

## **Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad**

**Jordi Solbes<sup>1</sup> y Amparo Vilches<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Enseñanza Secundaria J. Rodrigo Botet, Manises, España. <sup>2</sup>Instituto Enseñanza Secundaria Sorolla, Valencia, España. E-mail: [Amparo.Vilches@uv.es](mailto:Amparo.Vilches@uv.es)

**Resumen:** En este trabajo se aborda cómo ha tenido lugar la incorporación de contenidos y aspectos de relación CTS en los nuevos currículos de ciencias de la secundaria y el bachillerato, así como algunas de sus repercusiones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en dichos niveles educativos. Se muestran unos primeros resultados de las percepciones de estudiantes de secundaria acerca de las interacciones CTS y se comparan con los obtenidos con estudiantes del anterior sistema educativo.

**Palabras clave:** relaciones CTS, alfabetización científica y tecnológica, formación ciudadana, toma de decisiones.

**Title:** Secondary students' visions about the interactions between Science, Technology and Society.

**Abstract:** In this work it is approached how the incorporation of contents and aspects of STS relationship has taken place in the new curricula of sciences of the secondary and the high school, as well as some of their repercussions in the process of teaching and learning of sciences in these educational levels. There are shown some first results of the perceptions of secondary students about the STS interactions and they are compared with the ones obtained with students of the previous educational system.

**Keywords:** STS education, scientific and technological literacy, civic formation, taking of decisions.

### **Introducción**

Desde finales de los años ochenta, ha sido creciente la relevancia dada, en el campo de la didáctica de las ciencias, a las investigaciones en torno a las relaciones ciencia tecnología y sociedad (CTS) y su importancia para la enseñanza de las ciencias. Esto ha sido puesto de manifiesto, sistemáticamente, por la gran cantidad de publicaciones que se vienen realizando en torno a estos temas, así como por los monográficos aparecidos en diferentes revistas (Alambique 3, Revista Iberoamericana de Educación 18, Pensamiento Educativo 24, Educación Química 11 (4), etc.), los espacios de debate que sobre las relaciones CTS se vienen realizando en diferentes congresos de didáctica de las ciencias y, en particular, los encuentros específicos sobre este campo, como el que tuvo lugar recientemente en Aveiro (Portugal) en torno al movimiento CTS en la península Ibérica (Martins, 2000).

El origen de esta línea de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias es múltiple. Por una parte, fue impulsada por los trabajos centrados en el desinterés y en las actitudes negativas de los estudiantes hacia el estudio de

las ciencias, así como por las investigaciones que ponían de manifiesto la visión descontextualizada socialmente que se mostraba de la ciencia en la enseñanza habitual y por la necesidad de replantear lo que hoy en día se considera básico para la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas de nuestra sociedad, es decir, de alcanzar los objetivos de una necesaria alfabetización científica y tecnológica de toda la ciudadanía (National Research Council, 1996; Bybee, 1997). Todo ello ha conducido 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.

Estos estudios han repercutido en la importancia concedida a las relaciones CTS en los currículos de ciencias de algunos países donde se están llevando a cabo reformas educativas. Así, en el caso de nuestro país, la reforma contempla toda una serie de aspectos, de objetivos a lograr, a incluir en el currículum como los referentes a: conocer la naturaleza de la ciencia, sus logros y 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 diferentes ámbitos, comprender cómo se elaboran las ideas científicas, cómo evolucionan, cómo les afectan el contexto social, económico, religioso, cultural y político en que se desarrollan, ser 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 la vida de las personas y del medio ambiente, etc.

A lo largo de todos estos años, 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 todo este tiempo 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 las consecuencias de la incorporación de estos aspectos de relación CTS en el currículum de ciencias, así como sus posibles implicaciones en la investigación en didáctica de las ciencias.

### **La atención a los contenidos CTS en las clases de ciencias**

La preocupación por la desconexión de la ciencia que se enseña 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 años ochenta, la realización 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 relación CTS. Es decir, la enseñanza habitual, a través de los libros de texto, contribuía 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, etc., que enmarcan el desarrollo científico. Dichos libros de texto presentaban 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. Así mismo, se observó en ellos una imagen neutral de la ciencia y los científicos, por encima de las ideologías, que ignora los graves

conflictos históricos y su papel dinamizador del propio desarrollo científico (Gil *et al.*, 1991).

Se señaló que la enseñanza no tenía en cuenta, 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 tenía 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 o las decisiones sobre los recursos destinados a investigación y desarrollo (I+D). En definitiva, no se tenía 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, 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, etc.) ni, por otro lado, a los problemas generados por el enorme desarrollo científico y tecnológico del siglo XX, 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, etc. (Edwards, 2000).

Los resultados del análisis de textos son coherentes con los obtenidos en otro trabajo (Solbes y Vilches, 1995) llevado a cabo con profesores de secundaria de física y de química, que participaban en cursos de formación del profesorado relacionados con la implantación de la reforma educativa, es decir cuando ya se había incorporado en el currículum la necesidad de tener en cuenta las relaciones CTS en las clases de ciencias. Los resultados pusieron de manifiesto que dos terceras partes de los profesores participantes consideraba que la ausencia de las interacciones CTS en la enseñanza es causa del desinterés de los estudiantes. Sin embargo, casi el 90% de los profesores encuestados ignoraba estos aspectos al analizar materiales de uso habitual en las clases de física y de química. Era de esperar, por tanto, que la mayoría del profesorado no transmitiera a los estudiantes una imagen completa y contextualizada de la ciencia. Muchos explicaron su actitud de no abrir su disciplina a la vida cotidiana basándose en 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. Se detectó también que 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 las relaciones CTS.

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) que, en general, los estudiantes tenían una visión de la ciencia

alejada del mundo en que viven, una imagen tópica de la ciencia, los científicos y el modo en que trabajan, desconocían las mutuas relaciones entre la ciencia, la tecnología y el medio natural y social en que están inmersas e ignoraban, en general, 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 contribuía 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 relacionados con el medio ambiente y los problemas generados por el desarrollo, actividades de implicación con el medio exterior, etc.

### **¿Qué repercusiones ha tenido en la última década la incorporación en el currículum de los aspectos de relación CTS?**

Como decíamos en la introducción, la creciente importancia concedida en la enseñanza de las ciencias a las interacciones de la ciencia y la tecnología con el medio natural y social ha sido puesta de manifiesto con la incorporación de los enfoques CTS en los currículos de ciencias de numerosos países, así como por una mayor atención prestada a dichos contenidos en los materiales y textos de ciencias de uso habitual y los numerosos proyectos y programas específicos CTS que han sido propuestos y llevados al aula a lo largo de estos últimos años.

Todos estos avances han sido, pues, en gran parte impulsados por las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias, que han venido insistiendo, desde diferentes campos, en la necesidad de adoptar un enfoque social en la enseñanza de las ciencias y relacionarla con el propio alumnado (Hodson, 1993), contribuyendo así a mejorar el aprendizaje y a aumentar el interés de los estudiantes hacia las ciencias, a la vez que a mostrar una imagen más completa y contextualizada del conocimiento científico, al modificar la visión tradicional de las disciplinas científicas como actividades aisladas del contexto social, político, económico, histórico, ético, etc. (Solbes y Vilches, 1997).

La introducción de las interacciones CTS en las clases de ciencias es asumida en la actualidad como algo imprescindible si se pretende la llamada alfabetización científica y tecnológica de todas las personas como una de las finalidades básicas de la enseñanza de las ciencias, que ayude a garantizar los conocimientos necesarios para que puedan comprender y desenvolverse adecuadamente en un mundo como el actual, a facilitar a todos los ciudadanos y ciudadanas su implicación en la toma de decisiones en torno a los problemas de interacción ciencia, tecnología y sociedad, así como "apreciar la ciencia y la tecnología como empresas que han sido y continúan siendo parte de la cultura" (Bybee, 1997).

Debemos entonces preguntarnos si esta incorporación de la dimensión CTS en el currículum se ha traducido en una mayor atención real a dichos aspectos en las clases de ciencias. Por lo que se refiere a su mayor o menor inclusión en los libros de texto, en un trabajo anterior (Solbes y Vilches, 1998) ya señalamos que, en general, se observan mejoras significativas en la conexión de las unidades didácticas con problemas y temas de la vida cotidiana. Esto tiene lugar en la mayoría de los textos y en los diferentes niveles educativos. Es decir, se observa un mayor contacto de los materiales con la vida cotidiana del alumnado, con su entorno y esto se puede apreciar tanto en los problemas de lápiz y papel como en gran parte de las actividades, textos, figuras, etc. Algunos libros realizan una pequeña introducción en cada tema relacionando sus contenidos con la vida cotidiana o con fenómenos conocidos del mundo que nos rodea.

En algunos textos, se sigue realizando un tratamiento descontextualizado de los contenidos, pero al final del capítulo aparece un apéndice o apartado con diferentes títulos (Ciencia, Tecnología y Sociedad; Mundo y Ciencia; Curiosidad científica, etc.), con textos y a veces actividades sobre temas medioambientales y otros aspectos CTS, aunque en muchos casos detectamos que no son actividades ni textos propiamente CTS, sino más bien se trata de temas actuales de ciencias.

Aunque se observa en general una mejoría en la introducción de algunos aspectos CTS, en particular las aplicaciones técnicas, la mayoría de los aspectos CTS que se han tenido en cuenta no aparecen en actividades para que realicen los alumnos y alumnas sino en pequeños párrafos que se encuentran en algunos casos al final del texto o en apartados complementarios y, en su mayoría, se trata de aplicaciones prácticas o relaciones con la vida cotidiana de los contenidos de la unidad. Se ha observado también una mayor atención a la introducción de las relaciones entre la ciencia y la tecnología y el medio ambiente y, aunque en menor medida, se detecta la aparición de las contribuciones positivas hacia el cuidado y la mejora del medio.

Sin embargo, otros aspectos CTS siguen en una situación parecida en cuanto a su escasa presencia (Hodson, 1992) como los relativos a la toma de decisiones, o ligeramente mejor, como es el caso de las valoraciones críticas que, aunque en pocas unidades, son tenidas en cuenta al menos una vez en más de la tercera parte de los libros. Los aspectos históricos pensamos que siguen sin ser tenidos en cuenta suficientemente; en algunos textos aparecen "biografías" de los científicos, pero que contribuyen muy poco a comprender la ciencia como fruto del trabajo colectivo y raras veces se refieren a las controversias, que tanto han marcado el desarrollo científico a lo largo de la historia.

Las mejoras se detectan, pues, en los aspectos relativos a las relaciones de la ciencia con el medio y a las relaciones ciencia y tecnología, si bien, estas últimas referidas exclusivamente a algunas aplicaciones de la ciencia, lo que sigue revelando una visión deformada de las relaciones ciencia y tecnología que las presenta como independientes y a la tecnología como mera aplicación de la ciencia. El resto de resultados de los diferentes ítems sigue poniendo de manifiesto la escasa presencia de algunos aspectos de las relaciones CTS de enorme importancia para contribuir a mostrar una imagen de la ciencia más completa y contextualizada.

En general, a pesar de las deficiencias detectadas, existen diferencias respecto al análisis realizado en la etapa en que aún no se había llevado adelante la reforma educativa. De ahí que nos planteásemos la necesidad de seguir

profundizando en el estudio y tratar de ver cómo habían repercutido los cambios en las percepciones de los estudiantes acerca de las interacciones CTS.

### **Evolución de las visiones del alumnado de secundaria sobre las interacciones CTS**

Si bien es cierto que algunos trabajos han señalado que, a pesar de los cambios propuestos en los currículos, el tratamiento dado por el profesorado y los textos a las interacciones CTS es todavía insuficiente, es necesario insistir en que la situación, en nuestro país, ha mejorado respecto a décadas anteriores. La propuesta de incorporación de los aspectos CTS como bloques transversales en las asignaturas de ciencias del Bachillerato, la existencia de la asignatura CTS en el Bachillerato de muchas comunidades autónomas, la inclusión de temas transversales de educación medioambiental, de educación para la salud, así como de objetivos y contenidos explícitos de relaciones CTS en el currículum de la secundaria obligatoria, han promovido la inclusión de algunos aspectos de dichos contenidos en los libros de texto, como hemos señalado en el apartado anterior, fundamentalmente los que se refieren a las relaciones de la ciencia y la tecnología con el medio ambiente y numerosas aplicaciones técnicas de las ciencias en diferentes unidades didácticas del temario.

Podríamos preguntarnos cómo se han traducido estos avances en las percepciones que los estudiantes tienen de las ciencias físico químicas y la tecnología y de sus relaciones con la sociedad y el medio. Éste es el objetivo que nos planteamos a continuación, es decir, conocer cómo está influyendo en el alumnado la mayor atención prestada a los aspectos de relación CTS en los objetivos de la educación científica en nuestro país, así como la incorporación de algunos contenidos CTS en los materiales didácticos como consecuencia de la implantación de la reforma educativa.

### **Diseño experimental**

Con el fin de conocer las ideas de los estudiantes incorporados al nuevo sistema educativo sobre la ciencia, los científicos y las interacciones CTS, después de un ensayo piloto, se pasó un cuestionario a una muestra de 155 estudiantes de 4º de ESO y de 1º y 2º de Bachillerato de centros públicos de la Comunidad Valenciana.

Dicho cuestionario es el mismo que el utilizado en el trabajo anterior (Solbes y Vilches, 1992) con estudiantes de BUP y COU, con el que se constató que, debido a la escasa atención prestada a los aspectos CTS en la educación científica, el alumnado presentaba una imagen distorsionada y empobrecida de las ciencias y los científicos y de sus relaciones con la sociedad y el medio. Se trata, pues, de comparar los resultados obtenidos con ambas muestras para estudiar cuál ha sido la evolución de las percepciones de los estudiantes.

Si bien es cierto que los cursos no son exactamente equivalentes a los de las muestras utilizadas en la investigación anterior, por los cambios habidos en el sistema educativo, se trata de niveles donde los estudiantes tienen las mismas edades y han elegido la física y química entre otras disciplinas (4ª de ESO) o la opción que en principio les prepara para seguir estudios en la universidad (1º y 2º de bachillerato). Los estudiantes, que fueron escogidos al azar y con los mismos criterios que los utilizados en el trabajo precedente, seguían un curso de ciencias habitual, por lo tanto ni profesores ni alumnos estaban trabajando

especialmente en temas CTS, ni incorporados a ningún proyecto de innovación o investigación educativas.

El estudio aplicado a la muestra de estudiantes seleccionada trata de obtener unos primeros resultados, dentro de un estudio más amplio que se está realizando, que permitan ver cuál es la tendencia, en qué medida la incorporación de algunos aspectos CTS permite vislumbrar o no algún cambio en las visiones que los estudiantes tienen acerca de las cuestiones CTS.

Para la valoración de las respuestas, se tuvieron en cuenta las mismas categorías y criterios de evaluación que en el trabajo anterior citado. Se han agrupado todos los estudiantes de los diferentes niveles analizados porque no se han encontrado diferencias significativas en las muestras y la tendencia es en todos los casos semejante.

### **Algunos resultados**

Si comparamos los resultados de estudiantes del nuevo sistema educativo con los del anterior (ver en Figura 1 y Tabla 1, resúmenes de resultados de los cuestionarios aplicados), se puede decir que hemos detectado diferencias significativas, globalmente, en las respuestas de los estudiantes de la ESO y del Bachillerato en lo que se refiere a la imagen de la física y química y la tecnología y su papel en la vida de las personas, que es más positiva que la observada en los estudiantes del anterior sistema educativo.

Se sigue constatando una imagen muy tópica de los científicos y las científicas, aunque los resultados son un poco mejores que los encontrados en el trabajo anterior. Por ejemplo algunos estudiantes los definen tópicamente como: "persona que da todo por la ciencia"; "persona que se entrega al estudio de la ciencia sin importar los resultados"; "persona que ayuda a la raza humana con sus inventos"; "persona que intenta hacer cosas buenas para el mundo" y también realizan definiciones más adecuadas como: "persona que investiga y trata de dar respuesta a problemas"; "intenta justificar y dar solución a problemas surgidos en su área".

También se han detectado resultados más satisfactorios respecto a las relaciones ciencia-tecnología, (aunque como se vio en los libros de texto, siempre en la dirección de la tecnología como ciencia aplicada, a través de las utilidades de los conocimientos científicos) con la aparición de nuevas aplicaciones como los teléfonos móviles o las relacionadas con los sistemas de comunicación actuales, así como en las interacciones ciencia medio ambiente, donde se observa una mejoría especialmente en el alumnado de bachillerato. Así, se refieren a las investigaciones relativas a la energía eólica, a la energía solar para el cuidado del medio, la prevención de plagas, pesticidas más efectivos y menos contaminantes, presas más seguras, materiales biodegradables, reciclado de productos, depuración de aguas, etc. y, por otro lado, a la destrucción de la capa del ozono, la contaminación del aire por el humo de los coches, la del suelo por abonos, fertilizantes e insecticidas, y, en general, residuos peligrosos.

Respecto a las complejas interacciones entre la ciencia y la sociedad, aunque como en el resto del cuestionario, se observan mejorías, los resultados siguen mostrando un desconocimiento de dichas interacciones y, más aún, cuando se trata de las relaciones entre la sociedad y la ciencia. Los pocos estudiantes que responden se refieren, en la mayoría de los casos, a influencias negativas relacionadas con la fabricación de la bomba atómica y el armamento en general,

los problemas de la clonación de seres vivos, así como a medicinas perjudiciales para la salud. Otros aspectos positivos citados hacen referencia a las medicinas, inventos y descubrimientos útiles para la sociedad (rueda, polea, luz, etc.). Las influencias de la sociedad en el avance científico se refieren a la revolución industrial, las guerras, los problemas ideológicos (problemas con la iglesia católica), etc.

	% Global 1992 N=212	% Global 2001 N=155
1. Muestran una imagen positiva de la ciencia	33,5	60,6
2. Presentan una visión no tópica de los científicos	3,3	32,9
3. Conocen relaciones ciencia tecnología (5 o más)	13,2	27,1
4. Influencias de la ciencia en la sociedad (3 o más)	8,0	31,0
5. Influencias de la sociedad en la ciencia (3 o más)	4,2	11,0
6. Relaciones Ciencia Medio Ambiente (3 o más)	8,0	31,5
7. Son capaces de realizar una valoración crítica	55,2	69,0

Tabla 1.- Percepciones de los estudiantes sobre las interacciones CTS.

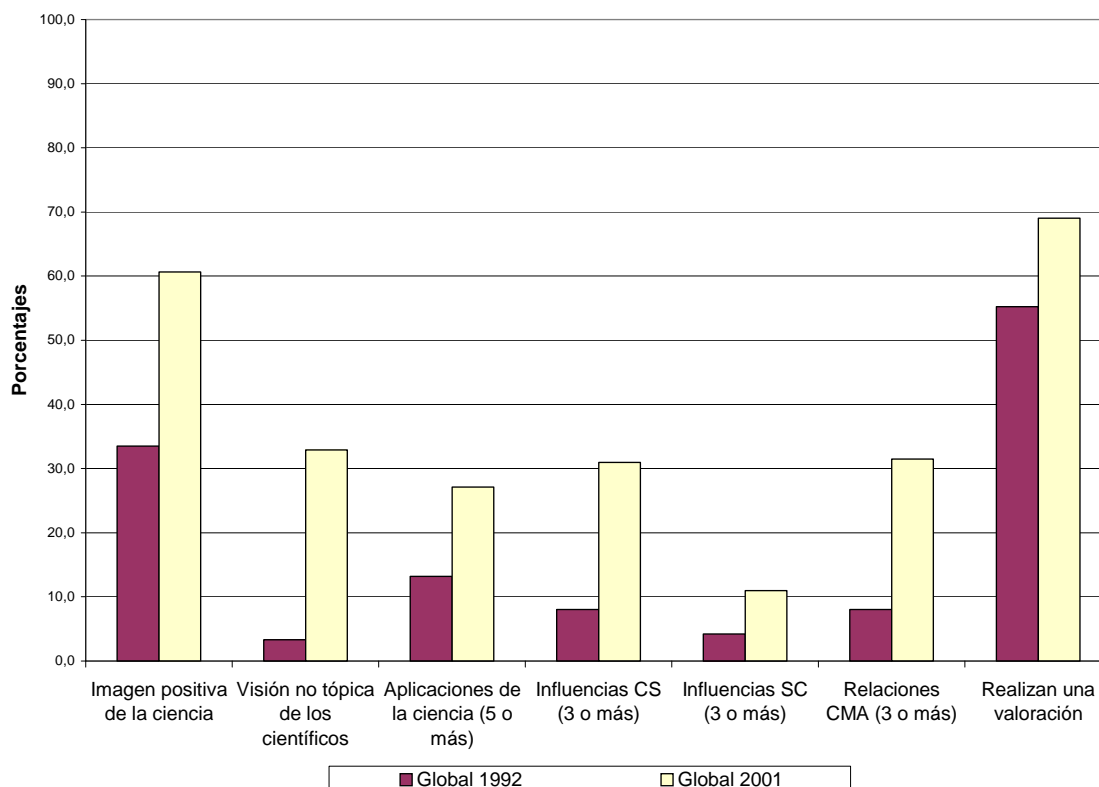


Figura 1.- Percepciones de los estudiantes acerca de las relaciones CTS

Respecto a las valoraciones, casi el 70% de los estudiantes consultados son capaces de realizar una valoración, teniendo en cuenta los aspectos positivos y negativos. Este ítem permitió además confirmar su visión más positiva de la ciencia y la tecnología, ya que valoraron muy positivamente (casi el 75% de los estudiantes que valora), el papel jugado por la física y la química a lo largo de la historia de la humanidad: "Son y han sido fundamentales en nuestra vida diaria", "Ayudan a que tengamos una vida más cómoda", "El nivel de vida ha cambiado un montón (para bien)", "Han cumplido un papel importante, ya que nos han hecho avanzar tanto técnica como humanamente", "Tratan de ayudar al



desarrollo y bienestar humano", si bien en algunos casos, aunque en un porcentaje mucho menor (2,5%), plantean respuestas más negativas: "Deberían fijarse más en hacer remedios para enfermedades que en hacer armas nucleares", o valoran tanto aspectos positivos como negativos (23%): "La física y la química son muy importantes para la vida porque la hacen más cómoda, aunque a veces se cometen errores fabricando cosas perjudiciales para la humanidad", "Ayudan a las personas a salir de una enfermedad, pero algunos productos químicos pueden dañar el medio ambiente", "Sin la física y la química ahora no tendríamos muchas cosas cotidianas e imprescindibles, pero también la química sobre todo debe respetar el medio ambiente".

Como ya señalamos, los resultados mostrados en este trabajo se refieren a alumnos seleccionados, que es de suponer que continuarán estudios superiores, como ocurría con los estudiantes a los que se aplicó el cuestionario anteriormente, con el objetivo de estudiar la evolución de las concepciones del alumnado acerca de las relaciones CTS cuando se suponen incorporadas al currículum. Pero, además, la investigación también se ha realizado con dos grupos de estudiantes de 3º de la ESO (N = 52). Hay que recordar que en el curso y edad equivalente en el anterior sistema educativo (1º de BUP) no se impartía Física y química y además los alumnos ya estaban seleccionados en principio para acceder en un futuro a estudios universitarios. De ahí que los resultados no se hayan sumado al estudio que aquí presentamos. Pero queremos señalar que, si bien los resultados son más negativos en casi todos los ítems en lo que respecta a sus visiones de los aspectos CTS y muestran diferencias significativas respecto a los encontrados con estudiantes de cursos superiores que aquí presentamos, la tendencia sigue siendo positiva en su conjunto respecto al análisis llevado a cabo con estudiantes del anterior sistema educativo.

### **Algunas conclusiones y perspectivas**

Aunque se trata de unos primeros resultados sobre los que habrá que seguir profundizando –ampliando las muestras, viendo correlaciones con otras investigaciones, abordando otros aspectos relevantes de las interacciones CTS en la educación secundaria, etc.- ya que corresponden a una fase del estudio que se está realizando sobre las visiones de los estudiantes sobre cuestiones CTS y su relación con la formación ciudadana, podemos señalar que se percibe una tendencia positiva en el aprendizaje de las ciencias físico químicas, en lo que se refiere a un mayor conocimiento de algunos aspectos de las relaciones CTS. Es lógico pensar que las diferencias puedan atribuirse, al menos en parte, a los pequeños cambios que han tenido lugar en esta temática en los últimos años, es decir a la mayor atención prestada en la enseñanza de la física y química y también en otras materias, a los aspectos CTS, a la que nos referimos anteriormente, e incluso a que los estudiantes que escogen física y química en 4º de la ESO o en el bachillerato parecen tener una opción más clara por estas disciplinas, que en el caso de los de BUP y COU.

Es necesario señalar, sin embargo, que aunque la presencia de los aspectos CTS haya mejorado se considera insuficiente, como se pone de manifiesto en éste y otros estudios (Martins, 2000; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001) por la todavía importante imagen deformada y descontextualizada de la ciencia y los científicos mostrada a través de los resultados obtenidos. Si, por otro lado, atendemos no sólo al número de respuestas sino a cuáles son, seguimos

observando, como ya indicamos en otros trabajos, que los estudiantes parecen tener sus visiones de la ciencia y la tecnología más influidas por los medios de comunicación que por la propia escuela, lo que también pone de manifiesto la escasa atención prestada a los aspectos de relación CTS en las clases de ciencias.

Por todo ello, persiste una seria inquietud entre los investigadores de este campo del conocimiento, que se recogió en el simposio sobre Ciencia Tecnología y Sociedad celebrado en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, donde se abordaron los problemas relativos a la incorporación de la dimensión CTS en el caso particular de España y Portugal. La reflexión llevada a cabo sobre la necesidad de incorporar la dimensión CTS en la enseñanza de las ciencias y cómo superar las dificultades con las que nos encontramos, confluye con los llamamientos realizados en torno a la necesidad de avanzar hacia una educación científica para todos, como parte de una educación general (Bybee, 1997).

En dichas propuestas, existe un consenso generalizado en la necesidad de ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos, teniendo en cuenta dimensiones de la ciencia que hasta ahora no han sido incluidas suficientemente en los currículos de ciencias, como el aprendizaje y manejo significativo de los conceptos, la aproximación a la naturaleza de la ciencia, la familiarización con la práctica científica, los componentes afectivos y los problemas de contextualización del conocimiento científico, poniendo énfasis, en particular, en las relaciones CTS, con vistas a favorecer la participación ciudadana en la toma fundamentada de decisiones (Hodson, 1992; National Research Council, 1996; Bybee, 1997; Gil y Vilches, 1999; Marco, 2000). La dimensión CTS constituye, desde esta perspectiva, una parte fundamental de lo que se viene denominando una inmersión en una cultura científica, en la que los distintos aspectos interaccionan y se apoyan mutuamente.

Pero, si bien es cierto que la dimensión CTS aparece impregnando las diferentes propuestas que promueven una alfabetización científica y tecnológica, también la investigación ha venido señalando, como ocurre con otros aspectos de la innovación y la investigación didáctica, la escasa aceptación de dichas propuestas por parte del profesorado. Lograr su implicación será, pues, un requisito imprescindible si lo que se pretende es llevar adelante las nuevas orientaciones y que los profesores y profesoras las integren en su práctica docente, con propuestas de actuación, en todos los ámbitos, que contemplen la educación científica como un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo.

De ahí la preocupación existente en este campo de la didáctica de las ciencias por la tendencia observada en los cambios propuestos para la reforma educativa de las ciencias en la secundaria y el Bachillerato, ya que se detecta una clara disminución de la importancia concedida a los contenidos procedimentales y actitudinales y en particular a las interacciones CTS. De esta forma, se observa un retroceso respecto a la situación de hace unos años en nuestro país, pues, en vez de proponer medidas y actuaciones que contribuyan a incorporar los avances como está ocurriendo en otros países, la legislación española no tiene en cuenta los resultados de la investigación en este campo, que sugieren, precisamente, la necesidad de prestar más atención a aspectos frecuentemente olvidados en la educación científica, como los señalados anteriormente y, en particular a las interacciones CTS, haciendo participar al profesorado de la relevancia de estos contenidos, tratarlos adecuadamente en el aula, para avanzar con una

enseñanza de las ciencias contextualizada socialmente hacia el logro de una alfabetización científica de todas las personas y una formación más adecuada y completa de los futuros científicos.

### **Referencias bibliográficas**

Aikenhead, G.S. (1987). High-School graduates' beliefs about Science-Technology-Society III Characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education* 71, 459-487.

Aikenhead, G.S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 607-629.

Boyer, R. y A. Tiberghien (1989) 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.

Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. En Gräber, W. y Bolte, C. (Eds). *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.

Edwards, M. (2000). *La atención a la situación del mundo en la educación científica*. Tesis de Tercer Ciclo. Universitat de València, España.

Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. y J. Martínez (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori.

Gil, D. y A. Vilches (1999). Problemas de la educación científica en la enseñanza secundaria y en la universidad: contra las evidencias. *Revista Española de Física*, 13(5), 10-15.

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), 541-562.

Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77, 585-711.

Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales, F. y P. Cañal (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 141-164). Alcoi: Marfil.

Martins, I.P. (2000) *O movimento CTS na Península Ibérica*. Actas del Seminario Ibérico CTS. Aveiro, 6-8 julio 2000. Aveiro: Universidade de Aveiro.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards* Washington, D.C.: National Academy Press.

Ryan, A.G. (1990). 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.

Schibeci, R.A. (1986). Images of science, scientistes and science education. *Science Education*, 70, 139-149.

Solbes, J. y A. Vilches (1989) Interacciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad. Un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 14-20.

Solbes, J. y A. Vilches (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia, técnica, sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 181-186.

Solbes, J. y A. Vilches (1995). El profesorado y las actividades CTS. *Alambique*, 3, 30-38.

Solbes, J. y A. Vilches (1997). STS Interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81, 377-386.

Solbes, J. y A. Vilches (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. En E. Banet y A. de Pro (Coord.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 142-148). Murcia: Universidad de Murcia.

Vázquez, A.; Acevedo, J.A. y M.A. Manassero (2001). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, VI Congreso*, 443-444.