

Orientación CTS, un imperativo en la enseñanza general

PABLO VALDÉS CASTRO
Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de Cuba

XIOMARA ROMERO ROJAS
Departamento de Estudios Socioculturales, Universidad de las Artes de Cuba

1. Introducción

En los últimos cien años, la ciencia y la tecnología han influido más en los seres humanos y en nuestro planeta que en todo su desarrollo anterior, y esta influencia continuará creciendo. Han contribuido a eliminar o tratar diversas enfermedades, elevar la esperanza de vida en algunos países, desarrollar el transporte y los medios de información y comunicación, aprovechar mejor los recursos alimenticios y energéticos, extender la educación a mayor número de personas y, en general, a mejorar la calidad de vida de muchas personas. Pero al propio tiempo, es imposible desconocer los riesgos que para las personas, la sociedad y la biosfera entraña el uso de determinados resultados del desarrollo científico-tecnológico y las funciones de opresión y dominación asociadas en ciertos casos a dicho desarrollo.

La conciencia de esta situación tiene especial trascendencia para los países de América Latina, y en general del Sur. La brecha entre desarrollados y subdesarrollados tiende a ampliarse cada vez más, lo que hace que el desarrollo científico-tecnológico plantee retos sin precedentes a nuestros países. Ante esta realidad, es imprescindible elevar con rapidez el nivel de cultura científica y percepción social de la ciencia y la tecnología en nuestros países.

Hacia principios del siglo XX, había ya conciencia acerca de la importancia de la educación científica en la enseñanza general. El objetivo fundamental con que fue introducida en los currículos escolares era contribuir a la formación de una cultura general. Y aunque hoy este objetivo ha adquirido mayor relevancia aún, las investigaciones muestran que no se están obteniendo los resultados esperados.

Una reciente encuesta (Albornoz, Marchesi y Arana, 2009), efectuada a ciudadanos mayores de dieciséis años en grandes ciudades de varios países iberoamericanos reveló que, de modo general, el interés y la cultura informativa acerca de temas de ciencia y tecnología son relativamente bajos. Si bien la responsabilidad por esto no puede ser atribuida exclusivamente a la educación formal, es obvio que una parte importante sí le corresponde a ella, en particular a la enseñanza general obligatoria. En la mencionada encuesta, más de la mitad del total calificó el nivel de educación científica recibido en la escuela en el rango entre medio y muy malo.

Tales resultados son coherentes con el hecho de que durante las últimas décadas, en varios países, ha disminuido el número de estudiantes que elige carreras de ciencia en las universidades.

Lo anterior señala la necesidad de renovar la educación científica en la enseñanza general a fin de ponerla en una mejor correspondencia con el actual contexto sociocultural. En esta tarea, la orientación

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

ISSN: 1681-5653

n.º 55/4 – 15/05/11

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)



educativa CTS, que focaliza la atención en las estrechas interrelaciones ciencia- tecnología-sociedad, desempeña un destacado papel.

La orientación CTS surgió a finales de la década de 1960 (López Cerezo, 2009) y comenzó a extenderse a la enseñanza general alrededor de 1980. Desde entonces, el interés por ella en ese nivel educativo ha ido creciendo. Así, una selección bibliográfica sobre el tema (Acevedo, 2002), que incluye únicamente publicaciones en la esfera de la didáctica de las ciencias en el período 2000-2002, contiene varias decenas de revistas y más de cuatrocientos trabajos sobre el tema.

En este trabajo se examinan cuestiones esenciales de la educación CTS en la enseñanza general: qué factores determinan su necesidad, qué aporta, cuál es el lugar de la T en el trinomio CTS, cuáles son las vías para llevarla a cabo.

2. ¿Qué factores determinan la necesidad de atender a las interrelaciones C-T-S en la enseñanza general?

Entre esos factores resaltaremos dos que tienen excepcional importancia.

2.1. Cambios originados por el creciente desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Dentro de los límites de la ciencia y la tecnología están teniendo lugar importantes cambios. Hoy es imposible desconocer, por ejemplo, que la mayor parte de la ciencia que se hace responde a prioridades tecnológicas y se apoya en la tecnología, que el centro de atención de las ciencias de la naturaleza se ha desplazado de la física a las ciencias de la vida, o que las nuevas tecnologías han introducido importantes modificaciones en los métodos y formas de trabajo utilizados en la actividad científico-tecnológica.

Pero los cambios a que estamos asistiendo hay que catalogarlos, más allá de científico-tecnológicos, de culturales, pues trascienden, y de modo sustancial, a las más diversas esferas de la vida material y espiritual de la sociedad. Un apretado resumen de aquellos cambios que tienen importantes implicaciones para la enseñanza general es el siguiente:

- Colosal influencia de la ciencia y de la tecnología en la situación del mundo (natural y social) y en la vida del ciudadano común. Ella abarca, desde los denominados problemas globales de la humanidad, hasta los modernos recursos tecnológicos de que hacemos uso cotidianamente en el trabajo, la casa o durante la recreación.
- Vertiginoso desarrollo de nuevas ramas (biotecnología, ciencia e ingeniería de materiales, nanotecnología, teoría de la complejidad, etc.) y cambio en la percepción social del lugar que ocupan las clásicas ramas (física, química, biología...).
- Expansión de sus modos de pensar y actuar más allá de sus límites, a diversas esferas de la sociedad.
- Desarrollo de un nuevo entorno con el cual interaccionan las personas (productos multimedia, plataformas interactivas, Internet), lo que conduce a la necesidad de preparar para ese entorno, y también de modificar las funciones de la clase y del maestro.

- Extensión en varios países de la obligatoriedad de la educación, y por tanto de los que estudian ciencia, a edades superiores. Y con ello, el cambio que supone enseñar ciencias a una mayoría, caracterizada por una gran diversidad cultural y de motivaciones.
- Disminución, en muchos países, del número de estudiantes que elige carreras de ciencia en las universidades.

2.2. Insuficientes resultados de la educación científica.

La preocupación por los resultados de la educación científica ha sido una constante durante las pasadas décadas. Así lo reflejan los múltiples modelos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias propuestos con la intención de superar las dificultades encontradas (Gil 1993; Pozo y Gómez, 1998), y también la abundante investigación realizada sobre numerosos aspectos de la enseñanza de las ciencias.

Pese a ello, son muchos los estudiantes que luego de la enseñanza recibida no adquieren conocimientos, habilidades, ni tampoco modos de pensar y comportarse, considerados imprescindibles en la sociedad contemporánea. Y es difícil no ver la relación que ello tiene con el hecho de que tanto la enseñanza de las diferentes materias de ciencia como las evaluaciones de sus resultados, están dirigidos, principalmente, al aprendizaje de determinados conocimientos y de ciertas habilidades específicas, asumidos como estándares durante muchos años, mientras que importantes aspectos del actual contexto, como los resumidos en el apartado anterior, son poco tenidos en cuenta. En los currículos escolares, y sobre todo en la práctica de la enseñanza, prevalecen ideas y métodos de trabajo similares a los que se empleaban hace más de cuarenta años.

Ante este panorama, cada vez son más insistentes los reclamos de una real *alfabetización científica*. Se ha ido comprendiendo que una de las principales causas de los insuficientes resultados en la educación científica es el reflejo, en los currículos escolares y en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, de una imagen deformada de la ciencia y la tecnología, que se manifiesta en el desconocimiento de la naturaleza social de ellas, un pobre vínculo de los materiales escolares con la vida práctica, un excesivo operativismo, la ausencia, en el proceso docente, de importantes características de la actividad investigadora contemporánea.

3. ¿Qué aporta la orientación educativa CTS?

3.1 Alfabetización científico-tecnológica.

Tal vez la finalidad que más ampliamente se ha reconocido para la orientación CTS en la enseñanza general es su contribución a la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados (Caamaño y Vilches, 2001).

El término *alfabetización científica* ha sido empleado desde finales de 1950 para manifestar la aspiración de familiarizar con la ciencia a parte de la población general (DeBoer, 2000), aspiración que, si bien expresada de otro modo, también ha sido la de notables pensadores desde hace más de un siglo. La propia introducción de las materias de ciencia en la enseñanza general y muchas de las actualizaciones

desde entonces realizadas, han tenido similar pretensión. Sin embargo, la intención del término *alfabetización científica* posee actualmente un contenido diferente, al menos en tres sentidos.

En primer lugar, es una *alfabetización científica* de todos, y no exclusivamente de una parte de la población. En segundo lugar, se ve en ella un requisito indispensable, sobre todo, para la participación activa de los ciudadanos y ciudadanas en la vida pública, y no meramente para continuar estudios de ciencia. En tercer lugar, presupone una alfabetización que capacite a las personas no solo para entender y analizar críticamente el mundo –natural y creado por el hombre– sino además, que lo prepare para transformarlo, para llevar a cabo innovaciones que den respuestas a las necesidades y demandas de nuestras sociedades. Se trata, en realidad, de una *alfabetización científico-tecnológica* de todos.

3.2. Elevación de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La orientación CTS influye también en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, y no solo en virtud del tipo de cuestiones o conocimientos que tiene en cuenta (vinculados a problemas sociales y de la vida práctica de los estudiantes), sino además, por los métodos y formas de trabajo que inspira en el profesorado.

La investigación en didáctica muestra (Fernández, Gil, Valdés y Vilches, 2005), que uno de los principales obstáculos para transformar la enseñanza habitual de las ciencias, centrada en la mera transmisión de conocimientos y en la realización de trabajos de laboratorio siguiendo ‘recetas de cocina’, son las visiones deformadas que aún persisten acerca de las actividades científica y tecnológica: aproblemática y ahistórica, empiro-inductivista y ateorica, algorítmica e infalible, individualista y elitista. La visión de la ciencia y la tecnología contenida en el enfoque CTS promueve, por el contrario: el planteamiento de problemas y el examen histórico y multilateral de ellos, la emisión de hipótesis y su análisis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone, el análisis crítico y la revisión de los resultados obtenidos, el trabajo colectivo y la contrastación con los resultados producidos por otros, etc.

Tales cuestiones, esenciales en la actividad investigadora, constituyen uno de los elementos fundamentales del cambio cultural que se está operando y, en consecuencia, han de ser objeto directo de aprendizaje. En otras palabras, la familiarización de los alumnos con ellas debe convertirse en uno de los objetivos fundamentales de la educación científica en la enseñanza general.

3.3. Desarrollo de actitudes y valores.

Una de las principales aportaciones de la orientación CTS radica en el énfasis que hace en los aspectos axiológicos. Es conocido que entre los objetivos priorizados de la educación, y por consiguiente de la educación científica, está la formación de determinadas actitudes y valores. La contribución de la dimensión CTS a ese objetivo es clara: considerar la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, los intereses económicos y políticos que las condicionan, así como las implicaciones éticas y para el medioambiente de sus resultados, conduce a tomar partido acerca de dichas cuestiones y, por consiguiente, a desarrollar importantes actitudes y valores en los estudiantes.

No obstante, hay que reconocer que a veces se ha pretendido ‘enseñar’ valores como se hace con los conocimientos, incluso secuenciándolos de similar modo, sin tener en cuenta que no son fraccionables,

que la educación en valores va implícita en todo lo que hacemos, en los conocimientos que aprendemos, en las actividades que realizamos.

3.4. Motivación por el aprendizaje.

Cuando se pide a profesores de ciencia de la enseñanza general que reflexionen sobre las causas de la falta de interés de muchos de los alumnos hacia su asignatura, buena parte menciona, entre las principales, la escasa conexión de las cuestiones tratadas en los libros de texto –y durante las clases– con problemas sociales o de la vida práctica de los estudiantes. Las propuestas CTS influyen positivamente en la calidad de los conocimientos adquiridos y desempeñan un importante papel motivador durante el aprendizaje.

Terminaremos esta síntesis, de lo que aporta la orientación CTS a la enseñanza general, subrayando que el origen de su progresiva difusión en el campo de la educación científica hay que verlo, además de en la común aspiración de preparar a los ciudadanos para participar activamente en la vida pública, en la acertada visión que ofrece de las actividades científica y tecnológica. Una visión que tiene su centro de atención en la comprensión de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología y de las cada vez más estrechas relaciones entre ellas. Esto último conduce a considerar el papel realmente adjudicado a la dimensión tecnológica en la educación científica.

4. ¿Cuál es el lugar de la T del trinomio CTS en la educación científica?

La mayoría de los principales acontecimientos que actualmente tienen lugar en el mundo (ya sean sociales, ambientales, culturales), están directa o indirectamente relacionados con la tecnología. La creciente importancia de esta en la situación global del mundo, la actividad científica y la vida del ciudadano común, ha dado lugar a que algunos reclamen un área independiente en los currículos escolares para la educación tecnológica. Junto al término *alfabetización científica* se ha extendido también el de *alfabetización tecnológica* (Bybee 2000; International Technology Education Association, 2007).

Pese a ello, en el campo de la educación científica, hasta ahora, se ha prestado poca atención a la dimensión tecnológica. Es *como si la expresión ciencia-tecnología designara un concepto único, asimilado por la educación científica, que hiciera innecesaria la consideración de cualquier aporte específico de la educación tecnológica* (Maiztegui et al., 2002).

Incluso, muchas propuestas de orientación CTS contribuyen poco a profundizar en las relaciones entre los dos primeros miembros de ese trinomio. Consideran los conocimientos científicos y los productos tecnológicos ya dados y se limitan al análisis de su impacto en la sociedad, con lo cual el proceso que condujo al desarrollo de las ideas científicas y de las innovaciones tecnológicas queda relegado. ¿Qué aspectos de las interrelaciones C-T no deben ser olvidados?

4.1. Muchos desarrollos tecnológicos son deudores de la ciencia, pero no se reducen a 'ciencia aplicada'

Si bien durante milenios la técnica no requirió de la ciencia, pues se basaba principalmente en la experiencia práctica acumulada y sólo a veces en determinados resultados científicos, a partir del siglo XIX la situación cambió, comenzó a apoyarse ampliamente en la ciencia (para la elevación de la eficiencia de las máquinas térmicas, el desarrollo de la electrificación, etc) y dicho apoyo ha continuado creciendo hasta nuestros días. Ese cambio en las bases de los desarrollos técnicos ha dado lugar a que algunos autores diferencien los términos técnica y tecnología, reservando este último para aquellos claramente fundamentados en la ciencia.

Este aspecto de la interrelación C-T que va de la ciencia a la tecnología, es en la actualidad ampliamente reconocido, y con frecuencia también exagerado, hasta el punto de que muchos interpretan la tecnología simplemente como 'ciencia aplicada'.

Basta examinar los libros de texto comúnmente utilizados en diferentes materias de ciencia, para advertir esa imagen de la tecnología. Por lo general, la dimensión tecnológica se limita, casi exclusivamente, a la 'explicación del funcionamiento' de ciertos artefactos sobre la base de principios o conceptos únicamente científicos.

Por supuesto que los resultados científicos muchas veces sugieren nuevos modos de hacer ciertas cosas, e incluso cosas en las que hasta entonces no se ha pensado, pero eso no quiere decir que el producto tecnológico derive directamente de ellos, que sea meramente 'ciencia aplicada'. En primer lugar, porque los inventos tecnológicos tienen determinada prehistoria: necesidades humanas que han ido evolucionando, otras invenciones que les precedieron y conocimientos y experiencia práctica, de muy diversa índole, acumulada. En segundo lugar, porque luego de la invención experimentan una larga historia de constantes innovaciones y mejoras, durante las cuales, muchas veces, las ideas propiamente científicas no desempeñan ya ningún nuevo papel, en tanto que la elevación de la eficiencia, su adaptación para satisfacer otras necesidades, la disminución de los costos, el empleo de nuevos materiales, los aspectos estéticos, etc., continua demandando gran creatividad y muchos esfuerzos. Adicionalmente, las motivaciones de los 'científicos' generalmente no son las mismas que la de los inventores: los primeros suelen estar más interesados en profundizar en ciertas ideas y comprender mejor algo que en la satisfacción de determinadas necesidades prácticas, mientras que en el caso de los segundos sucede a la inversa. En conclusión, si bien los resultados científicos son muy importantes para los desarrollos tecnológicos, los factores anteriores también lo son.

4.2. La ciencia también es deudora de la tecnología.

Este es un aspecto casi siempre olvidado en la educación científica. A este respecto es preciso recordar que el enorme progreso experimentado por la ciencia a partir del siglo XVII se debió, en buena medida, al desarrollo de instrumentos tecnológicos: telescopios, microscopios, numerosos instrumentos de medición, variados métodos y procedimientos utilizados en la actividad práctica, etc. En particular, Galileo fue un científico pero al propio tiempo, un constructor de instrumentos e instalaciones, cuestión esta casi siempre obviada. Desde esa época, la investigación científica ha encontrado en la tecnología, medios de trabajo, formas de pensar y el género de problemas que enfrentará más adelante.

En la actualidad, más que de utilización por la ciencia de instrumentos tecnológicos y de apoyo en la tecnología, debe hablarse de inmersión de la ciencia en ella.

Inclusive en ciertos campos, como la electrónica, la ciencia e ingeniería de materiales, la biotecnología, la nanotecnología y otros, se hace difícil delimitar las contribuciones de la ciencia y la tecnología, las fronteras entre ellas se pierden. En estos campos algunos científicos hacen tecnología, mientras que algunos tecnólogos funcionan como científicos.

4.3 Considerar las interrelaciones C-T contribuye a elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Comprensión y acción, teoría y práctica, constituyen dos aspectos de la condición humana, desarrollados, diferenciados e institucionalizados por la sociedad de modo especial en forma de ciencia y tecnología, pero que siempre se presuponen uno al otro. Al resolver problemas de la vida real –incluidos problemas considerados científicos– las personas, invariablemente, integran conocimiento formal y experiencia práctica acumulada, pensamiento y acción. Esta estrecha vinculación entre ambos aspectos se advierte claramente en nuestra época, incluso a escala de la sociedad en su conjunto. La mayor parte de la ciencia que se hace en la actualidad responde, directamente, a problemas prácticos, a prioridades tecnológicas.

Lo anterior sugiere que la educación científica debe esforzarse por desarrollar un estilo de pensamiento que combine la comprensión y profundización teóricas con la acción y el hacer prácticos, a lo cual, sin dudas, contribuyen los aspectos tecnológicos.

Al propio tiempo, los investigadores coinciden (Cajas, 1999; Maiztegui et al., 2002) en que la conexión del conocimiento científico escolar con los conocimientos y experiencias de la vida diaria de los alumnos y su hacer práctico propicia, por un lado, que dicho conocimiento sea más significativo y más apto para ser utilizado luego en diversas situaciones y, por otro lado, que el aprendizaje de la ciencias adquiera mayor sentido y relevancia para ellos.

5. ¿Cuáles son las vías utilizadas para incorporar la orientación CTS en la enseñanza general?

Entre las principalmente utilizadas hasta el presente están las siguientes:

- La inclusión dentro de las disciplinas habituales de módulos o unidades sobre cuestiones CTS. Ejemplo de ello son el proyecto británico *SATIS* (Obach, 1995) y el proyecto *Ciencia a través de Europa*, en el cual han participado escuelas de diversos países europeos (Parejo 1995).
- La estructuración de los cursos de ciencia tomando como punto de partida problemas que afectan a los seres humanos, o resultados prácticos de la ciencia y la tecnología. En esta línea pudieran ubicarse proyectos como el británico *SALTER* (Obach, 1995) y el norteamericano *APQUA* (Medir, 1995).

- La introducción de una asignatura CTS. Esta vía, la más extendida en la educación universitaria, a veces también se ha utilizado en los grados superiores de la educación media (véase, por ejemplo, Fernández, 1995).
- La definición en los currículos de temas o ejes 'transversales' (relativos a la educación en valores, la educación ambiental, energética, para la salud, etc.). Este ha sido un camino seguido en la enseñanza general de diversos países, sobre todo a partir de la década de 1990.

Respecto a esta última vía señalemos lo siguiente. Los temas o ejes "transversales" constituyen el intento oficial de integrar problemáticas de gran interés al currículo escolar, impregnando de ellas a las diferentes asignaturas. Sin embargo, es preciso admitir que, al propio tiempo, son una clara expresión de la insatisfacción por los resultados que se están obteniendo a partir de las asignaturas tradicionales, caracterizadas por una orientación academicista y por su resistencia al cambio.

Por otra parte, en la práctica, lo que a veces se logra es solo cierta yuxtaposición de los objetivos y el contenido de las asignaturas, con los objetivos y contenidos propuestos por los ejes transversales, sin que tenga lugar una verdadera integración de ellos. La dimensión social y humanista aparece en este caso como algo externo a las materias de ciencia, no como parte consustancial de ellas. Por eso, pese a la innegable positiva influencia que han tenido los 'ejes transversales' y del papel que han desempeñado para tomar conciencia de que es necesario un profundo cambio en las concepciones acerca de la educación científica, en la actualidad se requiere ir más allá.

Si la ciencia es una actividad sociocultural, condicionada por factores económicos, políticos, éticos y, a su vez, con profundas repercusiones en esas esferas, y si está estrechamente relacionada con la tecnología, entonces ha de ser enseñada y aprendida como tal, y no como ha sido habitual hasta ahora, centrandó la atención en conocimientos y habilidades 'académicos'. Dicho de otro modo, la atención en la educación científica a la naturaleza social, humanista, de la ciencia y a su relación con la tecnología, implica no solo a una mejor formación ciudadana, sino también propiamente científica: en realidad se trata de una mejor enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Semejante enfoque de la educación científica está comenzando a emerger, es un enfoque originado por la convergencia de los resultados de la Didáctica de las Ciencias, con los obtenidos en el campo de los estudios CTS (Gil et al., 2005).

6. Conclusión

La creciente influencia de la ciencia y la tecnología en la situación del mundo y la vida diaria y la brecha entre los países desarrollados y los de América Latina, nos plantean la necesidad de elevar con rapidez el nivel de cultura científica de toda la ciudadanía. En esta tarea la orientación CTS en la enseñanza general resulta esencial. Ella contribuye a la alfabetización científico-tecnológica, a elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, desarrollar importantes actitudes y valores, motivar el aprendizaje. La idea central de la orientación CTS es la de la naturaleza social, humana, de la ciencia y la tecnología, pero también considera otros aspectos de suma importancia para la educación científica, como los métodos y formas de trabajo característicos de la actividad científico-tecnológica contemporánea y el lugar que le corresponde a la dimensión tecnológica.

Bibliografía

- ACEVEDO, J. A. (2002): "Educación CTS desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias. Una selección bibliográfica (2000-2002)", en *Sala de Lecturas CTS+I*, Madrid, OEI, <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo16.htm>> [Consulta: nov. 2010].
- ALBORNOZ, M., MARCHESI, A., ARANA, L., (Coords.) (2009): *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*, Madrid, FECYT, OEI, RICYT.
- BYBEE, R. (2000): "Achieving Technological Literacy: A National Imperative", en *The Technology Teacher*. Sept., 23-28.
- CAAMAÑO, A. y VILCHES, A. (2001): "La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo", en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, tomo 2, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, 21-22.
- CAJAS, F. (1999): "Public Understanding of Science: Using technology to Enhance School Science in Everyday Life", en *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.
- DeBOER, G. (2000): "Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to science Education Reform", en *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- FERNÁNDEZ, I., GIL, D., VALDÉS, P., VILCHES, A. (2005): "¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos?", en Gil D. y otros (edits.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, Santiago de Chile, OREALC/UNESCO, 29-62.
- GIL, D. (1993): "Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación", en *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, 197-212.
- GIL, D. y otros (edits.) (2005): *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile, OREALC/UNESCO.
- INTERNATIONAL TECHNOLOGY EDUCATION ASSOCIATION (2007): *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Third Edition. Virginia, ITEA.
- LÓPEZ CERESO, J. (2009): "Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado la cuestión en Europa y Estados Unidos", en Gordillo M. (coord.). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, OEI, 21-33.
- MAIZTEGUI, A., et al. (2002): "Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada" en *Revista Iberoamericana de Educación*, num.28, Madrid, OEI, 129-155.
- MEDIR, M. (1995): "El Proyecto APQUA", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, Barcelona, Graó, 53-60.
- OBACH, D. (1995): "El Proyecto SATIS", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, Barcelona, Graó, 39-44.
- PAREJO, C. (1995): "El Proyecto Ciencia a través de Europa", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, Barcelona, Graó, 45-48.
- POZO, J. y GÓMEZ, M. (1998): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, Morata, S. L.