medioambientales, etcétera, que enmarcan el desarrollo científico. Dichos libros de texto presentan las teorías y las leyes sin conexión con los problemas que tratan de resolver y con los que se relacionan, sin tener en cuenta su incidencia en la concepción del mundo, en problemas de organización social. Asimismo, muestran una imagen neutral de la ciencia y los científicos, por encima de las ideologías, que ignora los graves conflictos históricos y su papel dinamizador

¹ IES "J.R. Botet". c/ Teruel s/n, 46940 Manises.
E-mail: 46005132@centres.cult.gva.es

² IES "Sorolla". c/ J.M. Haro 2, 46022, Valencia.
E-mail: Amparo.Vilches@uv.es

del propio desarrollo científico (Gil *et al.*, 1991).

Se omite, por tanto, la estrecha interacción existente entre el conocimiento científico y otros campos como la filosofía, la historia, la ética, la religión o la economía y, como consecuencia, tampoco se tiene en cuenta la importancia de la sociedad en el desarrollo científico y tecnológico, como la influencia de las ideas socialmente dominantes en la elección de temas de investigación, las prioridades comerciales en la innovación tecnológica, las decisiones sobre los recursos destinados a investigación y desarrollo (I+D). En definitiva, no tienen en cuenta el hecho de que la ciencia y la tecnología avanzan en una determinada dirección, influidas por el tipo de sociedad en que se desarrollan (Jiménez y Otero 1990), por las instituciones que las financian, lo que supone un claro condicionamiento al desarrollo científico.

Tampoco se atendía en los libros de texto a las implicaciones de la ciencia y la tecnología en el medio ambiente, a los problemas que han contribuido a resolver (mejor conocimiento del medio y de los seres vivos, mejora de cosechas y de la productividad, investigaciones en el campo de la contaminación y propuestas para el uso de energías alternativas, reciclado y reutilización de recursos y bienes, etcétera) pero tampoco a los problemas generados por el enorme desarrollo científico y tecnológico del siglo XX, es decir, a las consecuencias negativas de un crecimiento acelerado caracterizado por la búsqueda de beneficios a corto plazo y que ha resultado muy perjudicial para el medio físico y los seres vivos (problemas de contaminación ambiental, agotamiento de recursos, degradación de los ecosistemas, destrucción de la biodiversidad, desertización, etcétera).

Los resultados del análisis de textos son coherentes con los obtenidos en un trabajo (Solbes y Vilches, en Caamaño *et al.*, 1995) llevado a cabo con 120 profesores de secundaria de física y de química, que participaban en cursos de formación del profesorado. El 66.7% de los mismos consideraba que la ausencia de las interacciones CTS en la enseñanza es causa del desinterés de los estudiantes. Sin embargo, el 89.2% de los profesores encuestados ignora estos aspectos al analizar materiales de uso habitual en las clases de física y de química. Es de esperar, por tanto, que la mayoría del profesorado no transmitirá a los estudiantes una imagen completa y contextualizada de la ciencia. Muchos explicaron su actitud de no abrir su disciplina a la vida cotidiana en base a problemas estructurales, de horario, por la extensión

de los contenidos oficiales, por la necesidad de preparar a los estudiantes para acceder a estudios científicos posteriores, pero sin desarrollar los contenidos que promueven la adquisición de conocimientos útiles para comprender el entorno científico y técnico. Coincidiendo con otros trabajos (Hodson, 1992) se encontró que la mayor parte de los 120 profesores y profesoras encuestados (55.8%) cuando se les pedía que elaboraran una actividad CTS proponían actividades de relación ciencia tecnología, en general eran simples aplicaciones de la química o de la física, confirmando la idea de que éstas son menos conflictivas, constituyen los aspectos más "neutrales" y se alejan menos de los contenidos científicos. Son muchos los profesores y profesoras que rechazan como no científicas las cuestiones de implicaciones ciencia, tecnología y sociedad, y por eso parecen tener poco éxito entre los docentes los libros y proyectos que tienen en cuenta estas relaciones.

Como consecuencia de esta imagen de la física y de la química que muestra la enseñanza habitual, se comprobó (Solbes y Vilches 1992) coincidiendo con otros trabajos (Schibeci, 1986; Aikenhead, 1987 y 1988; Boyer y Tiberghien 1989; Ryan, 1990, etcétera) que, en general, los estudiantes tienen una visión de la ciencia alejada del mundo en que viven, muestran una imagen tópica de la ciencia, los científicos y el modo en que trabajan, desconocen las mutuas relaciones entre la ciencia, la tecnología y el medio natural y social en que están inmersas e ignoran el papel jugado por la ciencia a lo largo de la historia de la humanidad así como la influencia del medio social en el desarrollo científico y tecnológico.

Todo ello contribuye al desinterés de los estudiantes hacia la física y la química y el rechazo hacia su estudio, como se confirmó en el trabajo a través de la valoración negativa que realizaron de la enseñanza de la física y de la química que habían recibido, así como por el desinterés mostrado hacia las diferentes actividades relacionadas con la física y la química. Esto es comprensible si tenemos en cuenta la forma en que la enseñanza habitual presenta dichas materias. De hecho, los estudiantes encuestados citaron muchos aspectos y temas concretos relacionados con las interacciones CTS para incluir en un curso de física o de química que pudiera resultar interesante para ellos, como, por ejemplo, aplicaciones concretas de ambas disciplinas, los problemas que resuelven o plantean, los nuevos materiales, debates sobre temas científicos de actualidad, estudio de la química de los colorantes y aditivos, temas relacio-

nados con el medio ambiente y los problemas generados por el desarrollo, actividades de implicación con el medio exterior, etcétera.

Una propuesta

Con el fin de contribuir a mejorar el problema detectado se propuso el desarrollo de unos programas de actividades para la física y química de los últimos cursos de la secundaria a través de los cuales los alumnos pueden construir y adquirir conocimientos, al tiempo que se familiarizan con las características básicas del trabajo científico y adquieren un interés crítico por la ciencia y sus repercusiones. En dichos programas se realizó la introducción de las actividades CTS a lo largo de su desarrollo, coherentemente con el modelo planteado, impregnado todos los aspectos del aprendizaje, desde la resolución de problemas, los trabajos prácticos o la introducción de conceptos hasta el propio proceso de evaluación. Es decir, no renunciando a la construcción de cuerpos coherentes de conocimiento, ni presentando la construcción de los mismos como algo ajeno a las interacciones CTS.

Se trata de programas en los que las actividades de relación CTS están presentes en cada uno de los aspectos del aprendizaje, integradas a lo largo del tema siguiendo un hilo conductor que dé sentido al trabajo de los alumnos. Dichas actividades tratan de contemplar todo el abanico de complejas interacciones, sin olvidar las más conflictivas, desde las aplicaciones técnicas y la influencia del desarrollo tecnológico en el avance científico, las implicaciones mutuas de ciencia y tecnología en la sociedad, en el medio ambiente, en la actualidad y a lo largo de la historia, según los diferentes puntos de vista social, económico, cultural, filosófico, etcétera, hasta actividades de valoración y toma de decisiones sobre diferentes aspectos, como transformaciones económicas y sociales, grandes proyectos bélicos, efectos diferentes del desarrollo, impacto ambiental, contribución de la ciencia y la tecnología a la solución de los problemas, etcétera.

Consideradas las actividades CTS como una herramienta útil en el aprendizaje, se sustituyeron siempre que fue posible las actividades descontextualizadas y abstractas de resolución de problemas o introducción de conceptos por otras que, con los mismos objetivos didácticos, ponen al alumnado en contacto con el mundo que le rodea, con problemas de actualidad, con sus posibles soluciones, planteando, asimismo, actividades de contacto con el

exterior, discusión de noticias científicas, visitas al aula de profesionales o expertos en cuestiones a tratar. Algunas de las actividades CTS se plantean a modo de introducción, como discusión previa del interés del problema planteado, favoreciendo así una actitud más positiva hacia el trabajo a realizar; otras se utilizaron al finalizar los temas, de forma globalizadora, incluyendo varios aspectos a modo de resumen y de recapitulación de lo tratado, como posible evaluación del proceso de aprendizaje.

Para la contrastación de que con ayuda de dichos materiales —es decir, realizando un tratamiento detenido de las interacciones CTS en las clases de ciencias—, se produce en los estudiantes una imagen más completa y contextualizada de las ciencias físico-químicas y un aumento del interés hacia las mismas y su estudio, se utilizó una selección de ítems que muestran las ideas de los estudiantes en lo que se refiere a las relaciones CTS así como su interés hacia el estudio de la ciencia, que ya sirvieron para poner de manifiesto las ideas del alumnado, su imagen de la ciencia y los científicos en la situación que se da en la enseñanza habitual.

Estos materiales alcanzan su concreción más reciente en diferentes proyectos educativos (Calatayud *et al.*, 1995, 96, 97 y 98), en los que se ha incluido un tratamiento de las relaciones CTS y de la historia de la ciencia (Solbes y Traver, 1996) por una serie de razones, algunas ya aludidas y que podemos resumir en:

- a) Completar los modelos constructivistas de enseñanza de las ciencias, que básicamente se centran en la epistemología de la ciencia y la psicología del aprendizaje. El constructivismo no es una teoría cerrada y completa, sino más bien un programa o marco de investigación que pensamos puede y debe ser completado con las aportaciones de la sociología e historia de la ciencia, de la sociología de la educación y un largo etcétera, que nos ayudará a comprender más la *compleja* realidad de la ciencia y de la educación científica.
- b) Contribuir a suministrar al alumnado y profesorado que los utilicen una imagen más completa de la empresa científica, sin reducirla a sus productos, sus instrumentos y sus métodos, olvidando las personas que trabajan en ella y sus interacciones con el contexto histórico, social y medioambiental. Así, consideramos que es importante no sólo transmitir la idea de que la ciencia es una construcción de conocimientos

para resolver problemas. Es, también, un conjunto de instrumentos, personas e instituciones que permiten obtener esos resultados. Y no podemos dejar de lado las relaciones de la ciencia con otros subsistemas sociales (el estado, la industria, el complejo militar, la sanidad, la educación, etcétera) ni su impacto ideológico (fuente de ideas y de cambios en las creencias y opiniones de muchas personas) (Ziman, 1986).

- c) Para contribuir a mejorar la actitud y aumentar el interés de los estudiantes hacia las ciencias y su aprendizaje, conectando la ciencia que se enseña con los problemas de la vida real, relacionándola con cuestiones humanas y éticas, al integrarla con la problemática del medio en que se inserta. Se contribuye así a que la enseñanza de las ciencias se transforme en un elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo, para la formación de personas responsables no sólo para su capacitación profesional, sino, también, para que puedan participar activamente en

los asuntos sociales, para comprometerlos en la solución de los graves problemas que afectan al presente y futuro de la humanidad: la contaminación ambiental, el agotamiento de recursos, la destrucción de la biodiversidad, polarización de riqueza y pobreza, etcétera.

Algunos resultados

Los materiales se aplicaron a diferentes grupos de alumnos y alumnas tratando de contrastar si se contribuía a mejorar la situación respecto a aquellos estudiantes que habían seguido un curso de ciencias habitual. Al finalizar el curso, se pasó a los alumnos implicados el cuestionario que trataba de sacar a la luz la imagen de la ciencia y los científicos, sus ideas sobre las relaciones CTS.

En los resultados obtuvimos pequeñas diferencias, en algunos ítems, entre los grupos de nuestros alumnos (Grupo Experimental 2) y los de otros profesores (Grupo Experimental 1) que seguían la misma metodología y materiales, pero en todos los casos se observaron diferencias significativas respecto a los estudiantes que no han seguido un curso de tratamiento de las interacciones CTS (Grupo de Control).

Los resultados son globales ya que no existieron diferencias significativas entre los niveles educativos analizados. Todos ellos confirman (Tabla I) que se produce una mejora en la imagen de la ciencia que tienen los estudiantes, una imagen más real y contextualizada de la misma y que, el tratamiento de las interacciones CTS en las clases, el planteamiento de la ciencia como algo vivo, más completo e integrado en su entorno, en continua evolución, que ayuda a resolver problemas, y que debe ayudar a resolver los que su propio desarrollo genera, permite a los alumnos comprender mejor su papel, a la vez que contribuye —como se observa en los debates y en las respuestas— a generar una actitud “críticamente” positiva hacia la ciencia y su estudio.

Por otro lado, los alumnos que no han seguido un curso en que se tratan actividades CTS no son capaces de realizar una valoración crítica en el 44.8% de los casos y, además, cuando se les pide que valoren críticamente el papel jugado por las ciencias físico-químicas en la vida de los hombres y mujeres, sopesando las ventajas y los inconvenientes, para la mayor parte de los estudiantes estos últimos son mucho más graves (destrucción del planeta!, ifin de la humanidad!, contaminación, bombas, etcétera) e irreversibles que las ventajas, confundiendo en la mayor parte de los casos la ciencia con las conse-

Porcentaje de alumnos que:	Grupo de control (n = 212)	Grupo experimental 1 (n = 91)	Grupo experimental 2 (n = 149)
Muestran una imagen críticamente positiva de la Física y la Química	33.5	68.8	68.8
Tienen una visión no tópica de los científicos	5.7	33.0	55.0
Conocen cinco o más aplicaciones técnicas de la Física y Química	13.2	51.6	75.2
Citan tres o más influencias de la Física y la Química en la sociedad	8.0	31.9	59.7
Señalan tres o más influencias de la sociedad en la Física y en la Química	4.2	15.4	33.6
Indican tres o más influencias de la Física y la Química en el entorno	8.0	20.9	46.3
Son capaces de hacer una valoración crítica	55.2	83.5	96.0

cuencias más negativas del desarrollo social y político, como la carrera armamentista o el deterioro del medio ambiente. Sin embargo, pensamos que la discusión del papel social de la ciencia, del mito de la neutralidad del científico o de los condicionamientos del progreso científico, contribuyen claramente a devolver a la enseñanza de las ciencias la potencia y la vitalidad del propio desarrollo científico.

En la Tabla II se señala que los alumnos que han seguido un curso de CTS muestran una mejor actitud hacia la Física y la Química y un mayor interés por su estudio.

Cuando se les pide más concretamente qué temas se podrían tratar en un curso de física y química que fueran interesantes para ellos, ambos grupos consultados señalan en un porcentaje importante aspectos relacionados con las relaciones CTS, (mayor lógicamente en el caso de los alumnos experimentales que han estado en contacto a lo largo del curso con los mismos), temas de actualidad, relación con su entorno, con la vida cotidiana, aplicaciones, influencias del desarrollo tecnológico en la sociedad, relaciones de la ciencia y el medio ambiente, y la ciencia/tecnología con la sociedad.

Situación actual: Las reformas educativas

Las reformas curriculares, que están teniendo lugar desde los años ochenta en numerosos países en la educación, se orientan hacia la denominada alfabetización científica de los futuros ciudadanos y ciudadanas. Se trata de incluir aspectos que contextualicen más socialmente la enseñanza de las ciencias. Esto significa que hay que preparar a la mayoría de la población para que disponga de los conocimientos y destrezas científicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, para ayudar a resolver problemas y necesidades individuales y colectivas, y tomar conciencia de las complejas interacciones ciencia, tecnología y sociedad que permita a los estudiantes participar en la toma de decisiones fundamentada; en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (National Research Council 1996).

Conocer la naturaleza de la ciencia, sus logros, sus limitaciones, su carácter tentativo y de continua búsqueda, su interpretación de la realidad, su evolución, sus relaciones con la tecnología y los avances que, conjuntamente, han producido en los diferentes ámbitos; comprender cómo se elaboran las ideas científicas, cómo evolucionan, cómo les afectan el contexto social, económico, religioso, cultural y po-

Tabla II		
Porcentaje de alumnos que:	Grupo de control (n = 212)	Grupo experimental (n = 240)
Valoran positivamente la enseñanza de la Física y Química recibida (notable o sobresaliente)	26.4	54.2
Indican el tratamiento de las relaciones CTS como factor que puede aumentar su interés por la Física y Química	15.1	44.6
Citan aspectos de las interacciones CTS como interesantes para un curso de Física y Química	37.4	65.8

lítico en que se desarrollan; que los estudiantes sean conscientes de la importancia de las ciencias en nuestras vidas, construyendo y utilizando las ideas y teorías en situaciones cotidianas; valorar las consecuencias de los avances en la modificación de las condiciones de vida de las personas y del medio ambiente, etcétera, son algunos de los objetivos y finalidades que pretende, en particular, la reforma educativa española con la introducción de la actividades CTS en el *currículum*.

El hecho de que el *currículum* de ciencias considerara, pues, las interacciones CTS como un objetivo básico en la formación de las personas en la etapa obligatoria, supone un gran cambio respecto a la situación anterior y condujo a pensar que estos contenidos serían tenidos en cuenta en mayor porcentaje en los nuevos textos de la educación secundaria. Además, a lo largo de estos años, habían tenido lugar numerosas investigaciones, propuestas, programas y proyectos CTS (Caamaño *et al.* 1995) que eran conocidos por el profesorado. La inclusión de objetivos y contenidos, además de los citados, que conformen actitudes y valores que permitan a los estudiantes apreciar el papel que la ciencia y la tecnología juegan y han jugado en nuestras vidas, es esencial para la toma de decisiones y la participación en la solución de los problemas con que la sociedad se enfrenta hoy y en el futuro. Por todo ello, se realizó un estudio (Solbes y Vilches 1998) para detectar si los nuevos materiales permiten un tratamiento más detenido de los aspectos CTS para lograr los objetivos y finalidades propuestos en la reforma educativa.

Los resultados obtenidos en un análisis realizado a 32 libros de ciencias (física, química y biología) de

la secundaria obligatoria del nuevo sistema educativo muestran que han tenido lugar cambios importantes, pero que todavía algunos aspectos no son tratados adecuadamente. Así, se observan mejoras significativas en la conexión de las unidades didácticas con problemas y temas de la vida cotidiana. Esto se puede apreciar tanto en textos como en actividades, problemas, etcétera. En algunos textos existe referencia explícita a contenidos actitudinales en los que suelen aparecer diferentes aspectos CTS como los relacionados con la protección y cuidado del medio. Esto se consideró muy positivo, pero analizando después el desarrollo de cada unidad se pudo detectar que en la mayor parte de los casos no parece que con las actividades propuestas se puedan conseguir dichos objetivos actitudinales.

En muchos textos se sigue realizando un tratamiento descontextualizado de los contenidos, pero al final del capítulo aparece un apéndice o apartado con temas medioambientales, históricos, o de otros aspectos CTS, que suelen ser más bien de actualidad científica.

Aunque se observa una mejoría en cuanto a la introducción de algunos aspectos CTS, en particular los relacionados con las aplicaciones técnicas, la mayoría de aspectos que se han tenido en cuenta no aparecen como actividades para que los estudiantes realicen sino que se trata de pequeños párrafos situados al final del texto o en apartados complementarios. También se observa un incremento de las referencias a las relaciones ciencia, tecnología y medio ambiente, aunque en menor medida se señalan las contribuciones positivas de la química, por ejemplo, en el cuidado del medio.

Sin embargo, otros aspectos CTS siguen en una situación parecida en cuanto a su escasa presencia, como los referidos a la toma de decisiones, a las implicaciones de la ciencia con la sociedad, a los aspectos históricos, que poco contribuyen a comprender cómo la ciencia es fruto del trabajo colectivo de muchas personas, y raras veces se refieren a las controversias que tanto han marcado el desarrollo científico a lo largo de la historia.

Pensamos, por tanto, que si bien ha tenido lugar un cambio en la situación, los materiales que va a usar el profesorado en el aula siguen sin tener en cuenta de forma adecuada algunos aspectos que se consideran fundamentales y son objetivos de la enseñanza secundaria, entre otras cosas, por su contribución a la llamada alfabetización científica. ¿Cómo podrán los estudiantes en el futuro tomar decisiones,

incidir en las políticas de sus países, contribuir a dar solución a los numerosos y graves problemas que afectan hoy a la humanidad, si desconocen todos los aspectos citados y su impacto en el futuro? El desarrollo de la biotecnología y de las telecomunicaciones, por ejemplo, está advirtiendo que se van a producir, y que ya se están produciendo, avances espectaculares cuyas consecuencias van a afectar sobremedida a nuestras vidas. Pero ¿cómo podremos valorarlos o, incluso, controlarlos si no estamos informados, si no sabemos en qué dirección se producen los avances, si no conocemos sus efectos sociales, éticos, económicos o culturales?

El profesorado y las relaciones CTS

La situación actual es mucho más favorable para que los objetivos y contenidos actitudinales, como los relacionados con las interacciones CTS, sean tratados en las clases de ciencias si se pretenden conseguir las finalidades propuestas en las reformas educativas. Pero, ¿qué ocurre en las clases de física o de química? ¿se pretende realmente conseguir dichos objetivos citados?

El problema no es sólo que en los libros y materiales didácticos no se tengan en cuenta estos temas de forma adecuada. Como también ha puesto en evidencia la investigación didáctica, gran parte del profesorado que debe llevar adelante las reformas no comparte algunos de sus objetivos. En particular, en un trabajo (Vilches *et al.* 1999) llevado a cabo con 56 profesores y profesoras de química, los resultados muestran que 69% de los encuestados piensan que la finalidad prioritaria de la enseñanza de la química es la formación de futuros científicos (químicos), es decir la preparación de los estudiantes para cursos posteriores, mientras que un 36.2% se refiere a las finalidades centradas en la preparación personal y social de los estudiantes. (El 50% se refiere sólo a la finalidad de formar futuros científicos y sólo 20% se refiere a ambas finalidades). En una entrevista realizada a 37 profesores y profesoras de química para profundizar en el trabajo anterior, se obtuvieron resultados coincidentes, encontrándose un 64.9% de los encuestados dan prioridad a la formación científica de los estudiantes y sólo 27.0% se refiere a su preparación social y personal. Coherentemente con lo anterior, cuando se les pregunta por los objetivos generales de la enseñanza de la química en el nivel secundario, 65.8% se refiere a objetivos conceptuales y sólo 29.3 % indica algún objetivo actitudinal. Lógicamente, si para la mayor

parte del profesorado se enseña química para preparar futuros químicos, se preocupará de conseguir como objetivos el que los estudiantes sepan los conceptos, leyes y principios de la química.

Una función terminal de la enseñanza de la química, sin embargo, debería plantearse también como finalidades el enseñar química para preparar a los estudiantes para la vida, para alfabetizarlos científica y tecnológicamente y que puedan adquirir los valores democráticos y la concienciación de respeto y cuidado del medio, para 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 y por la química en particular.

Estos resultados demuestran que las visiones del profesorado sobre las finalidades de la enseñanza de la química están muy lejos de las pretendidas por las reformas curriculares que se están llevando a cabo, y que recogen aportaciones de la investigación didáctica de los últimos años al incluir propuestas de las nuevas tendencias curriculares como las relacionadas con los movimientos ciencia, tecnología y sociedad, las denominadas ciencia para todos y alfabetización científica, que ponen el acento en la formación científica básica de todas las personas.

En este sentido, el 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 adelante. La investigación ha señalado que existen marcadas diferencias entre lo que persiguen los diseñadores del *currículum* y lo que realmente el profesorado lleva a la práctica (Cronin-Jones, 1991). Estos trabajos, a su vez, han permitido llamar la atención sobre la importancia de la influencia del profesorado en la implementación del *currículum* así como en la necesidad de un mayor conocimiento del proceso. Han indicado, asimismo, la importancia de tener en cuenta las ideas del profesorado respecto a las finalidades de la enseñanza, sobre cómo aprenden los estudiantes, su papel en el aula, etcétera, a la hora de diseñar un *currículum*, así como la necesidad de su participación en la construcción de los nuevos conocimientos didácticos.

Pero, en la mayor parte de países, se da una escasa participación del profesorado en el proceso de reforma y en el establecimiento de los nuevos *curricula*, que suele tener lugar mediante reuniones de expertos que elaboran las propuestas tratando

de incluir los temas que consideran fundamentales. De esta forma, el profesorado, en general, sigue haciendo lo que siempre había hecho y no incorpora a sus clases los nuevos objetivos y contenidos propuestos.

Conclusiones y perspectivas

La situación en que nos encontrábamos en los años ochenta respecto a la ausencia de contenidos y objetivos de interacción ciencia, tecnología y sociedad ha cambiado positivamente. Aunque en la mayoría de libros y materiales curriculares no se observa todavía la incorporación y el tratamiento suficiente de dichos contenidos para lograr los objetivos previstos, hoy día son muchos los países que los han incluido en sus *curricula*. Indican así la necesidad de contextualizar la ciencia que se enseña, con el fin de garantizar a todas las personas los conocimientos científicos y técnicos necesarios para que puedan comprender un mundo cada vez más tecnificado, tratando de desarrollar un interés crítico por la ciencia que les permita valorar el papel que juega en nuestras vidas.

Ahora bien, esto sólo será posible llevarlo adelante si el profesorado, que es el que lleva a cabo las propuestas, hace suyas las nuevas orientaciones y participa de los cambios curriculares de sus finalidades y objetivos. Y si, como hemos visto, el profesorado no ha participado en el proceso de reforma y no valora suficientemente la importancia de enseñar ciencia no sólo para formar científicos sino también para alfabetizar científicamente a todas las personas, para que las reformas no fracasen será necesario que tenga lugar una adecuada formación del profesorado.

Dicho proceso requerirá no sólo la realización de algunos cursos donde se ponga en cuestión sus concepciones —en este caso sobre las finalidades de la educación científica—, sino un trabajo continuado de implicación de profesores y profesoras en tareas de innovación y en la investigación de los problemas relativos al proceso de enseñanza y aprendizaje que surjan de su propia actividad como docentes (Gil *et al.*, 1998).

Cambiar, pues, las ideas del profesorado sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias es un problema a resolver en el nivel secundario obligatorio si se pretende incorporar las nuevas orientaciones curriculares adecuadamente, así como los objetivos para lograrlas.

En definitiva, la introducción de las interacciones CTS en las clases de ciencias no sólo es hoy ya

un objetivo de la enseñanza secundaria en muchos países que es importante conseguir si se quiere lograr esa alfabetización científica a que nos referíamos. Es además un instrumento motivador, como señalábamos antes, que ayudará a despertar el interés de los estudiantes hacia la ciencia y su estudio y contribuirá a mejorar su actitud, que es uno de los grandes problemas con que se encuentra hoy la educación en esos niveles. ✕

Bibliografía

- Aikenhead, G.S., High-School graduates' beliefs about Science-Technology-Society III Characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education* 71[4] 459-487 (1987).
- Aikenhead, G.S., And Analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25[8], 607-629 (1988).
- Boyer, R., Tiberghien, A., Las finalidades de la enseñanza de la Física y la Química vistas por profesores y alumnos franceses. *Enseñanza de las Ciencias*, 7[3] 213-222 (1989).
- Caamaño, A., Fernández, L., Marco, B., Medir, M., Membiela, P., Obach, D., Parejo, C., Solbes, J. y Vilches, A. Solomon, J., Monografía: La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad, *Alambique*, 3 (1995).
- Calatayud M.L., Hernández J., Paya J., Solbes J., Tarín F., y Vilches A., *Proyecto Galaxia: Física y Química 3º ESO; Física y Química 4º ESO; Física y Química 1º de Bachillerato; Física 2º de Bachillerato, Química 2º de Bachillerato*, Ed. Octaedro, Barcelona. 1995, 96, 97 y 98.
- Cronin-Jones, L.L., Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38[3] 235-250 (1991).
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., Martínez, J., *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*, Horsori, Barcelona, 1991.
- Gil, D., Furió, C., Gavidia, V., El profesorado y la reforma educativa en España, *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64 (1998).
- Hodson, D., 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] 541-562 (1992).
- Jiménez, M.P., Otero, L., La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía* 180, 20-22 (1990).
- National Research Council, *National Science Education Standards*, National Academy Press: Washington, D.C., 1996.
- Ryan, A.G., Los efectos de la región, número de asignaturas de ciencias cursadas y sexo sobre la opinión de los estudiantes canadienses en cuestiones de ciencia, técnica y sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 8[1] 3-10 (1990).
- Schibeci, R.A., Images of science, scientistes and science education, *Science Education*, 70[2] 139-149 (1986).
- Solbes, J. y Traver, M.J., La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y química, *Enseñanza de las Ciencias*, 14[1] 103-112 (1996).
- Solbes, J. y Vilches, A., Interacciones Ciencia/Técnica/ Sociedad. Un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7[1] 14-20 (1989).
- Solbes, J. y Vilches, A., El modelo constructivista y las relaciones Ciencia, Técnica, Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias* 10[2] 181-186 (1992).
- Solbes J. y Vilches A., STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81[4] 377-386 (1997).
- Solbes J. y Vilches A., Las interacciones CTS en los nuevos textos de la Enseñanza Secundaria. En E. Banet y A. de Pro, *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 1, 142-147 (1998).
- Vilches, A., Furió, C., Guisasola, J., Romo, V., Aims of Chemistry in compulsory secondary education: Scientific literacy of propedeutic training? *Proceedings Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*. Research in Science Education, Past, Present and Future, IPN, Kiel, 1999. p. 602-604.
- Ziman J, *Introducción al estudio de las ciencias*, Ariel, Barcelona, 1989.