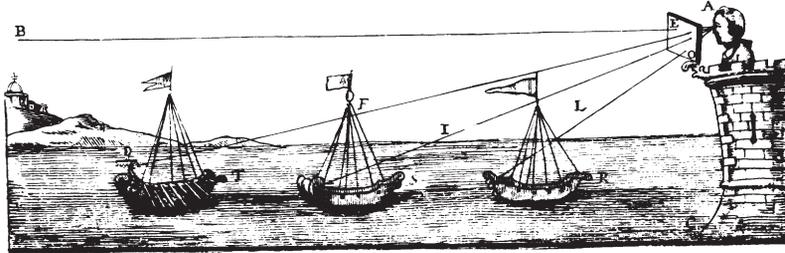


INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA



PAPEL DE LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE EN LA FORMACIÓN CIUDADANA

SOLBES, JORDI y VILCHES, AMPARO

IES J. Rodrigo Botet. Manises

IES Sorolla. Valencia

Resumen. En este trabajo se analizan las visiones de los estudiantes de secundaria sobre los problemas asociados a los desarrollos científicos y tecnológicos, la evaluación de ciencia y tecnología y la toma de decisiones, aspectos de las relaciones CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) de gran importancia para una adecuada formación de científicos y ciudadanos responsables.

Palabras clave. Evaluación de ciencia y tecnología, toma de decisiones, relaciones CTSA.

Summary. In this work we analyze the view of secondary students on the problems associated to scientific and technologic developments, the assessment of science and technology and decision making, aspects of STSE relations (Science, Technology, Society & Environment) very important for an adequate education of responsible scientists and citizens.

Keywords. Assessment of science and technology, decision making, STSE relations.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se ha venido observando en nuestro país una evolución positiva en cuanto a la atención prestada a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) en la educación científica. La incorporación explícita en el currículo de objetivos y contenidos CTSA para la secundaria y el bachillerato, así como el impulso que han supuesto las numerosas investigaciones y propuestas en ese campo de la investigación didáctica, han potenciado algunos avances en cuanto a la situación anterior a la reforma educativa. Así, por ejemplo, algunos trabajos han detectado una mayor atención a estos aspectos en los libros de texto y materiales de secundaria, sobre todo en lo que se refiere a las aplicaciones de la ciencia y a sus relaciones con el medio ambiente. Coherentemente, esta atención se ha visto reflejada también en los resultados encontrados al estudiar las visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las relaciones CTSA en comparación con la situación anterior. Actualmente los estudiantes muestran un mayor conocimiento de las «aplicaciones» tecnológicas de la ciencia o su impacto medioambiental (Marco, 2000; Membiela, 2001; Caamaño, 2001; Manassero y Vázquez, 1998, 2001; Solbes y Vilches, 1997, 2001). Pero, a la vez, en estos trabajos se insiste en que la situación, a pesar de los avances, no es todo lo positiva que debería ser, ya que esta dimensión de la educación científica, considerada fundamental por la investigación didáctica, sigue sin ser tenida en cuenta de forma adecuada, cuando no completamente ignorada.

Todo ello nos ha llevado a seguir profundizando en el estudio de algunos de estos aspectos de la dimensión CTSA, no sólo por constatar su mayor o menor incorporación en la enseñanza de las ciencias, sino sobre todo por desarrollar actividades y propuestas que permitan a estudiantes y profesores modificar su imagen empobrecida de la ciencia, con la inclusión adecuada de la dimensión CTSA en la enseñanza, prestando atención a aquellos aspectos relativos a la formación de futuros ciudadanos y ciudadanas. En este sentido, podemos mencionar, a modo de ejemplo, diferentes propuestas abordadas de utilización de la historia en la enseñanza de las ciencias (Matthews, 1991; Solbes y Traver, 1996), la incorporación de estos aspectos de la dimensión CTSA en materiales didácticos de diferentes niveles educativos (Caamaño, 1995; Solbes y Vilches, 1997; Martins, 2000; Membiela, 2001), la atención a la tecnología desde la perspectiva CTS (Acevedo, 1995 y 1996; Maiztegui et al., 2002), la importancia creciente de la evaluación de los desarrollos científicos y tecnológicos (Sanmartín et al., 1992; López Cerezo y Luján, 2000; Solbes, 2002) o la necesaria atención de la educación científica a la toma de la conciencia de todas las personas acerca de los problemas que afectan al planeta, hoy y en el futuro, y las posibles soluciones (Edwards, 2003; Gil et al., 2003). En esta línea, pretendemos seguir profundizando, en este trabajo, en el papel de las relaciones CTSA para una adecuada formación ciudadana, en su sentido más profundo, es decir, para la participación ciudadana, la responsabilidad social y la toma fundamentada de decisiones.

LA FORMACIÓN DE CIUDADANOS Y CIENTÍFICOS RESPONSABLES

La necesidad de una alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, que requiere la incorporación de la dimensión CTSA en el currículo, puesta de manifiesto en gran número de investigaciones, publicaciones, congresos, etc. (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Marco, 2000; Gil y Vilches, 2001) es reclamada también desde otros ámbitos. Así, en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declaraba: «Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad [...] a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos.» (Declaración de Budapest, 1999).

Diversos autores coinciden en que se requiere un mayor compromiso desde todos los ámbitos y los diferentes aspectos que constituyen el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación científica para lograr los objetivos de alfabetización científica y tecnológica. De ahí los llamamientos a reorientar la enseñanza de las ciencias para avanzar hacia el logro de estos nuevos compromisos en la educación científica. En ese sentido se expresa Ramsey (1993): «Desde la perspectiva de la responsabilidad social, la formación científica debería dar lugar a alumnos que puedan participar –y de hecho participen– en la resolución de asuntos sociales relacionados con la ciencia. Esto supone que el alumnado esté dispuesto a actuar (porque a su vez es capaz), y pueda hacerlo efectivamente como ciudadano usando los valores y las habilidades que proceden tanto de la ciencia como de la democracia.» Del mismo modo, ya en el año 1985, Aikenhead señalaba que «los ciudadanos ejercen la responsabilidad social en parte llegando a decisiones críticas sobre temas que tienen que ver con la ciencia, las situaciones humanas o el progreso social y, en parte, actuando sobre estas decisiones. El examen de cómo se están tomando esas decisiones puede revelar el grado en que el actual currículo de ciencias está impulsando a la ciudadanía a la toma de decisiones o la está evadiendo de la misma» (citados en Marco, 2000, pp. 145).

Más recientemente, Hodson (1994) señalaba la necesidad de nuevos objetivos y finalidades en la educación científica en la dirección de que los estudiantes puedan conocer: *a)* el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, así como las influencias de la sociedad en el desarrollo científico y tecnológico; *b)* los intereses particulares a los que responden muchas de las decisiones sobre ciencia y tecnología; y *c)* que sean capaces de desarrollar opiniones y valores propios, se preparen para la acción, conociendo cómo se toman decisiones, ofreciéndoles oportunidades para que actúen en cada momento, etc.

Así mismo, Biology Sciences Commite Study y American Medical Association (BSCS & AMA, 1994) proponen que se forme a los estudiantes en ética y políticas

públicas, como un proceso de investigación racional, reuniendo información sobre los problemas, evaluando y analizando su impacto sobre los intereses humanos, argumentando éticamente, analizando y comparando argumentos, y traduciendo los resultados en políticas públicas.

La participación ciudadana en la toma de decisiones, que se suele traducir, en general, en evitar la aplicación apresurada de innovaciones de las que se desconocen las consecuencias a medio y largo plazo, es hoy un hecho positivo, una garantía de aplicación del principio de precaución, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente (Gil y Vilches, 2004). Y dicha participación reclama un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de los problemas y de las opciones, la necesidad de un planteamiento global que evalúe los riesgos y contemple las posibles consecuencias a medio y largo plazo. Todo ello constituye un argumento decisivo a favor de una alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía, cuya necesidad, como ya señalábamos, aparece cada vez con más claridad ante la situación de auténtica «emergencia planetaria» (Bybee, 1991) que estamos viviendo. Así, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992 y conocida como *Primera Cumbre de la Tierra*, se reclamó una decidida acción de los educadores para que los ciudadanos y ciudadanas adquirieran una correcta percepción de cuál es esa situación y *puedan participar en la toma de decisiones fundamentadas* (Gil et al., 2003; Vilches y Gil, 2003). Como señalan Hicks y Holden (1995), si los estudiantes han de llegar a ser ciudadanos y ciudadanas responsables, es preciso que les proporcionemos ocasiones para analizar los problemas globales que caracterizan esa situación de emergencia planetaria y considerar las posibles soluciones.

Después de algunos años de implantación de las reformas educativas, con el objetivo común en numerosos países de contribuir a la educación ciudadana, pretendemos en este trabajo profundizar en el estudio del estado de la cuestión de estos aspectos en la educación científica en España. Es decir, queremos conocer hasta qué punto se está impulsando desde el currículo de ciencias la valoración, la toma de decisiones, como aspectos relevantes de la educación ciudadana, en general, o si siguen siendo dimensiones olvidadas en la educación científica.

Por los resultados obtenidos hasta el momento (Solbes y Vilches, 2001; Edwards, 2003) y que ya avanzamos en la introducción, en los que se observa que en general la enseñanza no presta una atención adecuada a estos aspectos de la educación ciudadana, es de esperar que los estudiantes no sean capaces de participar en la toma de decisiones en torno a los problemas que se plantean en nuestras sociedades, en particular a los relacionados con la ciencia y la tecnología y sus implicaciones con la sociedad y el medio ambiente y, por tanto, participar en las acciones necesarias.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Si lo que se pretende es que los estudiantes sean capaces de valorar, tomar decisiones, en torno a cuestiones de ciencia y tecnología y sus interacciones con la sociedad y el medio, es decir, si se trata de educar futuros ciudadanos y, en su caso, de formar científicos responsables, será necesario, entre otras cosas, que los estudiantes:

- a) tengan una visión adecuada de cuáles son los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, sus causas y las posibles medidas a adoptar;
- b) comprendan el papel de la ciencia y la tecnología en la solución de los problemas;
- c) sean conscientes de la influencia de la sociedad y de intereses particulares en los objetivos de la ciencia y la tecnología;
- d) sean capaces de realizar evaluaciones sobre determinados desarrollos científicos y tecnológicos, en particular, sus riesgos, su impacto tanto social como ambiental;
- e) sean capaces, por tanto, de valorar, realizar juicios éticos en torno a los desarrollos, atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo;
- f) sean capaces de traducir los argumentos en políticas públicas, escritos, declaraciones, solicitudes, etc;
- g) comprendan la importancia de la investigación científica sin limitaciones, así como la necesidad del control social que evite la aplicación apresurada de tecnologías insuficientemente contrastadas («principio de precaución»).

Para contrastar estos objetivos y tener un diagnóstico de la situación, a la vez que se avanza hacia posibles soluciones, se requiere toda una serie de instrumentos que desde diferentes perspectivas permitan acercarse al estudio del estado de la cuestión referente a estos aspectos fundamentales de la educación ciudadana. Para ello se diseñaron cuestionarios abiertos a realizar, en una primera fase, con alumnado de secundaria. Se ha optado por cuestionarios abiertos, ya que suelen proporcionar respuestas mucho más ricas y consideramos que contribuyen más a esclarecer la situación y a conocer con más profundidad cuáles son las opciones de los estudiantes, a la vez que permiten una mayor retroalimentación posterior con los participantes. Éste es precisamente también otro de los objetivos del trabajo: debatir y reflexionar con los estudiantes en torno a sus ideas acerca de las cuestiones planteadas. En una segunda fase nos planteamos la realización de entrevistas a profesores y estudiantes y la elaboración de materiales didácticos específicos, para aplicar a los estudiantes implicados.

En este trabajo se muestran y analizan algunos primeros resultados de una parte del estudio de la situación, a través de la aplicación, a estudiantes de secundaria (ESO y bachillerato) de centros públicos de la Comunidad Valenciana, de los siguientes cuestionarios:

Cuestionario 1

Nos gustaría recoger tu opinión sobre algunos aspectos relativos a las repercusiones de la ciencia y la tecnología, que tanta importancia tienen en nuestras sociedades. Para ello te agradeceríamos que contestases lo más completa y sinceramente posible el siguiente cuestionario:

- 1) Señala problemas y desafíos a los que se enfrenta hoy día la humanidad.
- 2) ¿Alguno de los problemas citados puede ser consecuencia de algún desarrollo científico o tecnológico? ¿Por qué?
- 3) ¿Cuáles son las medidas más urgentes que se deberían adoptar?
- 4) Indica cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a resolver dichos problemas.
- 5) Señala cómo podríamos contribuir cada uno de nosotros a resolverlos.

Cuestionario 2

Continuando con el estudio acerca de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en nuestras sociedades, nos gustaría conocer una vez más tu opinión sobre algunos aspectos relativos a las mismas. Para ello te agradeceríamos que contestases lo más completa y sinceramente posible el siguiente cuestionario:

- 6) ¿Quién decide sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología? Pon ejemplos.
- 7) ¿A qué intereses responden sus decisiones?
- 8) Señala qué podemos hacer los ciudadanos para incidir sobre dichas decisiones.

Cuestionario 3

El crecimiento de la microelectrónica y de las telecomunicaciones en las últimas décadas ha hecho posible, muy recientemente, un gran desarrollo de los teléfonos móviles y de las antenas, especialmente, en algunas zonas urbanas de nuestro país, lo que ha sido objeto de numerosas quejas por parte de los afectados. Sobre estos problemas, os invitamos a participar en el debate respondiendo a las siguientes cuestiones:

- 1) Evaluar los impactos, de todo tipo, de ese desarrollo.
- 2) Señalar qué intereses han podido mover a los implicados en el mismo.
- 3) Comparar las diferentes valoraciones, argumentarlas, para llegar a conclusiones, entre ellas una decisión que intente solucionar el problema.
- 4) ¿Qué se puede hacer para llevar esta decisión a la práctica?

Inicialmente, en las sesiones de prueba y validación de las preguntas, el cuestionario 1 se realizaba comenzando exclusivamente con la cuestión 1 (que ya había sido utilizada en otros trabajos) y en una sesión distinta se planteaba a los mismos estudiantes el resto de cuestiones, de la 2 a la 5. Se pensaba evitar así una posible influencia de la segunda parte del cuestionario sobre sus respuestas, pero no se observaron diferencias respecto a las respuestas de los que, por otro lado, respondían el cuestionario completo.

Con los cuestionarios 1 y 2, que se realizaban uno a continuación de otro, se pretende detectar, desde una perspectiva global, hasta qué punto los estudiantes de secundaria son capaces de valorar cuestiones relativas a las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en el medio, así como tomar decisiones respecto a los problemas que la humanidad tiene planteados.

El tercer cuestionario se centra en la evaluación de un problema más concreto, relativo a dichas repercusiones, que era de gran actualidad en el momento de utilizar el cuestionario y, por lo tanto, sobre el que había gran cantidad de información en los medios de comunicación, y además se refería a un tema de gran interés, en general, para el alumnado, por lo que pensamos que resultaría muy fácil su implicación en la tarea.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los cuestionarios se aplicaron durante los cursos 2001 y 2002 a varios grupos de alumnos y alumnas de enseñanza secundaria obligatoria y de bachillerato, escogidos de forma aleatoria en diferentes centros públicos, en los cursos donde se imparte la asignatura de Física y Química.

Los estudiantes implicados respondieron anónimamente a los cuestionarios y dispusieron de todo el tiempo que necesitaron para su realización, una media aproximada de 45 minutos para los dos primeros cuestionarios y de una hora para el tercero. Hay que señalar que el profesorado de los cursos afectados desconocía los objetivos y el contenido de los cuestionarios.

Pasamos a analizar detalladamente los resultados de cada ítem de los distintos cuestionarios, analizados con criterios amplios como se irá viendo en los ejemplos que iremos mostrando, cuestión por cuestión. Los resultados se agrupan por los diferentes cursos: tres grupos de 3º de ESO, tres grupos de 4º de ESO y dos grupos de bachillerato, uno de primer curso y otro de segundo.

Cuestionario 1

Los primeros resultados obtenidos en el cuestionario 1 permiten avanzar que la mayoría de estudiantes no contesta a las preguntas o lo hace de forma muy pobre, lo que indica un desconocimiento de las relaciones de la ciencia y la tecnología con el medio natural y social. Muchos de ellos manifestaron abiertamente, y algunos de forma oral, desconocer la respuesta y otros incluso se sentían extrañados por el tipo de preguntas y por el hecho de que las mismas tuvieran algo que ver con las clases de ciencias.

1. Señala problemas y desafíos a los que se enfrenta hoy día la humanidad.

Curso	NC (%)	Señala problemas o desafíos (%)	Media de aspectos citados entre los que contestan
3º ESO (N = 69)	39,1	60,9	1,8
4º ESO (N = 83)	32,5	67,5	3,4
Bachillerato (N = 51)	21,6	78,4	2,2
Total (N = 203)	32,1	67,9	2,6

Con respecto al ítem 1, cabe resaltar el alto porcentaje de estudiantes que no contesta, con una media superior al 30%. Los estudiantes que sí contestaron coincidían en general en los problemas ecológicos, de contaminación, como uno de los mayores problemas que tiene la sociedad actual. También citaban la escasez de recursos, así como algunas de las causas de los problemas y de sus posibles consecuencias: las desigualdades, las guerras, la violencia, el terrorismo, las enfermedades, etc. La media de aspectos citados, entre los que contestan algún problema o desafío a los que debe enfrentarse la humanidad, es de 2,6. En resumen, coincidiendo con los resultados de otros trabajos (Edwards, 2003), las respuestas se ceñían a unas breves palabras referidas a unos pocos de los aspectos señalados, lo que pone de manifiesto la visión fragmentaria y superficial de los problemas que afectan al planeta.

Algunos ejemplos de respuestas: «enfermedades y contaminación», «capa del ozono», «terrorismo y contaminación», «hambre, contaminación, globalización, guerras, desigualdades, enfermedades»; «deforestación, contaminación, clonación»; «explotación de bosques, contaminación de gases», etc.

2. ¿Alguno de los problemas citados puede ser consecuencia de algún desarrollo científico o tecnológico? ¿Por qué?

Curso	NC (%)	SÍ (%)	NO (%)
3º ESO (N = 69)	42,0	52,2	5,8
4º ESO (N = 83)	44,6	54,2	1,2
Bachillerato (N = 51)	21,6	72,5	5,9
Total (N = 203)	37,9	58,2	3,9

Como en el caso anterior, es relevante el porcentaje de estudiantes que no responde la cuestión 2, casi un 40 % de los encuestados de media. De los que contestan, muchos piensan (una media de más del 58%) que la ciencia y la tecnología son responsables de los problemas del planeta, como, por ejemplo, de la contaminación ambiental, así como de los problemas del armamento y la producción de sustancias tóxicas y drogas.

Algunos ejemplos de respuestas responsabilizan a la ciencia y la tecnología de determinados problemas: «son responsables de la contaminación de los coches»; «de las guerras, del armamento»; «las “videocónsolas”, ordenadores, etc. provocan violencia»; «contaminación causada por las nuevas tecnologías»; «industrias que contaminan agua y aire»; «radiación que provoca cáncer, centrales nucleares, gases contaminantes», etc.

Son pocos los que responden en otro sentido y, en general, señalan una negación sin aclarar las razones. Un ejemplo de respuesta con argumentos: «La causa es la propia sociedad, que es capaz de crear una tecnología más avanzada pero no es capaz de emplearlas para buenas acciones.»

3. ¿Cuáles son las medidas más urgentes que se deberían adoptar?

Curso	NC (%)	Diferentes medidas (%)
3º ESO (N = 69)	82,6	17,4
4º ESO (N = 83)	65,4	34,6
Bachillerato (N = 51)	41,2	58,8
Total (N = 203)	65,0	35,0

En este ítem podemos también observar cómo los resultados señalan una escasa atención a este aspecto de la formación ciudadana, ya que es muy alto el porcentaje de estudiantes que no conoce ninguna medida para resolver los problemas. Los valores van disminuyendo conforme aumenta el nivel educativo, pero en cualquier caso la media es del 65 % de los encuestados.

Respecto al tipo de respuestas de los que señalan alguna medida, se repite la situación del primer ítem, ya que se refieren a una medida o poco más en un ámbito muy concreto. Como en casos anteriores, los criterios han sido amplios, al incorporar cualquier palabra que tuviera alguna relación con posibles medidas que hay que adoptar, teniendo en cuenta incluso aquéllas que en realidad no avanzaban soluciones, como «evitar la contaminación», «invertir en investigación», ya que no especifican cómo evitarla o sobre qué investigar, pero en ambos casos se consideró como respuestas a las medidas a adoptar. Algunos ejemplos son del ámbito tecnológico: «depuradoras»; «utilizar productos reciclables y poco contaminantes». En el ámbito educativo hay algunas respuestas: «enseñar lo que significa el respeto a la naturaleza y a las personas»; «concienciar a la gente de que tienen que tener una actitud positiva y favorable para el bienestar del mundo». En el de las medidas políticas: «retirar los CFC y contaminar lo menos posible»; «informar, poner anuncios y campañas». Y alguna de las escasas respuestas que abordan diferentes tipos de medidas: «concienciación de la sociedad, respeto al medio, vida más sana, reducción de la emisión de gases, sanciones a las industrias que contaminan».

4. Indica cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a resolver dichos problemas.

Curso	NC (%)	Investigar... (%)
3º ESO (N = 69)	76,8	23,2
4º ESO (N = 83)	68,7	31,3
Bachillerato (N = 51)	54,9	45,1
Total (N = 203)	68,0	32,0

En coherencia con los resultados anteriores, la mayor parte de los estudiantes desconoce cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a resolver los problemas que afectan a la humanidad: una media de estudiantes del 68 % desconoce estas medidas. Se observa una tendencia a disminuir el porcentaje con el nivel educativo, como ocurre en otros ítems, pero con un porcentaje alto en cualquier caso, lo que significa que no son aspectos a los que se les preste atención en general en ninguno de los niveles educativos.

El tipo de respuestas de los pocos estudiantes que contestan al ítem 4 tiene que ver mayoritariamente con la necesidad de investigación, como: «encontrando nuevas fuentes de energía para no agotar las que tenemos»; «desarrollo de nuevos sistemas que mejoren la calidad de vida y contaminen menos»; «nuevos productos que no contaminen tanto»; «buscar otras formas de energía que no contaminen tanto», etc. En algunas reaparecen los tópicos que responsabilizan a la ciencia de todos los males como: «en vez de investigar para la destrucción humana, hacerlo para su beneficio».

5. Señala cómo podríamos contribuir cada uno de nosotros a resolverlos.

Curso	NC (%)	Acciones individuales (%)	No podemos hacer nada (%)
3º ESO (N = 69)	68,2	27,5	4,3
4º ESO (N = 83)	63,9	34,9	1,2
Bachillerato (N = 51)	45,1	51,0	3,9
Total (N = 203)	60,6	36,4	3,0

Se pueden observar las mismas tendencias que en los resultados de los ítems anteriores, con una media por encima del 60% de los estudiantes implicados que no contesta a la cuestión, que no sabe cómo podríamos contribuir cada uno de nosotros a poner freno a los graves problemas existentes. De los que contestan, unos pocos estudiantes se refieren a que nosotros no podemos hacer nada. Y otros señalan algunas ideas en relación con lo que cada uno de nosotros puede hacer, muchos de ellos en relación con el uso del transporte público: «utilizar transporte público»; «concienciamos de los problemas: no usar el coche si se puede usar el autobús»; u otras soluciones como: «disminuir el consumo de productos contaminantes»; «reciclando»; «reciclar y clasificar restos»; «evitar aerosoles y productos contaminantes»; «menos basura y más transporte público»; «disminuir el consumo»; «asociarnos a un grupo de ayuda para la naturaleza y las personas», «dar dinero para proyectos humanitarios y no tirar basura ni ensuciar los mares»; etc.

Cuestionario 2

Los resultados obtenidos en el cuestionario 2 vienen a reforzar la escasa atención prestada a estos aspectos de las relaciones CTSA detectada en el cuestionario anterior. Pasamos a comentar cada uno de los ítems y sus respuestas.

6. ¿Quién decide sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología? Pon ejemplos.

Curso	NC (%)	Gobierno (%)	Científicos (%)	Otros (%)
3º ESO (N = 69)	59,6	18,8	14,4	7,2
4º ESO (N = 83)	47,0	20,5	4,8	27,7
Bach. (N = 51)	35,3	41,2	9,8	13,7
Total (203)	48,3	25,1	9,4	17,2

Son muchos también esta vez los alumnos que no contestan la cuestión, una media de casi el 50 % de los encuestados. En general, las respuestas son muy escuetas, sin hacer referencia a los ejemplos que se piden. Los porcentajes más frecuentes se refieren a que son los gobiernos los que deciden. Señalan simplemente «el gobierno» o, en algunos pocos casos, con alguna palabra más como «por ejemplo, el gobierno de un país decide qué inver-

sión económica será para el desarrollo y la ciencia de un país», «el gobierno y todo ese mundillo», «destinando parte de sus presupuestos a investigaciones lamentablemente suelen destinar más al desarrollo de armamento que al de la ciencia y la tecnología», o bien los propios científicos, en otros casos.

El resto de respuestas, agrupadas en «Otros», señalan, por ejemplo, en el caso de 5 estudiantes de 3º de ESO, que los que deciden son conjuntamente los científicos y los gobiernos. Los estudiantes de 4º de ESO indican, 4 de ellos, que decide la sociedad, 5 señalan los políticos, 3 se refieren a los que ellos denominan «poderosos» (p. e., «gobiernos poderosos como EEUU y la UE), 2 a los países ricos, y el resto a las multinacionales, los empresarios, y a dos de los citados anteriormente de forma conjunta, como en un único caso, más argumentado: «El gobierno decide dónde construir una presa, aunque esta construcción deje anegadas las tierras de los campesinos que se quedan sin comida y sin trabajo. Bueno, el gobierno y las empresas que están actuando juntos para sacar el mayor partido y el mayor dinero posible». Para los estudiantes de bachillerato, las respuestas englobadas en «Otros» hacen referencia, 4 de ellas a las empresas, y las 3 restantes a los políticos, los poderosos y la sociedad respectivamente.

7. ¿A qué intereses responden sus decisiones?

Curso	NC (%)	Económicos (%)	Beneficio propio (%)	Otros (%)
3º ESO (N = 69)	89,8	4,3	4,3	1,6
4º ESO (N = 83)	63,9	20,5	6,0	9,6
Bach. (N = 51)	59,4	27,5	2,0	11,1
Total (N = 203)	70,9	21,7	4,4	3,0

Como en el resto del cuestionario, se observan porcentajes altos de estudiantes que no conocen las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad, disminuyendo éstos según aumenta el nivel educativo, consecuencia de la falta de atención de esta dimensión en la educación científica. Los estudiantes que responden lo hacen centrándose en los aspectos económicos y, en particular, algunos señalando que se busca el beneficio propio, es decir, los intereses particulares, en general respondiendo escuetamente con las palabras «económicos» o «beneficios propios», sin aclarar ningún otro argumento o con alguna frase: «A los económicos. Siempre manda el dinero».

En el apartado «Otros», se engloba el resto de respuestas. En el caso de 3º de ESO, hay un estudiante que se refiere a intereses «políticos», sin especificar más; en 4º de ESO hay 6 estudiantes que se refieren a intereses de «todos», sin más detalle, 1 señala intereses comerciales («comerciales, para ellos, e intentan buscarles intereses positivos para las personas, para conseguir un mejor bienestar») y otro se refiere a intereses empresariales. En el grupo de bachillerato, 4 se refieren a que los intereses responden a la sociedad, sin especificar más, 2 a intereses del gobierno y 1 a intereses políticos.

8. Señala qué podemos hacer los ciudadanos para incidir sobre dichas decisiones.

Curso	NC (%)	Poco o nada (%)	Participación (%)
3º ESO (N = 69)	73,9	11,6	14,5
4º ESO (N = 83)	65,1	8,4	26,5
Bachillerato (N = 51)	49,0	21,6	29,4
Total (203)	64,0	12,8	23,2

Observamos en la tabla anterior que más del 60% de los encuestados no sabe o no contesta a este ítem, en el que se plantea qué podríamos hacer los ciudadanos para controlar las decisiones que se deban tomar acerca del desarrollo científico y tecnológico y, como en el resto de casos, disminuyendo a medida que aumenta el nivel educativo y la opcionalidad. En el bachillerato, se trata de estudiantes que cursan física y química en primero, por lo que ya se ha optado por una opción de ciencias, y en segundo, los que siguen la asignatura de Física, que ya se dirige hacia estudios muy específicos en la universidad.

Los que responden se centran en dos grupos de respuestas. En primer lugar, en torno a que los ciudadanos no podemos hacer nada o muy poco para influir (o controlar) en las decisiones que se toman en torno a la ciencia y la tecnología, con una media de más del 12% de los estudiantes. Se observan en general respuestas simplemente con la palabra «nada» y, en algunos pocos casos, expresiones como las de un estudiante de 4º de ESO: «Pues con este gobierno poco o nada porque, si te manifiestas, siempre está ahí la policía haciéndote callar a palos y los *mass-media* que se encargan de ponerlos a ellos de buenos y a nosotros de malos.» O uno de bachillerato: «No podemos controlar. No hacer nada.» Por otro lado, los que señalan diferentes formas de participación ciudadana, en general con una de ellas en cada caso, referidas a la posibilidad de: movilizaciones, votar, manifestarse, sindicarse, etc. Aunque la mayoría responde con una palabra, en el mejor de los casos, cuando son más explícitos se trata de expresiones muy simples: «protestar sobre lo que nos moleste y decirlo»; «realizar huelgas y protestas si las decisiones no son adecuadas».

En resumen, respecto a los resultados encontrados en los cuestionarios 1 y 2, podemos señalar que una gran mayoría de estudiantes no conoce los problemas que afectan, o podrán afectar en el futuro, a la humanidad, sus causas ni las posibles acciones a llevar adelante para abordar su solución, desde los diferentes ámbitos y, por tanto, no conocen la importancia de las acciones que cada uno de nosotros puede realizar. Tampoco son conscientes de en qué dirección avanzan la ciencia y la tecnología, quién decide su desarrollo y por qué intereses se guía y menos aun qué podríamos hacer cada uno de nosotros para controlar las decisiones en torno a los desarrollos científicos y tecnológicos. Es decir, no conocen estos aspectos de las interacciones de la ciencia y la tecnología en el entorno natural y social, y los que conocen algunos de estos aspectos de la formación ciudadana, que se relacionan

con la necesaria toma de decisiones fundamentada, suelen referirse a ellos de una forma reduccionista, sin tener en cuenta la posibilidad de diferentes argumentos e intereses, lo que señala la ausencia de tratamiento de estas cuestiones en la educación científica.

Cuestionario 3

Respecto a los resultados del cuestionario 3, al tratarse de un tema que lo más probable es que no se haya abordado en clase y sobre el que la información, en su mayor parte, proviene de los medios de comunicación (a este respecto, recordemos el impacto que tuvo, el año de aplicación del cuestionario, el caso de un colegio de Valladolid), no se han apreciado diferencias significativas entre los grupos de estudiantes de 3º y 4º de ESO, por lo que los resultados se presentan agrupados.

1. Evaluar los impactos, de todo tipo, de ese desarrollo.

Respuestas	3º - 4º ESO (N = 52) (%)	Bachillerato (N = 59) (%)	Total (N = 111) (%)
Impactos positivos y negativos	73,1	37,2	54,1
Impactos sólo negativos	11,5	32,2	22,4
Impactos sólo positivos	3,8	10,2	7,2
No hay impactos negativos	3,8	5,1	4,2
NC	7,8	15,3	12,1

La cuestión 1, acerca de los impactos de la telefonía móvil, es en la que encontramos mayor porcentaje de respuestas, debido, probablemente, al tratamiento dado en los medios de comunicación, mencionado explícitamente por alguno de ellos y que ya hemos comentado en la introducción del cuestionario. Por la misma razón es bajo el porcentaje de estudiantes que no responden a esta cuestión. Aunque en realidad se han limitado a enumerar, sin evaluar, los impactos y a veces refiriéndose a aspectos poco claros, hemos optado por tener en cuenta todas sus respuestas. La mayoría de ellos, sobre todo en bachillerato, menciona impactos supuestamente negativos para la salud, un tercio de los cuales, aproximadamente, son genéricos («problemas en la salud», «enfermedades»), otro tercio hablan de «dolor de cabeza», «mareos», «problemas de sueño» y el tercio restante habla de «cáncer», «tumores», etc. Sólo unos pocos se refieren a problemas del móvil («accidentes de tráfico», «calentamiento y tumores cerebrales»). Otros impactos negativos que han señalado son los «ambientales» (sin especificar), paisajísticos (las antenas) o el aumento de gastos familiares. Muchos se refieren a impactos positivos, como la mejora de las comunicaciones, localización en viajes o accidentes, etc. Prácticamente ninguno menciona impactos de otro tipo: económicos, políticos, científicos, tecnológicos, etc. Algunos pocos estudiantes se refieren a que los impactos negativos no se han demostrado.

2. Señalar qué intereses han podido mover a los implicados en el mismo.

Respuestas	3º - 4º ESO (N = 52) (%)	Bachillerato (N = 59) (%)	Total (N = 111) (%)
Intereses económicos	65,4	61,0	63,1
Intereses usuarios	19,2	10,2	14,4
Intereses de los afectados	5,8	15,3	10,8
Intereses económicos (con valoración crítica)	11,5	6,8	9,0
NC	15,4	15,3	15,3

En la cuestión 2, la gran mayoría habla de los intereses económicos («ganar dinero», «tener mejor cobertura que la competencia», etc.), sin valoraciones, como si todos fuesen igualmente legítimos. Unos pocos sí valoran y hablan de enriquecimiento o beneficios «a costa de», o de que «se aprovechan», etc. Parece que, en muchos casos, se identifique la palabra *interés* con económico. Se habla en menor grado de intereses de los propios usuarios («comodidad», «comunicación», «calidad de vida», etc.) y de los afectados («protección de la salud», «seguridad», etc.). Ninguno indica intereses de otro tipo: científicos, políticos, ambientales, etc. La media de los que no contestan esta cuestión es similar a la del ítem 1. En algunos ítems, como en este caso y los siguientes, las sumas de los porcentajes de las columnas no son 100, ya que los estudiantes respondían varias de las categorías seleccionadas.

3. Comparar las diferentes valoraciones, argumentarlas, para llegar a conclusiones, entre ellas una decisión que intente solucionar el problema.

Respuestas	3º - 4º ESO (N = 52) (%)	Bachillerato (N = 59) (%)	Total (N = 111) (%)
Posturas a favor y en contra	34,6	28,8	31,5
Conclusiones ingenuas	23,1	8,5	15,3
Conclusiones de tipo técnico	15,4	20,3	18,0
Impotencia	7,6	8,5	8,1
NC	32,7	32,2	32,4

En la cuestión 3 se reduce el porcentaje de respuestas y los que contestan, como sólo han detectado dos grupos implicados, empresas y afectados, mencionan dos posturas simplistas: a favor y en contra de las antenas (o móviles, en menor medida). No hay argumentaciones, y las conclusiones son pobres. Hay respuestas más ingenuas en la ESO («dejar de utilizar móviles», «quitar las antenas», «fabricar antenas que

no contaminen», «que las compañías sean legales y no engañen», etc.) y más técnicas en el bachillerato («quitar antenas de zonas urbanas», «menos antenas y más potentes», «realizar estudios verídicos y fiables de los efectos», etc.). Algunos indican que «no se puede hacer nada», que «las empresas no hacen caso», que «son posturas antagónicas difíciles de conciliar», etc., es decir, que siempre prevalecen los intereses de las grandes empresas.

4. ¿Qué se puede hacer para llevar esta decisión a la práctica?

Respuestas	3º - 4º ESO (N = 52) (%)	Bachillerato (N = 59) (%)	Total (N = 111) (%)
Delegar en el poder	7,7	13,6	10,8
Medidas ingenuas	19,2	8,5	13,5
Trasladar antenas	15,4	6,8	10,8
Medidas de presión	11,5	10,2	10,8
Otras medidas	17,3	11,7	14,4
Impotencia	3,8	10,2	7,2
NC	32,7	40,7	36,9

Por último, en la cuestión 4 también es menor el porcentaje de estudiantes que responde y los que contestan lo hacen de forma bastante dispersa y reiterativa respecto a la cuestión anterior. Es decir, no se acaba de distinguir lo que significa tomar una decisión de las medidas necesarias para hacerla efectiva. Algunos piensan que la responsabilidad de hacer algo, sin clarificar muy bien qué, corresponde exclusivamente al poder (de forma genérica, «los que mandan»), o al ejecutivo («el ministerio de sanidad», «aplicar la legislación»), al legislativo («hacer nuevas leyes»), o judicial («sancionar»). Otros proponen medidas ingenuas como «hablar con las empresas para que cambien», «dejar los móviles», «no poner antenas», «hacer caso de los consumidores», etc. Otros insisten en la necesidad de trasladar las antenas, para evitar sus supuestos efectos. Sólo unos pocos mencionan la necesidad de realizar acciones que tienen que ver con su propia participación directa como: protestas, manifestaciones, recogidas de firmas, etc. Otras respuestas hablan de «hacer encuestas de opinión», «investigar», «demostrar que las antenas no provocan cáncer», etc. Algunos manifiestan impotencia, o imposibilidad de poder llevar adelante las decisiones de ninguna forma.

En resumen, podemos decir que la mayor parte de los estudiantes no son capaces de evaluar: las repercusiones de este ejemplo concreto de desarrollo tecnocientífico; sus implicaciones sociales, medioambientales, culturales, económicas, etc.; los intereses que hay detrás de las diferentes posiciones en torno a los posibles problemas que genera o resuelve; las perspectivas que abre; la toma de decisiones, en definitiva, al respecto.

ALGUNAS CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Estos primeros resultados nos hacen suponer que todos estos aspectos de las relaciones CTSA, imprescindibles por su papel relevante en la formación de una ciudadanía responsable y su preparación para la toma de decisiones, como se viene reclamando desde diferentes ámbitos, no son tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias de forma adecuada. Todo ello resulta coincidente con resultados obtenidos en otras investigaciones realizadas en las que se pone de manifiesto la escasa atención prestada a la toma de decisiones y su importancia en la educación ciudadana, en la enseñanza de las ciencias y, muy en particular, en los libros de texto de las etapas analizadas (Solbes y Vilches, 1988; Aguilar, 2001).

Por ello, es evidente la necesidad de plantear propuestas que traten de paliar esta escasa atención, teniendo en cuenta que la toma de decisiones es algo que se debe abordar en la enseñanza desde los diferentes ámbitos y perspectivas y en todas las ocasiones en que se requiera. Poner a los estudiantes, desde el principio del estudio de un tema, en la situación de reflexionar y analizar en profundidad las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, de ser capaces de evaluar y argumentar en torno a los problemas, de tener en cuenta necesariamente en cada situación el «principio de precaución», de comprender la importancia de nuestras acciones individuales, etc. son aspectos imprescindibles para la formación de todas las personas.

Es necesario, pues, seguir profundizando en el análisis de la situación, continuando con entrevistas y reflexiones en torno a los resultados de los propios cuestionarios, utilizándolos así como instrumento para el estudio y debate de los problemas y la preparación para la toma de decisiones, que es algo sobre lo que estamos trabajando en la actualidad. Y sobre todo, pretendemos avanzar en la dirección de favorecer propuestas alternativas, de elaboración de materiales y su utilización con metodologías que permitan a los estudiantes:

- Adquirir una visión adecuada de los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy día y en el futuro, de sus causas y de las medidas necesarias que se deberían adoptar para poner fin a todos estos problemas –los cuales han adquirido un carácter global– que ha convertido la situación del mundo en objeto directo de preocupación, y avanzar hacia un desarrollo sostenible (UNESCO, 1987; Naciones Unidas, 1992; Delors, 1996; Solbes, Vilches y Gil, 2001; Vilches y Gil, 2003).

- Conocer y saber valorar ejemplos de responsabilidad social de científicos y técnicos: los que se posicionan frente al uso irracional de la ciencia que puede poner en peligro la paz entre las naciones; los que estudian los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad; los que advierten de sus riesgos y ponen a punto soluciones (no sólo científicos ni todos los científicos, evidentemente), pero sin olvidar que son también científicos –junto a economistas, empresarios, trabajadores...–; los que han producido, por ejemplo, productos perjudiciales para el medio ambiente. Comprender, por tanto, que las llamadas a la responsabili-

dad han de extenderse a todos, incluidos los propios consumidores de los productos cuya producción y consumo genera contaminación (Vilches y Gil, 2003).

– Comprender las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, sus repercusiones en todos los ámbitos; en particular ser capaces de evaluar los objetivos de los desarrollos científicos y tecnológicos, actuando frente a quienes los fijan anteponiendo su rentabilidad económica o buscando intereses particulares a corto plazo, con comportamientos agresivos con el medio físico y nocivo para los seres vivos.

Desde esta perspectiva, se pretende que los estudiantes

sean capaces de realizar evaluaciones sobre diversos desarrollos científicos y tecnológicos, sobre su utilidad, sus riesgos, su impacto social y ambiental, etc. Estas evaluaciones deben llevar a valoraciones, a juicios éticos que pueden realizarse atendiendo a la contribución de dichos desarrollos a la satisfacción de necesidades humanas y a la solución de los problemas del mundo. Se trata, así mismo, de poner de manifiesto los intereses y valores subyacentes en las diferentes opciones y decisiones sobre ciencia y tecnología, de conocer diferentes valoraciones, compararlas, argumentarlas, para llegar a conclusiones y traducirlas en actuaciones, en una mayor participación social, en políticas públicas (Hodson, 1994), incidiendo así en su preparación para la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J. A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. *Alambique*, 3, pp. 75-84.
- ACEVEDO, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp. 35-44.
- AGUILAR, T. (2001). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía, en Membiela (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, pp. 77-89. Madrid: Narcea.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), pp. 453-475.
- BSCS & AMA (1994). *Genoma humano. Ciencia, ética y política pública*. Valencia: Alfons el Magnànim.
- BYBEE, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), pp. 146-153.
- BYBEE, R. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy, en Gräber, W. y Bolte, C. (eds.). *Scientific Literacy*, pp. 37-68. Kiel: IPN.
- CAAMAÑO, A. (ed.) (1995). La educación ciencia-tecnología-sociedad. (Monográfico). *Alambique*, 3.
- CAAMAÑO, A. (2001). Presencia de CTS en el currículo escolar español, en Membiela (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, pp. 121-133. Madrid: Narcea.
- DEBOER, G. B. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), pp. 582-601.
- DECLARACIÓN DE BUDAPEST (1999). *Marco general de acción de la declaración de Budapest*. <<http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>>.
- DELORS, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- EDWARDS, M. (2003). «La atención a la situación del mundo en la educación científica». Tesis doctoral. Universitat de València.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, pp. 27-37.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*. (En prensa).
- GIL, PÉREZ, D., VILCHES, A., EDWARDS, M., PRAIA,

- J., MARQUES, L. y OLIVEIRA, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), pp. 67-90.
- HICKS, D. y HOLDEN, C. (1995). Exploring the Future a Missing Dimension in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 1(2), pp. 185-193.
- HODSON, D. (1994). Seeking Directions for Change. The Personalisation and Politisation of Science Education. *Curriculum Studies*, 2(1), pp. 71-98.
- LÓPEZ CERREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J. A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A. M. P., DEL CARMEN, L., DUMAS CARRÉ, A., GARRITZ, A., GIL, D., GONZÁLEZ, E., GRAS, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ-CERREZO J. A., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, pp. 129-155.
- MARCO, B. (2000). La alfabetización científica, en Perales, F. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 141-164. Alcoi: Marfil.
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (1998). *Opinions sobre ciencia, tecnología i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (2001). Actitudes y creencias de los estudiantes relacionadas con CTS, en Membiela, P. (coord.). *La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, pp. 169-162. Madrid: Narcea.
- MARTINS, I. (ed.) (2000). *O movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- MATTHEWS, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, pp. 141-155.
- MEMBIELA, P. (coord.) (2001). *La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- NACIONES UNIDAS (1992). *UN Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. París: UNESCO.
- RAMSEY, J. (1993). The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility. *Science Education*, 77(2), pp. 235-258.
- SANMARTÍN, J., CUTCLIFFE, S. H., GOLDMAN, S. L. y MEDINA, M. (1992). *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos.
- SOLBES, J. (2002). *Les emprems de la ciència*. Alzira: Germania.
- SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), pp. 103-112.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), pp. 377-386.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria, en Banet, E. y De Pro, A. (coords.). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, pp. 142-148. Murcia: Universidad de Murcia.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (2001). Percepciones del alumnado de ESO y bachillerato acerca de las interacciones CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, VI Congreso, pp. 27- 28.
- SOLBES, J., VILCHES, A. y GIL, D. (2001). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias, en Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, pp. 221-231. Madrid: Narcea.
- UNESCO (1987). Elementos para una estrategia internacional de acción en materia de educación y formaciones ambientales para el decenio 1990, en *Congreso Internacional UNESCO-PNUNA sobre la educación y la formación ambientales*. Moscú: UNESCO.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

[Artículo recibido en octubre de 2003 y aceptado en abril de 2004]