

11

Formación del profesorado desde el enfoque CTS

*Jordi Solbes
Amparo Vilches
Daniel Gil*

AUNQUE LAS nuevas propuestas curriculares -fundamentadas en rigurosas investigaciones- están incorporando, en numerosos países, el enfoque CTS como un elemento esencial de la educación científica, se están detectando serias discrepancias entre los diseños curriculares y la actividad en el aula. Muy concretamente, puede afirmarse que la mayoría de los profesores de ciencias -incluidos los autores de textos escolares- sigue prestando una insuficiente atención a los contenidos CTS (Solbes y Vilches 1997).

La efectividad de las nuevas propuestas curriculares exige, pues, tener en cuenta el papel jugado por el profesorado en dicho proceso (Anderson y Mitchener, 1994). De acuerdo con ello, en este capítulo nos planteamos analizar, en un primer apartado, las principales reticencias de los profesores de ciencias a los cambios curriculares. En un segundo apartado discutiremos las causas de dichas reticencias, es decir, las causas de las discrepancias entre las propuestas curriculares y la actividad en el aula. Por último, teniendo en cuenta las dificultades analizadas, dedicaremos un tercer apartado al estudio de cómo lograr la implicación del profesorado en la construcción de un nuevo enfoque que incluya la dimensión CTS.

EL PROFESORADO Y LAS NUEVAS PROPUESTAS CURRICULARES

A lo largo de los capítulos precedentes se ha insistido en la necesidad, por una parte, de una alfabetización científica *para todos* y, por otra, de una modificación curricular que ponga un mayor énfasis en las interacciones ciencia-tecnología-sociedad. Se trata de dos tesis básicas y estrechamente relacionadas en torno a las cuales existe un amplio consenso de los investigadores y diseñadores curriculares.

Puede afirmarse así que la tradicional importancia concedida —a menudo de forma exclusivamente verbal— a la educación científica y tecnológica, para “hacer posible el desarrollo *futuro*” ha dejado paso a la comprensión de que la alfabetización científica para todos constituye un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos, *también a corto plazo*. Así se afirma en los National Science Education Standards, auspiciados por el National Research Council (1996): “*En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos*”. También recientemente, desde la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI celebrada en junio de 1999, propiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), se realiza un llamamiento en esa dirección. En el Proyecto de Programa (Declaración de Budapest, 1999) se señala la necesidad de impartir una educación científica básica para todos, para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, y se indican las orientaciones y medidas a adoptar por los gobiernos para lograr las finalidades propuestas.

Estos cambios en la educación científica vienen a confluír en sus objetivos con los propuestos desde el campo de las interacciones CTS, que pretenden romper con visiones descontextualizadas de la ciencia y la actividad científica a las que, lamentablemente, la enseñanza contribuye con la presentación desproblematizada de conocimientos elaborados y olvidando aspectos sociales, históricos, éticos, etc., que enmarcan el desarrollo científico (Gil *et al.*, 1991; Solbes y Vilches, 1997).

No es nuestro propósito, sin embargo, repetir aquí las razones de esta creciente importancia concedida a la alfabetización científica para todos o a la incorporación de la orientación CTS en los currículos. Es algo que ya se ha hecho ampliamente en los capítulos precedentes de este mismo libro. Pretendemos, en cambio, llamar la atención sobre las reticencias que estas propuestas curriculares han generado en numerosos profesores que, en la práctica, consideran el enfoque CTS, como una desviación de los “auténticos” contenidos científicos que, además de exigir un tiempo no siempre disponible, introduce derivaciones políticas e ideológicas que “se salen del marco objetivo de lo científico” y pueden hacernos caer en lo subjetivo y opinable. Una desviación que, en ocasiones, asocian a la ampliación de la escolaridad obligatoria y a la consiguiente “rebaja” de las exigencias de la educación científica, para que sea asequible para todos.

Y aunque a menudo estas reticencias no se expresan verbalmente (e incluso son frecuentes los pronunciamientos favorables), lo que sí es un hecho es la insuficiente atención a los contenidos CTS (Solbes y Vilches, 1997). Así, los cambios detectados en los libros de texto y en los materiales didácticos son todavía insuficientes, ya que, si bien han mejorado algunos aspectos, como la mayor importancia concedida a las relaciones entre la ciencia y la tecnología y a las implicaciones de ambas con el medio ambiente, otros, como los relativos a la preparación de los estudiantes como futuros ciudadanos, capaces de tomar decisiones, y las complejas interacciones entre la ciencia y la tecnología con la sociedad, siguen sin ser tenidos en cuenta de forma adecuada en la mayor parte de los casos, a pesar de que son considerados objetivos de la educación obligatoria. En algunos textos, se incluye *al final* de las unidades didácticas un apéndice denominado CTS, en el que se suelen presentar sobre todo temas de actualidad científica, pero los contenidos del capítulo siguen tratándose de una forma descontextualizada, como se venía haciendo hasta ahora.

Cabe señalar, por otra parte, que las pruebas de evaluación —un claro índice de a qué concedemos *realmente* importancia los profesores— apenas incluyen cuestiones relativas a la dimensión CTS (Alonso, Gil y Martínez, 1995). Además, aunque son diversos los proyectos existentes en la educación secundaria y el bachillerato para llevar adelante un programa CTS, son todavía pocos los profesores y profesoras implicados. Todo hace pensar, pues, que por acción —o, más a menudo, por omisión—, una mayoría de profesores sigue viendo el enfoque CTS como una desviación de lo realmente importante (los contenidos conceptuales).

Es necesario añadir a este respecto, que una tesis aceptada por bastantes diseñadores de currículos que viene a apoyar las reticencias de muchos profesores, es que la educación científica ha estado orientada hasta aquí para preparar a los estudiantes como futuros científicos. Por ello —se afirma— los currículos planteaban, como objetivos prioritarios, que los estudiantes conocieran, fundamentalmente, los conceptos, principios y leyes de esas disciplinas. Dicha orientación ha debido modificarse —se añade— a causa de que la educación científica se plantea ahora como parte de una educación general para todos los futuros ciudadanos y ciudadanas.

Incluso algunos investigadores parecen aceptar esta contraposición entre educación científica para todos y preparación de los futuros científicos. Así, Bybee (1997) sostiene que, en muchos aspectos, los objetivos de enseñar ciencias para futuros científicos y para futuros ciudadanos son contradictorios, no complementarios. Un programa de ciencias para futuros científicos contemplaría la ciencia "desde dentro", mientras que el programa para futuros ciudadanos lo haría desde la perspectiva de la sociedad. Ello es lo que justifica, se afirma, el énfasis actual de los currículos en los aspectos sociales y personales (National Research Council, 1996), puesto que se trata de ayudar a la gran mayoría de la población a tomar conciencia de las complejas relaciones ciencia y sociedad, para permitirles participar en la toma de decisio-

nes y, en definitiva, a considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo.

Es preciso pronunciarse con claridad contra estas explicaciones de los cambios curriculares. Una educación científica como la practicada hasta aquí, centrada en los aspectos conceptuales, es igualmente criticable como preparación de futuros científicos. En efecto, esta orientación, en primer lugar, transmite una visión deformada y empobrecida de la actividad científica que, no sólo contribuye a una imagen pública de la ciencia como algo ajeno e inasequible —cuando no directamente rechazable—, sino que puede disminuir el interés de los jóvenes por dedicarse a la misma.

La gravedad y la extensión de estas deformaciones ha sido puesta de relieve por numerosas investigaciones (Ver por ej. Fernández, 2000). Dichos estudios han mostrado las discrepancias entre la visión de la ciencia proporcionada por la epistemología contemporánea y ciertas concepciones docentes, ampliamente extendidas, que conciben la actividad científica como un conjunto rígido de etapas a seguir mecánicamente (observación, acumulación de datos...), resaltando lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., pero olvidando o, incluso, rechazando, todo lo que significa invención, creatividad, duda... Por otra parte, los conocimientos científicos fruto de esta metodología, aparecen como “descubrimientos” de genios aislados, encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisiones, ignorándose así tanto el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos, como las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Todo ello hace que una enseñanza supuestamente dirigida a la formación de científicos, proporcione una imagen de la ciencia que, además de falsa, resulta escasamente atractiva, dificultando la génesis de vocaciones científicas (Solbes y Vilches, 1997).

Cabe señalar, además, que esta enseñanza centrada casi exclusivamente en los aspectos conceptuales, dificulta, paradójicamente, el aprendizaje conceptual (amén de proporcionar una visión empobrecida de la ciencia). En efecto, la reciente investigación didáctica, tanto en el campo de las preconcepciones como en el de los trabajos prácticos, la resolución de problemas, etc. está mostrando que

“los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión” (Hodson, 1992).

Dicho con otras palabras, lo que la investigación está mostrando es que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica, que integra los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos.

Tras el enfoque CTS no debe verse, pues, una propuesta para hacer asequible la ciencia a la generalidad de los ciudadanos, sino una reorientación de

la enseñanza absolutamente necesaria *también* para los futuros científicos; necesaria para modificar la imagen deformada de la ciencia hoy socialmente aceptada y luchar contra los movimientos anti-ciencia que se derivan; necesaria incluso, insistimos, para hacer posible una adquisición significativa de los conceptos. Y aunque es cierto que la alfabetización científica debe concebirse como un continuo que puede desarrollarse a lo largo de la vida de cada cual (y que, por supuesto, unos desarrollarán más que otros), resulta esencial romper con visiones estrechas de lo que supone esa alfabetización y dar una orientación multidimensional a la educación científica *para todos, incluidos los futuros científicos*.

Ahora bien, si la investigación e innovación permiten cuestionar esta supuesta contraposición entre alfabetización científica del conjunto de ciudadanos y formación inicial de futuros científicos, si los nuevos diseños curriculares se fundamentan en dicha investigación, ¿por qué muchos profesores seguimos sin asumir las nuevas propuestas e, incluso, rechazándolas? Abordaremos esta importante cuestión en el siguiente apartado.

CAUSAS DE LAS DISCREPANCIAS ENTRE LOS DISEÑOS CURRICULARES Y LA ACTIVIDAD EN EL AULA

Para comprender las dificultades de apropiación por el profesorado del enfoque CTS y, en general, de las nuevas orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias, es preciso remitirse a las aportaciones de la investigación en este campo. Precisamente, una de las críticas fundamentales que se ha hecho a los procesos de renovación curricular ha sido la escasa atención prestada hasta prácticamente los años 90, al papel jugado por el profesorado en dicho proceso (Anderson y Mitchener, 1994).

Ello podría explicar, como sostienen Anderson y Mitchener, la escasa efectividad de los esfuerzos de renovación curricular que se han venido realizando durante las últimas décadas. Podemos referirnos a ese respecto, a la repetida constatación de marcadas diferencias entre lo perseguido por los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica (Cronin-Jones, 1991). Han sido estas diferencias las que han llamado la atención sobre la influencia que los profesores ejercen en el proceso de implementación curricular y sobre la necesidad de un mejor conocimiento de dicho proceso. Porque no se trata simplemente de elaborar cuidadosamente los nuevos materiales y de organizar cursos para difundir las nuevas propuestas: ambas cosas se han hecho en el caso de reformas como la española, dando lugar a una abundante literatura, ampliamente difundida, y a un gran número de cursos, por los que han pasado miles de profesores... con resultados que muchos han considerado decepcionantes.

Ello no ha sido exclusivo, claro está, de nuestros países. Como ya señalaba Briscoe (1991), refiriéndose a la experiencia norteamericana, cada año

miles de profesores participan en seminarios o asisten a cursos con la intención de perfeccionarse profesionalmente y cuando reanudan sus clases creen estar mejor preparados para utilizar las nuevas técnicas, los nuevos materiales curriculares, las nuevas formas de favorecer el interés y el aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, muchos de estos profesores se encuentran, antes de que puedan darse cuenta, enseñando lo mismo y de la misma forma como lo habían hecho siempre, adaptando los nuevos materiales o técnicas a los patrones tradicionales. Se genera así una lógica frustración y decepción al percibir que las cosas no han funcionado mejor que los años precedentes a pesar de las nuevas y prometedoras ideas. ¿Cuáles pueden ser los motivos de esta falta general de efectividad? De forma muy sucinta, nos referiremos a tres causas señaladas por los investigadores.

En primer lugar, este resultado —que ha afectado, insistimos, a la generalidad de los actuales procesos de renovación, no únicamente a la incorporación del enfoque CTS— pone de manifiesto que un modelo de enseñanza es algo más que un conjunto de elementos yuxtapuestos e intercambiables: constituye una estructura dotada de una cierta coherencia y cada uno de sus elementos viene apoyado por los restantes. Se ha empezado así a comprender que los esfuerzos de innovación en la enseñanza de las ciencias realizados estas últimas décadas pierden gran parte de su capacidad transformadora si quedan en aportaciones concretas, desligadas, como las que se contemplan, a menudo, en los cursos de “perfeccionamiento” del profesorado. Así, por ejemplo, los investigadores han llamado la atención sobre la necesidad de acompañar las innovaciones curriculares de cambios similares en la evaluación (Linn, 1987). Poco importan, en efecto, las innovaciones introducidas o los objetivos enunciados: si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de retención de algunos conocimientos “conceptuales”, éste será para los alumnos el verdadero objetivo del aprendizaje.

Señalemos, a este respecto, que buena parte de los cursos de formación del profesorado en activo que se suelen realizar para “adaptar al profesorado” a las nuevas orientaciones didácticas, suelen incurrir en ese defecto de los tratamientos puntuales (“preconcepciones”, “prácticas de laboratorio”, “enfoque CTS”...); pero es cierto, también, que en algunos países se han hecho esfuerzos para ofrecer programas de formación más globales, que han intentado recoger las principales aportaciones de la investigación. Dichos cursos han producido resultados de indudable interés, pero han resultado insuficientes, en términos generales, para lograr la incorporación del profesorado a las nuevas orientaciones (Jiménez-Aleixandrè y Sanmartí, 1995). Ello nos remite a la segunda causa, señalada en la literatura, del fracaso de muchos esfuerzos de renovación curricular, que ha afectado también, pensamos, a los procesos de reforma en el ámbito iberoamericano.

Como ha mostrado, entre otros, Cronin-Jones (1991), los diseñadores de currículos no suelen tener en cuenta la fuerte influencia de las concepciones de los profesores en el proceso de implementación curricular. Dicho en forma

positiva, para emprender un replanteamiento global de la enseñanza de las ciencias se precisa cuestionar concepciones docentes cuya importancia en la actividad del profesorado puede ser tan relevante o más que las preconcepciones de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias. En efecto, comienza hoy a comprenderse que los profesores tenemos ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza y sobre la propia ciencia debidos a una larga formación "ambiental", en particular durante el período en que fuimos alumnos (desde la primaria a la misma universidad, responsable de la formación inicial), que ejerce una notable influencia, por responder a experiencias reiteradas y adquirirse de forma no reflexiva, como algo natural, obvio, "de sentido común", escapando así a la crítica y convirtiéndose, insistimos, en un verdadero obstáculo para el cambio (Gil *et al.*, 1991). Es esta formación ambiental la que nos ha proporcionado, incidentalmente, una visión empobrecida y deformada sobre la naturaleza de la ciencia, que afecta gravemente a los planteamientos docentes.

De hecho, el estudio de las "preconcepciones docentes" se ha convertido en una línea de investigación prioritaria, en el campo de la didáctica de las ciencias, como se muestra en los *handbooks* publicados (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000). Y, aunque no de forma generalizada, los planes de formación del profesorado comenzaron a contemplarlas desde finales de los 80. Pero aunque ello constituye un requisito esencial para incorporar al profesorado al proceso de renovación curricular (Bell, 1998), no es suficiente para lograrlo, debido, como ha mostrado la investigación, a una tercera causa del fracaso de las reformas educativas: nos referimos a la escasa efectividad de *transmitir* al profesorado las propuestas de los expertos para su aplicación. Como ha indicado Briscoe (1991), es necesario que los profesores *participemos en la construcción* de los nuevos conocimientos didácticos, abordando los problemas que la enseñanza nos plantea.

Sin esa participación, no sólo resulta difícil que los profesores hagan suyos y lleven eficazmente adelante los cambios curriculares y la innovación fundamentada en rigurosas investigaciones, sino que *cabe esperar una actitud de rechazo* que se apoye en problemas organizativos y sindicales o en preconcepciones docentes, como "la dificultad de trabajar con la gran diversidad de alumnos que implica la ampliación de la enseñanza obligatoria para todos". Conviene señalar a este respecto que, si bien estas preconcepciones son muy abundantes y constituyen serios obstáculos (en la medida en que son aceptadas acríticamente), no resulta difícil generar una reflexión "descondicionadora" que ponga en cuestión estas "evidencias" y contribuya al trabajo de profundización necesario para su superación, aproximando las concepciones del profesorado a las adquisiciones de la investigación didáctica (Gil *et al.* 1991). El problema no estriba, pues, en la existencia de estas preconcepciones, sino en no crear las condiciones que permitan al profesorado cuestionarlas. Esto es lo que abordaremos en el siguiente apartado.

¿CÓMO LOGRAR LA IMPLICACIÓN DEL PROFESORADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO ENFOQUE QUE INCLUYA LA DIMENSIÓN CTS?

Como se ha señalado en el apartado anterior, para vencer las dificultades de un proceso de reforma curricular como el que supone el enfoque CTS, es necesario asociarlo a una adecuada formación del profesorado. Una formación que no se base en el tratamiento de aspectos puntuales, ni en la mera transmisión de propuestas, sino que se apoye en programas más globales y en la *participación* de los docentes en la investigación de los problemas que le plantea su propia actividad docente. Una formación orientada a favorecer la reflexión colectiva y el cuestionamiento de lo que parece obvio, de "lo que siempre se ha hecho", es decir, de las preconcepciones didácticas (Gil, Furió y Gavidia, 1998) y que conecte con las principales aportaciones de la investigación didáctica (contribuyendo a la familiarización de los docentes con el cuerpo de conocimientos teóricos que la didáctica de las ciencias ofrece). En resumen, la estrategia que parece potencialmente más fructífera consistiría en *implicar al profesorado en la investigación de los problemas de enseñanza/ aprendizaje de las ciencias* que les plantea su actividad docente.

No se trata, claro está, de que cada profesor o grupo de profesores tengamos que construir aisladamente, cada cual por sí mismo, todos los conocimientos elaborados por la comunidad científica, sino de proporcionar la ayuda necesaria para que participemos en la reconstrucción/ apropiación de dichos conocimientos. No debemos olvidar, a este respecto, que la transformación en profundidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje es compleja y requiere tiempo y a su vez reformas estructurales que permitan una adecuada formación permanente del profesorado, la constitución de grupos de investigación e innovación que eviten el aislamiento del profesorado en sus centros, etc.

En ese sentido, si lo que se pretende es implicar al profesorado en la construcción de un nuevo enfoque en la enseñanza de las ciencias que contemple las interacciones de la ciencia y la tecnología con el entorno natural y social, se debería tener en cuenta en los cursos de formación el favorecer un debate en profundidad de los docentes en torno a las finalidades de la educación científica y a la naturaleza y papel de la ciencia, con vistas a romper con visiones deformadas y reduccionistas, que dejan de lado aspectos fundamentales como las interacciones CTS. Todo ello orientado a facilitar el análisis crítico de la enseñanza actual de las ciencias (materiales utilizados, actividades de evaluación...) y la elaboración o apropiación de propuestas alternativas. Abordaremos someramente, a continuación, estos distintos aspectos.

FINALIDADES DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Se trataría de que los docentes aborden colectivamente las finalidades de la educación científica, dentro del marco de los cambios curriculares propuestos

en las reformas educativas que se vienen desarrollando desde los años ochenta. En dichas reformas se incluyen en el currículo aspectos que orientan socialmente la enseñanza de las ciencias y pretenden relacionarla con el propio estudiante. Se propone así la necesaria alfabetización científica y tecnológica como una de las finalidades básicas (Hodson, 1993; Bybee, 1997; Membiela, 1997).

Una discusión detenida en torno a estas finalidades lleva a establecer la necesidad de incluir en el currículo objetivos y contenidos conceptuales (es decir, conocimientos científicos y tecnológicos para que las personas puedan desenvolverse en un mundo tecnificado), objetivos y contenidos procedimentales (que permitan comprender mejor la actividad científica y la tecnológica y ayuden a razonar y resolver mejor los problemas de la vida cotidiana) y objetivos y contenidos axiológicos (que muestren la relevancia y complejidad de las interacciones CTS y contribuyan a despertar el interés de los estudiantes por los estudios científicos). De este modo el currículo podrá conformar actitudes y valores que permitan a los estudiantes en el futuro valorar el papel que la ciencia y la tecnología juegan en nuestras vidas, preparando así el camino para que participen colectivamente en la solución de los problemas con los que se enfrenta la sociedad y en la que se insertan.

NATURALEZA Y PAPEL DE LA CIENCIA. NECESIDAD DEL ENFOQUE CTS

Es necesario favorecer una reflexión sobre la naturaleza de la ciencia —generalmente ausente en la formación del profesorado— que permita analizar críticamente las habituales visiones empobrecidas y deformadas que la enseñanza transmite de la ciencia (Fernández, 2000) y que se consideran como uno de los mayores obstáculos para la apropiación por los docentes de las nuevas propuestas curriculares (Bell, 1998). Dicha reflexión permite cuestionar, entre otras, la visión aproblemática y ahistórica que se proporciona cuando se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar los problemas que generó su construcción; la visión lineal y acumulativa del desarrollo de la ciencia, que no muestra las rupturas con las ideas aceptadas y olvida las crisis y profundas remodelaciones; la visión individualista en que se incide al mostrar los conocimientos científicos como obra de genios aislados, ignorando el papel del trabajo colectivo de generaciones; la visión elitista, que presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas; la visión “neutral” de la ciencia, descontextualizada socialmente y alejada de los problemas del mundo.

Precisamente, en los orígenes de los movimientos CTS, junto con el surgimiento de una conciencia crítica hacia los efectos de algunas tecnologías, se encuentran los resultados de numerosas investigaciones que critican desde la filosofía y la sociología de la ciencia las visiones tradicionales de la ciencia y la tecnología, como actividades aisladas del contexto social, político y económico, que se transmiten en la sociedad y en la enseñanza, en particular.

La discusión de esta imagen de la ciencia hará ver al profesorado la importancia de las interacciones CTS en las clases de ciencias, al permitir debatir el papel de la ciencia en las visiones del mundo, en el cambio de las ideas, y en su carácter transformador de las sociedades. Permitirá asimismo cuestionar planteamientos simplistas que exaltan la ciencia y la tecnología como elementos exclusivos de progreso social y económico o, en sentido contrario, como responsables únicas de las consecuencias negativas —deterioro del medio, armamentismo...— de ciertos desarrollos científico-tecnológicos y que por tanto, consideran que las soluciones a muchos de los problemas dependen únicamente de un mayor conocimiento científico o de tecnologías más avanzadas. Así se ayudará a hacer comprender que la toma de decisiones no constituye una solución puramente técnica (Aikenhead, 1985) y se contribuirá a valorar el desarrollo científico y técnico y sus consecuencias.

Es necesario también señalar que la inclusión de estos aspectos da relevancia a las clases de ciencias ya que, por un lado, es motivador atrayendo la atención de los estudiantes que quizá antes no habían visto la necesidad de estudiar ciencias y, por otro, estimula su enseñanza al relacionarlas con discusiones humanas, éticas, políticas, etc., contribuyendo así a la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. Conviene mostrar resultados de investigaciones en torno a las características de los cursos más valorados por los estudiantes, ya que las interacciones CTS constituyen una parte central de los mismos (Penick y Yager, 1986). Dichos trabajos pusieron de manifiesto, también, que el tratamiento de las interacciones CTS no sólo favorece el interés hacia el estudio de la ciencia sino que además mejoran los resultados del aprendizaje.

Se trata en definitiva de que el profesorado comprenda que entre los objetivos de los enfoques CTS en la enseñanza de las ciencias se encuentra el lograr que los estudiantes sepan más de la ciencia, sobre la ciencia y su papel en la sociedad, con la discusión de los aspectos sociales, medioambientales, éticos, políticos, económicos tecnológicos y sus interacciones que enmarcan el desarrollo científico. En efecto, dichos enfoques CTS suponen una necesaria relación de la ciencia y la tecnología con el exterior, una profundización, pues, en el conocimiento científico y en los problemas que dicho conocimiento genera o resuelve. En definitiva, el conocimiento de las interacciones CTS va a permitir a todos los estudiantes en su formación básica y, también, a los futuros científicos tener una visión de la ciencia y la tecnología más completa y contextualizada, contribuyendo a la necesaria inclusión de las mismas en la cultura de nuestro tiempo.

ANÁLISIS CRÍTICO DE LA ENSEÑANZA ACTUAL DE LAS CIENCIAS

Será necesario realizar paralelamente un análisis crítico de toda una serie de aspectos relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje de las cien-

cias, en torno a las formas de enseñar, los contenidos seleccionados, los materiales usados habitualmente en las clases de ciencias, los aspectos axiológicos, la evaluación, etc.

Un aspecto importante es el análisis de materiales que muestren la presencia o ausencia de las interacciones CTS (Solbes y Vilches, 1997 y 1998). Se trata de una actividad relevante teniendo en cuenta el uso que el profesorado hace de los libros de texto y cuyo análisis permitirá detectar la imagen de la ciencia que se muestra y la incorporación o no de los objetivos y contenidos de la reforma educativa en el campo de CTS. Esto hará ver en qué medida podrán ser de utilidad para el tratamiento de dichos contenidos. Para completar el análisis de la situación, conviene mostrar resultados de trabajos de investigación (Solbes y Vilches, 1997; Furió et al., 2000) que ponen de manifiesto que el profesorado en general sigue orientando su enseñanza sin tener en cuenta de forma adecuada los aspectos CTS y la necesidad de formar científicamente a todas las personas, así como las consecuencias que esa enseñanza descontextualizada tiene en el alumnado.

PROPUESTAS ALTERNATIVAS

Se trata de plantear y discutir las propuestas existentes en la educación científica para tratar de resolver los problemas planteados, de forma que nos permitan aproximarnos a las posibles soluciones y a lograr las finalidades de la educación científica. En el caso de la inclusión y tratamiento de los aspectos CTS, existe abundante bibliografía donde se comentan y analizan los diferentes proyectos (Sanmartín y Luján 1992; Furió y Vilches, 1997; López, 1998). Sobre este tema, se presentan en este libro varios capítulos que tratan de aproximarnos a las diferentes propuestas (ver capítulos 8, 9, 10, 13, 14 y 15).

ALGUNAS CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El análisis de las discrepancias entre las nuevas propuestas curriculares y la actividad del aula permite comprender la importancia de la implicación del profesorado en las propuestas de transformación, si se pretende que los cambios sean llevados a la práctica

Aunque el proceso no es sencillo, sí es posible disminuir las reticencias de los docentes hacia los cambios contemplados, creando las condiciones para que los docentes puedan cuestionar sus concepciones sobre la ciencia y su enseñanza, como paso necesario para lograr su implicación en la construcción de nuevos enfoques en la educación científica que incorporen la dimensión CTS.

Para terminar, nos remitimos al epílogo en lo que se refiere a las perspectivas de futuro para facilitar las transformaciones propuestas y lograr una educación científica para todas las personas, que dé toda su importancia a las interacciones ciencia-tecnología-sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G.S. (1985): Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69, 4, 453-475.
- ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ, J. (1995): Concepciones docentes sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 4, 6-15.
- ANDERSON, R.D. y MITCHENER, C.P. (1994): Research on science teacher education. En Gabel, D.L. (Ed.) *Handbook of research on science teaching education*, New York, Macmillan Pub. Co.
- BELL, B. (1998): Teacher development in science education, en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (Eds.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Kluwer.
- BYBEE, R. (1997): Toward and understanding of scientific literacy, en Gräber, W. y Bolte C. (Eds): *Scientific literacy*. Kiel, IPN, 37-68.
- BRISCOE, C. (1991): The dynamic interactions among belief, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change. *Science Education*, 14, 3, 349-361.
- CRONIN-JONES, L.L. (1991): Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 3, 235-250.
- DECLARACIÓN DE BUDAPEST (1999): *Marco general de acción de la declaración de Budapest*, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.
- FERNÁNDEZ, I. (2000): Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación. Tesis doctoral. Universitat de València.
- FRASER, B. y TOBIN, K.G. (Eds) (1998): *International handbook of science education*. London, Kluwer.
- GABEL, D.L. (Ed.) (1994): *Handbook of research on science teaching and learning*. Nueva York, MacMillan.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2000): Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*.
- 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. (1998): El profesorado y la Reforma Educativa en España, *Investigación en la Escuela*, 36, 39-64.
- 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): In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77, 6, 585-711.
- JIMÉNEZ, M.P. y SANMARTÍ, N. (1995): The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: Opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17, 4, 425-439.
- LINN, M.C. (1987): Establishing a research base for science education: Challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 3, 191-216.
- LÓPEZ, J.A. (1998): Ciencia, Tecnología y Sociedad, Bibliografía comentada, *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 171-176.

- MEMBIELA, P. (1997): Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria, *Alambique*, 13, 37-44.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996): *National science education standards*. Washington DC, National Academy Press.
- PENICK, J.E. y YAGER, R.E. (1986): Trends in science education: some observations of exemplary programme in the United States. *European Journal of Science Education*, 8, 1, 1-8.
- PERALES, J. y CAÑAL, P. (1999): *Didáctica de las ciencias: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy, Marfil.
- SANMARTÍN, J. y LUJÁN, J.L. (1992): Educación en Ciencia Tecnología y Sociedad, en Sanmartín, Cutcliffe, Goldman y Medina (Eds): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos, 67-84.
- SOLBES, J., y VILCHES, A. (1997): STS interactions and the teaching of physics and chemistry, *Science Education*, 81, 4, 377-386.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1998): Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria, en Banet y de Pro (Coor.): *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, 142-148.

