

# Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza científica

Pedro Membiela\*

## El movimiento educativo CTS

Aunque todavía hay mucho debate y poco consenso sobre una definición del movimiento CTS, puede decirse que el propósito de la educación CTS es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, de manera que se capacite a los ciudadanos para participar en el proceso democrático de tomas de decisiones y se promueva la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Aikenhead, 1989, 1990; Cheek, 1992; Eijkelhof, 1990).

El movimiento educativo CTS surgió en los años sesenta y setenta en los campus universitarios, y se extendió a la educación secundaria en la década de los ochenta. El movimiento CTS nace en Norteamérica como respuesta a la crisis que comenzó a aflorar a comienzos de los años sesenta en la relación que mantenía la sociedad con la ciencia y tecnología, y que en su momento reflejaron los escritos de intelectuales tales como C.P. Snow al hablar de dos culturas, científica y humanista, o los de Dennis Meadows que señalaban los límites del crecimiento, de Lewis Mumford al comentar las consecuencias sociales de la tecnología o los de Rachel Carson al llamar la atención sobre la problemática ambiental. Otros intelectuales, tales como Schumacher e Illich, introdujeron una visión crítica del impacto de la tecnología en la sociedad (Membiela, 1997).

Dentro del movimiento CTS, y siguiendo básicamente a Ziman (1980) y Solomon (1988), se pueden considerar al menos cinco dimensiones u orientaciones no excluyentes, y que son:

1. La primera es la aproximación cultural, consecuencia del cambio de énfasis de la educación científica desde preparar a los más capaces para la universidad hasta una formación científica dirigida a todos ciudadanos, lo que se ha venido denominando alfabetización científica.
2. La segunda dimensión sería la educación política para la acción, y de acuerdo con esta orientación la nueva enseñanza científica debería centrarse en la formación de ciudadanos preparados para una adecuada acción política, de tal manera que la propia acción sería uno de los

objetivos fundamentales. Esta influencia proviene del movimiento *Science for the People* y los movimientos educativos para la reconstrucción social.

3. La tercera dimensión recoge la orientación de educación interdisciplinar. En este sentido, frente al enfoque disciplinar que presenta habitualmente la educación científica, la orientación CTS se extiende hacia los estudios sociales, la geografía o la historia.
4. La cuarta dimensión recoge el enfoque de aprendizaje de cuestiones problemáticas, y esta orientación es atractiva porque habitualmente se ocupa de problemas locales que afectan a la comunidad.
5. La orientación vocacional o tecnocrática se centra en la visión de la ciencia y la tecnología como un producto de la industria. En los cursos CTS con esta orientación, el estudio de la industria se justifica en sí mismo, y no por su trascendencia social, pues se pretende dar a conocer a los estudiantes su futuro puesto de trabajo. No obstante, el papel jugado por la industria en muchos temas CTS (por ejemplo en la generación de energía, la problemática ambiental y de las nuevas tecnologías) cuestiona y pone en entredicho su presencia como subvencionados de muchos de esos cursos CTS.

## El movimiento CTS ibérico y sus relaciones iberoamericanas

Se han confirmado los pronósticos (Membiela, 1995), y hemos asistido en nuestro ámbito a un notable desarrollo del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias experimentales. Ya existe una comunidad CTS ibérica en el sentido de grupo de innovadores y/o investigadores sin duda situados en diferentes enfoques pero con todas las características de una verdadera comunidad científica. Se alcanzó lo que se puede denominar "masa crítica" tanto en número de personas como de publicaciones, en sus tipos que van desde artículos en revistas de lo más diverso, números monográficos de revistas, libros monográficos, secciones en congresos de investigación de enseñanza de las ciencias o congresos monográficos, cursos y otras actividades de lo más diverso, y con un claro reconocimiento por parte de la innovación e investigación en didáctica de las ciencias.

Así, se han puesto en práctica propuestas curriculares de amplio espectro (APQUA), junto a proyectos para enseñanza

\* Universidad de Vigo.

de las ciencias en secundaria de orientación explícita CTS (SALTERS o *Ciencia a través de Europa*), junto a numerosas iniciativas que de forma más o menos confesa y extensa se pueden incluir en este movimiento educativo. En este proceso continuo de desarrollo no debemos olvidar el papel clave de algunas iniciativas, tales como números monográfico de revistas (ej. *Alambique*, *REEC*), alguna publicación específica (Membriela, 2001) o los tres seminarios ibéricos sobre *Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales* celebrados en Aveiro en el 2000, en Valladolid en 2002, y de nuevo en Aveiro en 2004, unido a la importante presencia de comunicaciones CTS en congresos como los denominados *Internacionales de Investigación de Enseñanza de las Ciencias* o en los *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Existe una amplia diversidad en el movimiento CTS ibérico, tanto en sus orientaciones como en sus prácticas o ámbitos de intervención, que debe ser considerada como enriquecedora más allá incluso de las repetidas tentaciones de establecer un criterio de demarcación que separe lo que es el movimiento CTS del resto. Son precisamente sus límites difusos los que permiten una intensa relación con otros campos y ocurre como en ecología, dónde son las interfases los ambientes más productivos.

Aun en la diversidad se podrían resaltar diversas características del movimiento CTS ibérico:

1. Domina una orientación innovadora, o dicho de otra manera, como colectivo ha colocado en lugar importante la innovación educativa. Incluso, en muchos casos ésa ha sido la prioridad frente a la investigación, lo que no es habitual en didáctica de las ciencias experimentales.
2. Ha habido una estrecha relación entre innovadores y/o investigadores portugueses y/o españoles, facilitada por las preexistentes en el ámbito de la enseñanza de las ciencias pero que ha ido mucho más allá para constituir una verdadera comunidad ibérica de innovación e investigación. En este proceso han jugado un papel clave los seminarios ibéricos CTS.
3. Se está consolidando un ámbito de relación que podríamos denominar iberoamericano, entre la comunidad de innovadores y/o investigadores de la Península Ibérica y América. Naturalmente, en este punto juega un papel clave las estrechas relaciones entre ambos lados del Atlántico materializadas a través de los idiomas comunes. En tal sentido, la extensa actividad realizada previamente a través de la OEI, por las revistas de enseñanzas de las ciencias o la apertura de los seminarios ibéricos CTS permiten hablar de la materialización de un verdadero ámbito de relación iberoamericano del movimiento CTS.

### **La implantación de CTS en los sistemas educativos, centrada en el español**

Puede parecer contradictorio, pero a pesar de la pujanza del movimiento CTS su influencia en el sistema educativo español ha sido hasta ahora reducida, tanto en la universidad como en la enseñanza secundaria y aún sigue siendo prácticamente desconocido en los niveles elementales. En este último es dónde sería más fácil su introducción por la tradicional naturaleza transdisciplinar de la formación de los maestros y del propio currículo escolar, articulado actualmente en un área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural.

En la enseñanza secundaria se podría decir que hay un cierto nivel de toma de conciencia entre el profesorado sobre el interés de los enfoques CTS, pero al mismo tiempo se debería señalar que todavía se está lejos de una extensa implantación en la escuela, fundamentalmente porque esto supondría sin duda un profundo cambio en nuestro sistema educativo y podríamos decir que en cualquier otro.

Interesa reconocer cuáles son los principales razones de la escasa implantación del movimiento CTS, reconociéndonos en las aportadas en otros contextos educativos como el currículo oficial sobrecargado, los test estandarizados, la falta de apoyo desde la administración educativa o de materiales en la lengua propia o los impactos culturales (Tsai, 2001). Centrándonos en nuestra experiencia en enseñanza secundaria, que es donde de entrada hay más interés por parte de los profesores en la introducción de los enfoques CTS, deberíamos mencionar también:

1. La formación inicial del profesorado, prácticamente inexistente en el sistema educativo español. Actualmente todavía es posible conseguir la acreditación necesaria para impartir clases por la vía de un cursillo denominado CAP con un total de 150 horas y de ellas 40 de didáctica de las ciencias. Incluso hay la posibilidad de hacerlo intensivo con sólo el 60% de las horas. Las sucesivas reformas educativas todavía no han abordado una verdadera formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. En consecuencia, los profesores noveles empiezan a dar clases sólo con la formación científica académica genérica que imparten las facultades de física, química, biología o geología. Esto hace que *de facto* no tengan oportunidad y/o tiempo de conocer con una mínima profundidad las diversas corrientes de enseñanza de las ciencias, entre las que se encuentra CTS.
2. La cultura profesional de los docentes de secundaria se construye como profesores de disciplina desde la organización del sistema educativo por las autoridades académicas y desde la práctica en las aulas y centros. Se crea una cultura profesional mayoritaria como respon-

sables de y sólo de una parcela de conocimiento. Dicho hecho, en realidad el sistema educativo español diferencia entre profesores de física y química por un lado y profesores de biología y geología por otro. Esta diferenciación sobrepasa su formación científica académica sólo en química, biología, física o geología. Por tanto, la cultura profesional tampoco favorece; incluso, más bien es contraria a los enfoques CTS.

3. El problema de la rigidez de la institución escolar, que se manifiesta en la fragmentación del currículo oficial con los correspondientes horarios separados para cada materia y la división del profesorado en áreas. Todo ello crea una mecánica en la que fácilmente quedan “atrapados” profesores y centros, y de ella surgen muchos problemas para quien pretenda una enseñanza más transdisciplinar o globalizada como corresponde con los enfoques CTS.
4. Está muy extendida la ideología de la “neutralidad” de la escuela; conforme ésta, no debe implicarse en ninguna cuestión socialmente problemática para no tomar partido o para mantenerse al margen de las luchas sociales partidarias. El problema es que por definición son las cuestiones sociales problemáticas las más interesantes para los estudiantes, porque participan de las mismas inquietudes que el resto de los ciudadanos. Ha sido señalado que CTS no juega un papel importante en la enseñanza de las ciencias por su tratamiento controlado de muchos temas y los problemas que esto supone para los profesores (McGinnis y Simmons, 1999). Todavía extraña más la participación de la escuela en situaciones socialmente problemáticas. Sin embargo, existen ejemplos importantes de intervención social de las escuelas. Así, recientemente en mi país sufrimos una catástrofe derivada de la contaminación producida por el petrolero Prestige. Pues bien, como respuesta ciudadana ante la catástrofe institucional y política que acompañó a la ecológica, se organizó la Plataforma *Nunca Más* y se generó un importante movimiento en los centros educativos de Galicia (denominado *Area Negra*) que culminó en una cadena humana de decenas de miles de alumnos por la costa mientras docenas de colegios que no pudiendo estar allí por falta de autobuses, apoyaron a sus compañeros uniendo sus manos en ciudades y villas de todo el país. La vía de la inclusión de cuestiones sociales problemáticas o incluso la más radical de intervención social son importantes en el movimiento CTS y también presentan notables problemas.
5. A los enfoques CTS se les pide “mejores resultados” o “eficacia”. Estas perspectivas pedagógicas olvidan las finalidades de la educación, para elegir entre diversas posibilidades de enseñanza (estrategias de enseñanza,

actividades de los estudiantes, recursos asociados,...) según sus “mejores resultados” o “eficacia”. Incluso puede decirse que habitualmente se asume de forma implícita que la clave en los resultados se reduce al aprendizaje conceptual de los estudiantes. Las preguntas que surgen son muy diversas e importantes: ¿eficacia para qué?, ¿mejores resultados para quién?, ¿eficacia o mejores resultados con quién?, ¿en qué condiciones de enseñanza y aprendizaje?

Frente a estos problemas las propuestas de mejora deben ir orientadas en primer lugar hacia los profesores. Así, en la formación inicial y en ejercicio habría que emprender acciones para ayudar a los profesores en su formación tales como (Spector, 1986):

- Conocer diversas modalidades de integración del enfoque CTS en el currículo escolar de ciencia.
- Analizar programas escolares ya existentes, para conocer las diversas posibilidades reales de introducir el enfoque CTS.
- Evaluar los materiales curriculares ya existentes tales como los libros de texto y otros materiales escritos, los programas informáticos o las guías de prácticas de laboratorio.
- Diseñar nuevas actividades y materiales, para lo que pueden ser utilizados los ya existentes.
- Conocer vías para identificar y acceder a la utilización de los recursos comunitarios en CTS.
- Desarrollar técnicas para la evaluación del progreso durante todo el proceso de puesta en práctica.

También es importante ayudar a los profesores a conocer sus propias creencias y valores acerca del enfoque CTS y la enseñanza de las ciencias, para más tarde intentar transformarlas adecuadamente (Aikenhead, 1984; Mitchener y Anderson, 1989; Rubba, 1989, 1991).

La integración real de CTS debe estar abierta el mayor número posible de vías para introducir la perspectiva CTS en unos currículos ya habitualmente saturados (Hickman, Patrick y Bybee, 1987):

1. La inclusión de módulos y/o unidades CTS en materias de orientación disciplinar.
2. La infusión del enfoque CTS en materias ya existentes, a través de repetidas inclusiones puntuales a lo largo del currículo.
3. La creación de una materia CTS.
4. La transformación completa de un tema tradicional ya existente, mediante la integración a todo lo largo del mismo de la perspectiva CTS.

### La práctica CTS de los profesores en aulas y centros

A veces se olvida que la realidad educativa va más allá de la política y gestión educativa realizada desde los cargos de un centro hasta las autoridades educativas del máximo nivel, y también de la normativa educativa desde las normas de un centro a las leyes de máximo rango. Esto explica problemas de muchas reformas educativas, incluidas las del sistema educativo español, realizadas desde arriba hacia abajo con escasa participación del profesorado.

Parece, por tanto, imprescindible que los cambios también deben ser desde abajo hacia arriba, lo que significa la implicación como agentes fundamentales de los profesores, en lo que se ha llamado modelos periferia-centro de innovación educativa.

En la innovación educativa son clave los procesos de desarrollo curricular en que los profesores organizan la enseñanza y el aprendizaje desde la información recogida sobre los estudiantes y de sí mismos, del ambiente y de los contenidos. Estos elementos, mediatizados por el componente teórico educativo, determinan el diseño de los materiales. Una vez diseñados éstos se ponen en práctica, y evalúan para promover mejoras en el aprendizaje de los estudiantes en relación con las finalidades.

Uno de los modelos más conocidos de enseñanza-aprendizaje CTS, la denominada espiral de responsabilidad de Waks (1992), diferencia cinco fases sucesivas: (a) autocomprensión: en ella el que aprende considera sus necesidades, valores, planes y responsabilidades; (b) estudio y reflexión: el estudiante toma conciencia y conocimiento de la ciencia y tecnología y sus impactos sociales, y esto supone conectar con las denominadas disciplinas base como las ciencias experimentales, las matemáticas, la tecnología y las ciencias sociales; (c) toma de decisiones: el estudiante aprende sobre los procesos de toma de decisiones y de negociación, para más tarde tomar realmente decisiones y defenderlas con razones y evidencias; (d) acción responsable: el estudiante planifica y lleva a cabo la acción, tanto de manera individual como colectiva, y (e) integración: el estudiante debe aventurarse más allá del tema específico hacia consideraciones CTS más amplias, incluyendo el tratamiento de valores personales y sociales.

La selección de los contenidos CTS plantea problemas similares a los que se presentan con otros tipos de contenidos, y según Hickman, Patrick y Bybee (1987), cinco serían los criterios fundamentales a considerar:

1. ¿Es directamente aplicable a la vida actual de los estudiantes?
2. ¿Es adecuado al nivel de desarrollo cognitivo y a la madurez social de los estudiantes?
3. ¿Es un tema importante en el mundo actual para los

estudiantes y probablemente permanecerá como tal para una proporción significativa de ellos en su vida adulta?

4. ¿Pueden los estudiantes aplicar su conocimiento en contextos distintos de los científicos escolares?
5. ¿Es un tema por el que los estudiantes muestran interés y entusiasmo?

En una selección de temas CTS realizada por un grupo de especialistas (Bybee, 1987; Bybee y Mau, 1986), los primeros doce fueron: 1. El hambre en el mundo y los recursos alimentarios; 2. El crecimiento de la población; 3. Calidad del aire y de la atmósfera; 4. Recursos de agua; 5. Tecnología de guerra; 6. Salud humana y enfermedad; 7. Escasez de energía; 8. Uso del suelo; 9. Sustancias peligrosas; 10. Reacciones nucleares; 11. Extinción de plantas y animales; 12. Recursos minerales. En otro trabajo, Fensham (1987) recogió las respuestas de especialistas en educación científica de 33 estados en relación con la introducción de CTS en el currículo científico en primaria, secundaria y universidad, en relación con 23 temas que consideró importantes, y aunque según el propio autor la muestra no es representativa, todos los encuestados menos uno consideraban que parecen haber penetrado en todos los niveles por orden relativo: uso de la energía, conservación de los recursos naturales, nutrición, salud de la población, contaminación, y tecnología y medios de comunicación. Se puede decir que estos temas todavía mantienen una gran relevancia social y personal.

Los modelos de organización de los contenidos CTS son básicamente dos (Holman, 1987), y según cuál sea el contenido en torno al que se organiza el currículo, se habla del modelo centrado en la ciencia (*Nuffield Co-ordinated Sciences* o SATIS) o del modelo centrado en su aplicación o en las cuestiones sociales (*The Salters' Science* o CEPUP). Según cuáles sean los problemas sociales asociados a la enseñanza CTS se han definido dos perspectivas (Rosenthal, 1989):

- Tratar cuestiones sociales externas a la comunidad científica, tales como el calentamiento global, la guerra química o los pesticidas en los alimentos.
- Tratar cuestiones sociales internas a la comunidad científica, los denominados estudios sociales de la ciencia, donde la propia ciencia es el objeto de estudio al ocuparse de sus implicaciones filosóficas, sociológicas, históricas, políticas, económicas y culturales.

Aunque no hay ninguna estrategia de enseñanza exclusiva del enfoque CTS, sí se puede señalar que la enseñanza CTS exige un repertorio más variado que el utilizado en otros tipos de enseñanza (Aikenhead, 1988; Solomon, 1989). Entre las metodologías más utilizadas podemos mencionar:

1. El trabajo en pequeños grupos.
2. El aprendizaje cooperativo.
3. Las discusiones centradas en los estudiantes.
4. La resolución de problemas.
5. Las simulaciones y los juegos de roles.
6. La toma de decisiones.
7. El debate y las controversias.

Ha sido señalado como uno de los problemas fundamentales de la integración del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias la escasez de materiales curriculares adecuados (Aikenhead, 1992; Bybee, 1991), debido a que son pocos profesores que tienen el tiempo, la energía y los recursos necesarios para diseñar sus propios materiales. Incluso se han apuntado criterios para considerar un material como CTS (Waks, 1990), tales como que:

1. Potencie la responsabilidad, desarrollando en los estudiantes la comprensión de su papel como miembros de una sociedad, que a su vez debe integrarse en el conjunto más amplio que constituye la naturaleza.
2. Contemple las influencias mutuas entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.
3. Promueva los puntos de vista equilibrados, para que los estudiantes puedan elegir conociendo las diversas opiniones, sin que el profesor deba ocultar necesariamente la suya.
4. Ejercite a los estudiantes en la toma de decisiones y en la solución de problemas.
5. Promocione la acción responsable, alentando a los estudiantes a comprometerse en la acción social, tras haber considerado sus propios valores y los efectos que pueden tener de las distintas posibilidades de acción.
6. Busque la integración, haciendo progresar a los estudiantes hacia visiones más amplias de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan cuestiones éticas y de valores.
7. Promueva la confianza en la ciencia, en el sentido de que los estudiantes sea capaz de usarla y entenderla en un marco CTS.

En todo el proceso de desarrollo curricular, desde los modelos de enseñanza-aprendizaje, en la selección de contenidos, en las estrategias de enseñanza, en los materiales curriculares o en cualquier otro elemento educativo debemos entender la variedad como un valor añadido, como algo positivo y enriquecedor. La definición de ortodoxias o el establecimiento de criterios de demarcación para dilucidar lo que es o no es CTS puede llevarnos a un empobrecimiento, puesto que su principal característica y virtud es la ser frontera o interfase entre diversos campos.

### **Nuestra experiencia en la puesta en práctica de iniciativas CTS en la enseñanza de las ciencias**

Se centra en el diseño, puesta en práctica y evaluación de dos proyectos curriculares de ciencias innovadores (*La Naturaleza en la Ciudad* y *La Salud es Cosa de Todos*), elaborados por un grupo de investigación-acción colaboradora. Los proyectos, implantados en un centro de secundaria de la ciudad de Ourense, se caracterizan por la inclusión, en cada una de las unidades que los componen, de temas científicos con relevancia personal y social (Membiola, 1999).

Desde nuestra experiencia, parece adecuado mantener frente al enfoque CTS una postura crítica sobre sus resultados, frente a aquellos que sólo ven ventajas, intentando reconocer tanto los aspectos positivos como los negativos de la práctica educativa con orientación CTS. En nuestra experiencia han aparecido dificultades en la puesta en práctica CTS, muchas ya señaladas previamente (Cheek, 1992), tales como:

- La formación disciplinar del profesorado, que ha chocado con el enfoque interdisciplinar de la perspectiva CTS, manifestando como profesores de ciencias que debemos saber de ciencias y no de sociales.
- La falta de resultados claramente positivos sobre la puesta en práctica de la enseñanza CTS, manifestada en la necesidad por parte de los profesores de obtener resultados de manera inmediata en el aprendizaje conceptual de los estudiantes.
- La influencia negativa de la ausencia del enfoque CTS en los exámenes externos, lo que ha sido un problema enorme por la responsabilidad que los profesores manifiestan en el éxito académico posterior de sus estudiantes.
- Un cierto temor como profesores de ciencias a perder nuestra identidad, manifestada en que si nos preocupamos de cuestiones que están fuera de la ciencia quién se va a preocupar de enseñar ciencia.
- Una cierta preocupación por tener que reducir el número de conceptos científicos enseñados a los estudiantes y/o dedicarles menos tiempo, y que de esta forma puedan verse comprometidos sus resultados académicos posteriores.

La práctica educativa CTS también puede representar toda una serie de ventajas, en primer lugar para los estudiantes (Aikenhead, 1990) y por extensión en los profesores, entre las que se pueden señalar:

- Una mejor comprensión de los retos sociales de la ciencia y de las interacciones entre la ciencia y la tecnología, y entre ciencia y sociedad.

- Una mejora en sus actitudes hacia la ciencia, hacia los cursos de ciencia, hacia el aprendizaje del contenido CTS y los métodos de enseñanza que utilizan la interacción entre los estudiantes.
- Un grado de satisfacción e interés claramente más elevado, tanto por parte de estudiantes como por los profesores.

### Y sin embargo... queremos y debemos ver un futuro de esperanza para el movimiento CTS

Introducir CTS en la enseñanza de las ciencias de forma adecuada y extensa supone transformar las prácticas educativas mayoritarias para situarlas en una perspectiva innovadora, apartándonos de la enseñanza por transmisión, exclusivamente informativa y frecuentemente disciplinar, para desarrollar en los estudiantes una orientación socialmente crítica sobre temas sociales problemáticos. Probablemente muchos de los problemas, y ventajas, en la integración de CTS en las aulas y los centros sean debidos a su condición de innovación educativa, y como tal deba seguir siendo considerada en la escuela.

Debemos preguntarnos sobre la renovación pedagógica que CTS puede aportar a la enseñanza de las ciencias, y cómo puede ser integrada con otras corrientes curriculares. Tanto la diversidad del movimiento CTS como sus fronteras difuminadas deben ser consideradas como cualidades positivas.

Hacia el futuro no debemos olvidar que lo más importante es la realidad educativa de los centros y las aulas, y que son los profesores y los estudiantes quienes tienen la clave en la integración real de CTS en la escuela. ■

### Referencias bibliográficas

- Aikenhead, G.S. (1984). Teacher decision making: The case of Prairie High, *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 167-186.
- Aikenhead, G.S. (1988). An analysis of Four Ways of Assessing Student Beliefs about STS Topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.
- Aikenhead, G.S. (1989). A note from the editor. *STS Research Network Missive*, 3(2), 1-2.
- Aikenhead, G.S. (1990). *Consequences to learning science through STS: A research perspective*. Comunicación presentada al curso del British Council sobre Science, Technology and Society Education. British Council: Londres.
- Aikenhead, G.S. (1992). The Integration of STS into Science Education, *Theory into Practice*, 31(1), 27-35.
- Bybee, R.W. (1987). Teaching about science-technology-society (STS): Views of science educators in the United States, *Science School and Mathematics*, 87(4), 274-285.
- Bybee, R.W. (1991). Science-Technology-Society in Science Curriculum: The Police-Practice Gap, *Theory into Practice*, 30(4), 294-302.
- Bybee, R.W. y Mau, T. (1986). Science and Technology Related Global Problems. International Survey of Science Educators, *Journal of Research Science Teaching*, 23(7), 599-618.
- Cheek, D.W. (1992). *Thinking Constructively About Science, Technology and Society Education*. State University of New York Press: Nueva York.
- Eijkelhof, H.M.C. (1990). *The role of research to improve STS education*. Comunicación presentada al curso del British Council sobre Science, Technology and Society Education. Londres. British Council.
- Fensham, P.J. (1987). Changing to a science, society and technology approach en Lewis, J.L. y Kelly, P.J. (Ed.) *Science and Technology Education and Future Human Needs*. Pergamon Press: Nueva York.
- Hickman, F.M.; Patrick, J.J. y Bybee, R.W. (1987). *Science / Technology / Society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies*. Social Science Education Consortium: Colorado, USA.
- Holman, J.S. (1987). Resources or courses? Contrasting approaches to the introduction of industry and technology to the secondary curriculum. *School Science Review*, 68, 432-438.
- McGinnis, J.R. y Simmons, P. (1999). Teachers' perspective of teaching Science-Technology-Society in local cultures: A sociocultural analysis, *Science Education*, 83, 179-211.
- Membiola, P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales, *Alambique*, 3, 7-12.
- Membiola, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-58.
- Membiola, P. (1999). Towards the reform of science teaching in Spain: The social and personal relevance of junior secondary school science projects for a broader understanding of science, *International Journal of Science Education*, 21(7), 721-730.
- Membiola, P. (ed.). 2001. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Narcea: Madrid.
- Mitchener, P. y Anderson, R.D. (1989). Developing and Implement an STS Curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 351-369.
- Rosenthal, D.B. (1989). Two approaches to STS education, *Science Education*, 73(5), 581-589.
- Rubba, P.A. (1989). An investigation of the semantic meaning assigned to concepts affiliated with STS education and of STS instructional practices among a sample of exemplary science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(8), 687-702.
- Rubba, P.A. (1991). Integrating STS into School Science and Teacher Education: Beyond Awareness, *Theory into Practice*, 30(4), 303-315.
- Solomon, J. (1988). The Dilemma of Science, Technology and Society Education, en: Fensham, P. (Ed.) *Development and Dilemmas in Science Education*, London. The Falmer Press, pp. 266-281.
- Solomon, J. (1989). The social construction of school science, en: Millar, R. (Ed.) *Doing science: Images of Science in Science Education*, The Falmer Press: Nueva York, pp. 126-136.
- Spector, B.S. (1986). Inservice Teacher Preparation in S/T/S: Perspective and Program, en: James, R.K. (Ed.) *Science, Technology and Society: Resources for Science Educators. AETS Yearbook 1985*. AETS y SMEAC: Columbus, USA, pp. 65-91.
- Tsai, C. (2001). A science teachers reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation, *Science Education*, 86: 23-41.
- Waks, L. (1990). Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales, en: Medina, M. y Sanmartín, J. (Eds.) *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Anthropos: Barcelona, pp. 42-75.
- Waks, L. (1992). The Responsibility Spiral: A Curriculum Framework for STS Education, *Theory into Practice*, 31(1), 13-19.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge. Cambridge University Press.