EduSol
E-ISSN: 1789-8091
edusol@cug.co.cu
Centro Universitario de Guantánamo
Cuba

Rodríguez-Pérez, José Ramón; Hernández-Heredia, Raúl
La relación ciencia – tecnología – sociedad en la enseñanza de las Ciencias Naturales
EduSol, vol. 13, núm. 42, enero-marzo, 2013, pp. 25-36
Centro Universitario de Guantánamo
Guantánamo, Cuba

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475748681003

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EduSol, ISSN: 1729-8091, Vol. 13, No. 42, ene.- mar., 2013, pp. 24-36. Universidad de Guantánamo, Cuba

La relación ciencia – tecnología – sociedad en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Dr.C José Ramón Rodríguez-Pérez, Profesor Titular

e-mail: joseramon@ucp.gu.rimed.cu

Dr.C Raúl Hernández-Heredia, Profesor Titular

e-mail: raul@ucp.gu.rimed.cu

Institución: Universidad de Ciencias Pedagógicas “Raúl Gómez García”

Provincia: Guantánamo, País: Cuba

Fecha de recepción: mayo de 2012

Fecha de aceptación: octubre de 2012

RESUMEN

En los momentos actuales uno de los obstáculos con los que se encuentra el profesorado a la hora de introducir una innovación en la Educación es, sin duda, la falta de materiales adecuados para planificarla y poder llevarla a cabo. En este artículo los autores justifican brevemente la importancia actual de la educación en la ciencia-tecnología-sociedad, y discuten algunos enfoques para introducir los contenidos que esta supone, y tipos de proyectos educativos que sintetizan posibles clasificaciones en función de su estructura y los tipos de contenidos que tratan.

Palabras clave: Ciencia; Tecnología-Sociedad; Enseñanza; Ciencias Naturales

The relationship Science-Technology-Society in teaching Natural Sciences

ABSTRACT

At the present time one of the obstacles that teachers found when introducing an innovation in education is, undoubtedly, the lack of suitable materials in order to plan and carry it out. In this article, the authors briefly justify the current importance of education in the Science-Technology-Society, and discuss some approaches to introduce the contents implied; as well as types of educational projects that synthesize possible classifications according to their structure and the types of content dealt with.

Keywords: Science; Technology-Society; Education; Natural Science

---

INTRODUCCIÓN

La Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las Ciencias Naturales desarrolla relaciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, constituyendo un campo interdisciplinar de las Ciencias Naturales, centrado en los aspectos sociales de la Ciencia y la Tecnología referida a sus consecuencias sociales, políticas, económicas, éticas y ambientales.

En el primer operativo de la calidad de la educación para los ISP (actualmente UCP) en la carrera Ciencias Naturales realizado en mayo de 2006, en las preguntas de la prueba de conocimientos y habilidades, tanto en las formas A y B, se incluyó una pregunta del tercer nivel de desempeño en que los alumnos debían mencionar dos de los problemas medioambientales que ha traído para Irak la agresión estadounidense utilizando todo tipo de armamentos militares. La prueba de conocimientos y habilidades se aplicó a una muestra de cinco estudiantes del grupo de Ciencias Naturales del primer año intensivo, dos de los alumnos no pudieron responder satisfactoriamente la pregunta.

En una encuesta aplicada a diez de los 19 estudiantes matriculados en el curso 2006-2007 del grupo 2 del primer año intensivo antes de recibir el contenido de relación CTS del tema 1 de la asignatura Introducción a las Ciencias Naturales respondieron no conocer la relación CTS, no han escuchado la emergencia planetaria y por qué estamos en la década de la educación para un desarrollo sostenible, no obstante, reconocen que la asignatura de Química en el preuniversitario es la referencia que tienen de algunos de los problemas medioambientales que caracterizan la emergencia planetaria.

Colaborar con formar ciudadanos capaces de opinar libremente, con conocimiento de causa (fundamentos) y responsabilidad social (formación axiológica), sobre muchos problemas de nuestros tiempos, lejos de posiciones extremas en las que se sacralizan la ciencia y la tecnología o se las denigra como responsables de todos los males que nos aquejan.

Como es sabido, uno de los problemas más importantes con los que se encuentra el profesorado ante cualquier innovación educativa es la falta de materiales curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de nuevos contenidos. En relación con esto, hace tres lustros, Hofstein, Aikenhead y Riquarts (1988) informaron de las principales conclusiones a las que llegó el grupo de trabajo CTS del 4º Simposio Internacional sobre Tendencias Mundiales de la Educación en Ciencia y Tecnología, organizado por la IOSTE (International Organization for

Science and Technology Education), que se realizó en agosto de 1987 en el IPN de Kiel (Alemania).

Pasado el tiempo, es preciso revisar la naturaleza de los diversos enfoques de los proyectos y materiales curriculares CTS que se han hecho, prestando especial atención a sus estructuras y contenidos. Para completar la información también es importante dar ejemplos de carácter internacional, comentando con brevedad algunos de los que han sido adoptados en el sistema educativo español. Por último, se apuntan las principales direcciones hacia las que están evolucionando o evolucionarán estos proyectos.

DESARROLLO

Como antecedentes de la Educación CTS se puede señalar que en el verano de 1945 son arrojadas sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki sendas bombas atómicas de uranio. Estos terribles sucesos ponen fin a la Segunda Guerra Mundial, poco después, el mundo se horrorizó al conocer los efectos destructivos desproporcionados sobre la población civil. Un mes antes la bomba atómica de uranio había sido probada con éxito en el desierto del estado norteamericano de Nuevo México. Se trata de un caso que ilustra perfectamente las complejas y dramáticas relaciones entre Ciencia-Tecnología y poder militar.

Poco tiempo después, la URSS puso en órbita terrestre su primer satélite Sputnik. Las repercusiones sociales de este acontecimiento fueron enormes, la era atómica dio paso a la era espacial. El efecto invernadero que acelera el calentamiento global del planeta, disminución del tamaño de la capa de ozono, lluvias ácidas, agujero en la capa de ozono, utilización de bombas de NAPAL en las guerras de Viet Nam y Corea, submarinos que utilizan energía nuclear para su propulsión, hundidos con toda su tripulación en el fondo del océano (Kurst, 2000) o amarrados a puerto por fallos del reactor (Tireless, 2000), accidentes industriales como los de Bhopal (India, 1984) y Chernobil (Ucrania, 1986), entre otros.

De la confianza ilimitada en la Ciencia y la Tecnología como las principales causas del progreso social, se pasó a un sentimiento de temor en los ciudadanos ante la Ciencia y la Tecnología que generó a la vez una fuerte crítica contra las mismas, reforzándose posiciones anticientíficas y antitecnológicas (fundamentalmente en la década de los 60 y 70). En pleno siglo XXI coexisten ambas posiciones, no obstante, ha surgido un consenso creciente en el que se admite que la Ciencia y la Tecnología proporcionan numerosos y positivos beneficios y también traen consigo impactos negativos. Tanto unos como otros reflejan los valores,

perspectivas y puntos de vistas de quienes están en condiciones de tomar decisiones relacionadas con los conocimientos científicos y tecnológicos.

El vertiginoso desarrollo de la Ciencia y la Tecnología está logrando resultados con un potencial extraordinario para transformar la naturaleza y satisfacer muchas necesidades humanas, sin embargo, también está produciendo un creciente deterioro medioambiental, originando nuevos riesgos y planteando trascendentales interrogantes éticos y legales. Uno de los desafíos actuales más importantes es conciliar la ciencia y la tecnología orientada hacia la innovación productiva con la preservación de la naturaleza y la satisfacción de necesidades sociales.

En este ambiente social emerge la educación Ciencia-Tecnología –Sociedad como una innovación del currículo escolar de carácter general que proporciona las propuestas de alfabetización en Ciencia y Tecnología para todas las personas, una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad (y viceversa). Desde este punto de vista CTS es una opción educativa transversal que da prioridad a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas). Desde la perspectiva de la dimensión cognitiva de lo actitudinal, la educación CTS pretende también una mejor comprensión de la Ciencia y Tecnología y los procesos sociales.

En las posiciones curriculares del contenido CTS, la autora Aranzazu, M. (2008) y otros en el modelo curricular de Ciencias Naturales para la ESO adoptado por la Reforma del Sistema Educativo en España, se caracteriza por ser un currículo amplio, equilibrado y relevante. Desde esta caracterización la enseñanza de las Ciencias Naturales puede concebirse desde tres puntos de vista fundamentales, uno de ellos como actividad que muestra las interacciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad, haciendo ver que la ciencia no está confinada en el laboratorio de la escuela, sino que se manifiesta en todo en todos los aspectos del mundo.

La cuestión de cuáles son las grandes dimensiones de los contenidos que deben abordarse en los enfoques CTS es también algo que permanece abierto al debate y que necesita de una mayor clarificación (Acevedo, 1997a). Evidentemente todos los proyectos CTS deben ocuparse de asuntos sociales de la ciencia y la tecnología, si bien los contenidos concretos son variados, ya que entre los mismos suelen tener cabida aspectos propios de los que se han denominado temas transversales, tales como educación para la salud, para el consumo, para la paz, medioambiental, la perspectiva social del género en la ciencia y la tecnología, etc.

Así mismo, cada vez hay un acuerdo mayor en prestar más atención a la naturaleza de la ciencia y la tecnología (Acevedo, 2000 y Acevedo, 2002; Manassero y Vázquez, 2000), aunque no todos los proyectos CTS tratan explícitamente esta temática. Por último, bastante de ellos han incorporado el estudio de los procesos y los productos tecnológicos en la enseñanza de las ciencias; sin embargo, esto ha contribuido muchas veces a dar una imagen deformada de la tecnología (Layton, 1988), presentándola subordinada a la ciencia, como si fuera una mera aplicación de ésta, y negándole su propio status epistemológico y cultural (Acevedo, 1995, 1996c, 1997b, 1998a, b).

En los currículos de ciencias, se ha propuesto a veces limitar los contenidos a las relaciones Ciencia-Sociedad (CS) sin incluir la tecnología. En este sentido, Serrano (1994) ha señalado que esto es lo que realmente ocurre con muchos proyectos que, si bien se engloban de modo genérico como CTS, se están refiriendo tan sólo al estudio de una ciencia socialmente más contextualizada.

Aunque la autora argumenta su posición razonadamente y ésta puede parecer prudente, también habría que tener en cuenta, por un lado, las fuertes relaciones entre la ciencia y la tecnología (tecnociencia) contemporáneas, con una frontera entre ambas que cada vez es más difusa, y, por otro lado, que las repercusiones sociales de la tecnología son superiores a las de la propia ciencia, por lo que mucho de lo que las personas consideran como presencia de la ciencia en la sociedad tiene que ver más con la tecnología que con la ciencia misma (Storer, 1966, citado por Layton, 1988).

Gran parte de los éxitos, y también de los fracasos, de los estudiantes suelen estar relacionados con el "clima" que genera el profesor en el aula. Los profesores que deseen dar una orientación CTS a su enseñanza no sólo tienen que comunicar a sus alumnos los objetivos que se pretenden alcanzar, sino que ellos mismos han de esforzarse personalmente por lograrlos predicando con el ejemplo (Acevedo, 1996b). También deberán promover la comunicación en el aula, una mayor actividad de los alumnos y cierta autonomía para éstos. Penick (1993) lo ha destacado con rotundidad al señalar que, si se quiere potenciar la libertad intelectual, estimular el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación entre los alumnos, tomando como referente lo que se considera necesario y deseable en las finalidades educativas, es imprescindible un tipo de profesor que tenga claro cuál debe ser el "clima" del aula más adecuado para una enseñanza con orientación CTS, una sólida formación para

definirlo y propiciarlo y la capacidad necesaria para crearlo, lo que implica también una mayor cooperación entre el profesorado y el alumnado, reforzando así su autoestima.

Partiendo de diversos estudios de investigación sobre profesores que trabajan en el marco de una enseñanza CTS, Penick (1993) ha identificado y generalizado un conjunto de funciones las cuales permiten caracterizar el papel del profesor en este tipo de enseñanza.

Algunas funciones características de los profesores que ponen en práctica las ideas educativas CTS (Acevedo 1996a, adaptado de Penick 1993) indican que se dedican tiempo suficiente a planificar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la programación de aula, así como a la evaluación de la enseñanza practicada para mejorarla. Son flexibles con el currículo y la propia programación.

Proporcionan un "clima" afectivamente acogedor e intelectualmente estimulante, destinado a promover la interacción y la comunicación comprensiva en el aula.

Tienen altas expectativas sobre sí mismos (autoestima) y de sus alumnos, siendo capaces de animar, apoyar y potenciar las iniciativas de éstos.

Indagan activamente, mostrándose deseosos de aprender nuevas ideas, habilidades y acciones, incluyendo tanto las que provienen de la psicopedagogía como de la actualidad científica-tecnológica y del ámbito social. También son capaces de aprender junto a sus compañeros y con sus alumnos.

Provocan que surjan preguntas y temas de interés en el aula. Piden siempre argumentos que sostengan las ideas que se proponen. Potencian la aplicación de los conocimientos al mundo real. Dan tiempo para discutir y evaluar estas aplicaciones.

Hacen que los alumnos vean la utilidad de la ciencia y la tecnología, y les dan confianza en su propia habilidad para utilizarla y tener éxito con ella. No ocultan, sin embargo, las limitaciones de la ciencia y la tecnología para resolver lo complejos problemas sociales.

No contemplan las paredes del aula como una frontera (aula abierta), porque creen que el aprendizaje debe transcenderla. Llevan a clase personas y recursos diversos. Educan para la vida y para vivir.

Puede advertirse que la mayoría de estas funciones y características no son exclusivas de esta orientación de la enseñanza de las ciencias (Membiela, 1995, 1997), pero el movimiento CTS las ha recogido como imprescindibles para lograr una enseñanza de calidad destinada a proporcionar el éxito de los estudiantes en sus aprendizajes; además, la variedad de las

estrategias que se emplean en las clases CTS es mayor que en otros casos (Hofstein et al., 1988). Prestar la atención necesaria a una buena gestión ambiental del "clima" del aula, tanto en lo afectivo como en lo metodológico, y a la extensión de los aprendizajes más allá de ella conduce, sin duda, a una enseñanza de mayor calidad y mejores actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia y la tecnología (Acevedo, 1996a).

Muchos profesores en ejercicio reconocen el potencial motivador de las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias, pero algunos estudios (Bell et al., 2000; Solbes y Vilches, 1995; Vilches, 1993) han mostrado que la mayoría no las consideran tan importantes como para merecer abordarlas en el aula. Por tanto, realmente no tienen demasiado interés por introducir las orientaciones educativas CTS en su práctica docente cotidiana. También parece bastante razonable hacer inicialmente una conjetura similar en el caso del profesorado de tecnología, si bien esto está por comprobar en la investigación educativa.

Aunque los profesores suelen justificar su decisión por determinados problemas estructurales, sin duda ciertos, tales como la extensión de los contenidos de las prescripciones curriculares oficiales, la falta de tiempo, etc., en su actitud también subyacen otros profundos problemas relacionados con sus concepciones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias (p.ej., su carácter propedéutico más que educativo en sí mismo), sus creencias acerca de la naturaleza de la ciencia, etc. (Acevedo, 1996b). Así pues, algunas de las dificultades para poner en práctica la educación CTS en la enseñanza de las ciencias se refieren directamente a problemas relacionados con el profesorado, tales como:

Su formación básicamente disciplinar para abordar algo que es esencialmente multidisciplinar (Acevedo, 1996b; Cheek, 1992; Membiela, 1995; González-García y Prieto, 1997).

Un cierto temor a perder su identidad profesional (Cheek, 1992; Membiela, 1995), lo que en parte está relacionado con la percepción que tienen de las finalidades de la enseñanza de las ciencias (Acevedo, 1996b).

Sus creencias sobre la naturaleza de la ciencia, tanto en los aspectos epistemológicos como en los sociológicos (Acevedo, 1994, 2000a; Acevedo y Acevedo, 2002; Cheek, 1992; Manassero, 2000; Membiela, 1995).

El carácter más abierto, dialéctico y provisional de los materiales curriculares CTS y la propia evaluación de las cuestiones CTS, lo que da lugar a cierta inseguridad para parte del profesorado (Acevedo, 1996b, 2000b).

Obviamente, los contenidos del currículo CTS deben estar adaptados al nivel evolutivo y los intereses del alumnado que los recibe e incluir tanto contenidos de Ciencia y Tecnología como propios de CTS. Lucas (1994) diferencia entre el concepto clásico de saber ciencia (conocimiento de hechos y conceptos científicos) y saber sobre ciencia (comprender la ciencia como fenómeno social). Los estudios CTS revalorizan este segundo concepto, que se ha desarrollado más recientemente.

Comprender la ciencia requiere que el conocimiento se haga operativo en contextos sociales, a través de conductas, opiniones o posiciones coherentes, para lo cual no basta con disponer del conocimiento conceptual apropiado. El paso de comprender la ciencia a expresar una opinión sobre un tema, tanto en la escuela como en el dominio público, no es inmediato, ni tampoco automático; se requiere, precisamente, una educación de actitudes y valores que den coherencia a la conducta personal en el entorno social y tiendan un puente entre los conceptos abstractos de la ciencia y su operatividad en la vida diaria, para lo cual la dimensión tecnológica resulta esencial.

En la discusión sobre la ciencia, la tecnología y sus implicaciones sociales, transcendentales para su comprensión pública, se ponen en juego una gran carga de valores; por tanto, la comprensión de la ciencia requiere una discusión abierta y la clarificación de los valores morales y éticos implicados. La educación de las actitudes CTS permite abordar el gran desafío de la comprensión de la ciencia que no afronta la educación tradicional, como es el conjunto de valores inherente a las prácticas científicas, cuyo conocimiento es clave para la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas.

El reconocimiento de que la ciencia y la tecnología están cargadas de valores y la necesidad de clarificarlos en su enseñanza es, pues, otra de las innovaciones del movimiento CTS, enraizado en la visión de la ciencia y la tecnología como actividades humanas que inciden y afectan a todos los aspectos de la vida. Aprender y enseñar ciencia requiere no sólo ocuparse de contenidos factuales y conceptuales de la ciencia, sino también discutir sobre Ciencia y Tecnología; esto es, incluir también los aspectos axiológicos y actitudinales en las lecciones de Ciencia y Tecnología. Esta discusión debe ser un debate ilustrado; es decir, requiere conocimientos del lenguaje y los métodos de la ciencia y, en general, tener la capacidad de razonamiento para exponer una opinión con fundamentos, rasgos que constituyen dimensiones básicas de la alfabetización científica y tecnológica deseable (Miller, 1983).

Debatir sobre los diferentes aspectos CTS en el aula requiere una conciencia especial del profesorado; por un lado, respecto a sus propias creencias y, por otro, respecto a las del alumnado sobre el tema. Los prejuicios del profesorado de ciencias sobre la inclusión y discusión de los aspectos axiológicos y actitudinales como parte de las lecciones de ciencias pueden ser un serio escollo debido a la percepción de esta educación como una forma de imposición o adoctrinamiento y, aún superando esta objeción, la falta de preparación específica para realizarla y la dificultad de su evaluación, suscitándose la cuestión básica de si la educación de las actitudes es evaluable y, en caso afirmativo, la falta de instrumentos adecuados para hacerlo.

En esta época postmoderna de relativismos y ausencia de normas, el primer inconveniente es un gran obstáculo; pero, por ejemplo, existe un creciente consenso en torno a la preservación del medio ambiente como fundamento de actitudes éticas universales que combina en la educación científica dos elementos curriculares básicos: conocimientos de Ciencia y Tecnología y actitudes éticas. El riesgo de numerosas amenazas sobre el planeta que afectan a su equilibrio ecológico y a todo el género humano, debido a una incorrecta gestión del entorno medioambiental basada más en su dominación sin límite que en un desarrollo sostenible, y que pueden originar catástrofes cada vez más globales, ha ido construyendo una conciencia moral universal hacia toda la biosfera con el objetivo de mejorar la preservación del medio ambiente, lo que prueba la necesidad y la posibilidad de una educación ética de carácter universal y ligada a contenidos científicos y tecnológicos.

El movimiento CTS apoya la educación de las actitudes éticas en relación con la ciencia y la tecnología como una parte esencial de la comprensión de la ciencia y la tecnología y de la preparación de la ciudadanía para la toma de decisiones. Algunos autores abogan por unirse a otras áreas curriculares para construir esta educación de las actitudes éticas (Lucas, 1994), propuesta que está en sintonía con la esencia transversal de la educación moral y ética y la educación medioambiental en el currículo.

CONCLUSIONES

Un aspecto importante para la planificación de las asignaturas de Ciencias Naturales es el desarrollo en las clases de la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad, los autores han reflejado los criterios de los principales especialistas en esta área de investigación en Didáctica de las

Ciencias, que permita generalizar entre los docentes de Ciencias las ideas más relevantes que existen internacionalmente para ser sistematizadas en las clases y poder construir la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, P. y J.A Acevedo. Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. [en línea]. Disponible en: www.campus-oei.org/salactsi/acevedo19.htm. Consultado 3 de abril 2011.
2. Acevedo, J.A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique* (España), No.3: 75-84. [en línea]. 1995. en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>. Consultado 12 de abril 2011.
3. _____. La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias* (España), No.14 (1): 35-44, 1996b.
4. _____. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada* (España), No.10: 269-275, 1997a.
5. _____. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial. 2000. *Bordón*, No.52 (1): 5-16. [en línea]. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo18.htm>. Consultado 12 de septiembre 2012.
6. Aikenhead, G.S. What is STS science teaching? En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), STS education: International perspectives on reform, p. 47-59. New York: Teachers College Press, 1994, [en línea]. Disponible en: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>. Consultado 22 de octubre 2012.
7. _____. STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.): Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham. New York: Routledge Press. 2002, [en línea], disponible en: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>. Consultado 28 de octubre 2012.

8. Aranzazu, M. Interdisciplinariedad en el área de las Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias* (España), No. 14(1): 25-34, 2008.
9. Bell, R.L., N.G. Lederman, y F. Abd-El-Khalick. Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. Journal of Research in Science Teaching, 37(6): 563-581, 2000.
10. Cheek, D.W., E. Thinking constructively about science, technology, and society education, Curriculum issues and inquiries series. Albany, NY: State University of New York Press, 1992.
11. González-García, F. y T. Prieto. Influencia de la formación inicial de los futuros profesores de secundaria en la selección de temas Ciencia-Tecnología-Sociedad. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.): Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, p. 340-348. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.1997.
12. Hofstein, A., G. Aikenhead y K. Riquarts. Discussions over STS at the Fourth IOSTE Symposium. *International Journal of Science Education* (New York), No.10 (4): 357-366, 1998.
13. Lucas, A. STS beyond school: Public perceptions and sources of knowledge. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), Teachers College Press: *STS education: International perspectives on reform* (Nueva York), 111-119, 1994.
14. Manassero, M.A. y A. Vázquez. Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*(España), No. 37:187-208, 2000.
15. Membiela, P. Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique* (España), No.3: 7-11, 1995.
16. _____. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*(España), No. 15(1): 51-57, 1997.
17. Miller, J.D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. Daedalus, 96(1), 29-48, 1983.
18. Penick, J.E. Instrucción en el aula desde un enfoque CTS: nuevas metas requieren nuevos métodos. En C. Palacios, D. Ansoleaga y A. Ajo, Comps: Diez años de

investigación e innovación en enseñanza de las ciencias, p. 439-458. Madrid: CIDE/MEC, 1993.