

REFLEXIONES SOBRE LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA LA CIUDADANÍA

José Antonio Acevedo Díaz

Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

Inspección de Educación. Delegación Provincial de Huelva

E-mail: ja_acevedo@vodafone.es

RESUMEN

El propósito de este artículo es contribuir a promover una reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias entre el profesorado, que debe incorporarse de manera consciente y explícita a un debate que habitualmente se le ha hurtado. Para facilitar esta reflexión se parte del concepto clave de relevancia de la ciencia escolar. Hay diversos puntos de vista acerca de para qué es relevante la ciencia escolar, que se corresponden con distintas finalidades de la enseñanza de las ciencias, algunas de las cuales tienen que ver con la idea más general de educación científica para la ciudadanía. Se introduce después brevemente la noción de alfabetización científica, otro concepto clave íntimamente relacionado con los anteriores. Por último, se propone tener en cuenta las principales propuestas del movimiento educativo CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) para establecer finalidades de la enseñanza de las ciencias más amplias, destinadas a conseguir una alfabetización científica de todas las personas con el fin de que puedan ejercer mejor la ciudadanía en un mundo cada vez más impregnado de ciencia y tecnología.

Palabras claves: *Finalidades de la enseñanza de las ciencias, relevancia de la ciencia escolar, alfabetización científica, educación CTS.*

¿PARA QUÉ SIRVE ESTO PROFESOR? ... YA LO VERÁS MÁS ADELANTE

Allá por los años setenta, cuando me iniciaba en la docencia como profesor de física y química de bachillerato, a veces algún alumno preguntaba con bastante sinceridad para qué servían aquellos conocimientos que impartía en el aula de ciencias. Cuando agotaba el repertorio de justificaciones prácticas o, quizás con más frecuencia, académicas –o si no tenía del todo claro qué decirle–, la respuesta indefectiblemente era: “*ya lo verás más adelante o en los próximos cursos*”. No era ésta una respuesta cínica ni tampoco la de un profesor indocumentado, sino que implícitamente estaba reflejando una concepción de la finalidad de la enseñanza de las ciencias que, en esa época –¿sólo entonces?–, era dominante y casi incuestionable.

En efecto, por aquellos años las enseñanzas básicas, medias y preuniversitarias de las ciencias, al menos en España –pero seguramente también en la mayor parte del mundo–, estaban absolutamente supeditadas a las exigencias de la enseñanza universitaria; de otra forma, en la jerga pedagógica actualmente al uso, la principal finalidad de la enseñanza de las ciencias era claramente propedéutica. Esto era lo académicamente correcto y, además, estaba bien visto por la mayoría de padres de los alumnos, pues son bien conocidas las enormes repercusiones familiares que tenían –y aún tienen– las pruebas de acceso a la universidad; ir en otra dirección, haberlo intentado siquiera, habría sido quizás muy aventurado y marchar, sin duda, contracorriente.

Han pasado treinta años desde entonces y, como no podía ser de otro modo, muchas cosas han cambiado en todos los ámbitos de la sociedad española y mundial; también en la educación ha habido cambios, pero la visión propedéutica de la finalidad de la enseñanza de las ciencias continúa estando implantada con firmeza en nuestro sistema educativo (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001). Sin embargo, no se trata de una peculiaridad de nuestra idiosincrasia y, en este sentido, no es de aplicación el conocido dicho “*Spain is different*”. Así parece ser, pues, como ha denunciado Pilot (2000) en un Congreso de la UNESCO celebrado hace pocos años en Beijing (China), uno de los mayores obstáculos que siempre aparece para emprender cualquier reforma efectiva de la educación científica, orientada a satisfacer los nuevos desafíos que plantea la sociedad contemporánea, es el punto de vista propedéutico de la universidad, según el cual la enseñanza de las ciencias anterior a la institución universitaria debe destinarse a los conceptos científicos esenciales para los estudios superiores. De otra forma, en términos de Kuhn (1962), según este punto de vista de lo que se trataría es de instruir al alumnado en los conceptos y aplicaciones de los paradigmas científicos bien establecidos –empezando siempre por los más clásicos–, entrenándolo durante un período muy largo para que pueda incorporarse en el futuro a lo que Kuhn denomina como ciencia normal, aquélla en la que se implican en la práctica la mayor parte de los científicos durante el ejercicio de su profesión.

Cualquier intento por cambiar esta situación ha tenido siempre una fuerte oposición desde la universidad, la cual suele negar la admisión de estudiantes que no cuentan con este tipo de formación (Pilot, 2000). Pero esta finalidad de la enseñanza de las ciencias es claramente elitista y no responde a otras necesidades personales y sociales (Bybee, 1993), pues está dirigida a porcentajes de estudiantes que no superan habitualmente el 2%. La inmensa mayoría de los alumnos no siguen carreras científicas en la universidad y cada vez hay menos cursando los itinerarios científicos en el bachillerato, por lo que parece muy poco adecuado basar el currículo de ciencias casi exclusivamente en las necesidades de una minoría tan pequeña. Además, dar prioridad a esta finalidad en la ciencia escolar tiende a provocar que muchos estudiantes pierdan su interés por la ciencia y se alejen aún más de las propias disciplinas científicas, lo que ha dado lugar a una crisis de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, la cual es mucho mayor aún en los países industrializados que en los que están en vías de desarrollo (Fourez, 2002; Sjøberg, 2003), tal y como muestran las estadísticas disponibles.

RELEVANCIA DE LA CIENCIA ESCOLAR

Es muy raro encontrarse algún profesor que no esté convencido de que su materia tiene una gran importancia para la formación de sus alumnos –faltaría más–; esto es, que no crea que es relevante. Ahora bien, hablar de relevancia de la ciencia escolar, sin matizar, puede resultar bastante ambiguo (Mayoh y Knutton, 1997).

Por una parte, es necesario precisar *para quién* es relevante. En el contexto escolar parece razonable afirmar que siempre debería serlo para los alumnos, pero en la práctica real parece serlo más para los propios profesores de secundaria y universidad, aunque tampoco pueden olvidarse otros referentes importantes como los políticos, científicos, ingenieros, empresarios, padres de alumnos, etc.

Por otra parte, aún es más primordial especificar *para qué* es relevante la ciencia escolar; por ejemplo, para la vida cotidiana, ejercer la ciudadanía, proseguir estudios posteriores, conseguir un empleo, ser científico o ingeniero, etc. La respuesta que demos a esta pregunta es también muy importante para establecer los fundamentos y el diseño del currículo escolar de ciencias y se relaciona con otra pregunta clave: *¿quién decide lo que es relevante en la ciencia escolar?*

Respecto a estas cuestiones, Fensham (2000, citado por Aikenhead, 2003a,b) señala que muchos científicos académicos y bastantes profesores de ciencias de todos los niveles educativos consideran que la ciencia escolar, basada en una organización académica por disciplinas –física, química, biología y geología–, adquiere su relevancia cuando sirve a la preparación del alumnado para cursos superiores y, eventualmente, los estudios científicos universitarios; esto es, cuando cumple con la finalidad propedéutica a la que se ha aludido más arriba. Frente a ello, el propio Fensham subraya también que una respuesta alternativa sería la de una enseñanza de las ciencias destinada a promover una ciencia escolar más válida y útil para personas que, como ciudadanos responsables, tendrán que tomar decisiones respecto a cuestiones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología. Estas ideas han sido retomadas y ampliadas en un reciente trabajo por Aikenhead (2003b), el cual ha establecido una clasificación de la relevancia de la ciencia escolar, que se ha adaptado y elaborado aquí como se muestra en la tabla 1.

La idea de relevancia de la ciencia escolar es clave para facilitar la reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Del contenido de la tabla 1 se desprende que hay diversos puntos de vista –aunque no todos sean necesariamente incompatibles entre sí– a la hora de responder a la pregunta de *para qué es relevante la ciencia escolar*, que se corresponden a la vez con distintas finalidades de la enseñanza de las ciencias, algunas de las cuales tienen que ver con la idea más amplia de educación científica para la ciudadanía y otras no.

Por ejemplo, pueden formularse finalidades de la enseñanza de las ciencias de carácter útil y eminentemente práctico (conocimientos de ciencia que pueden hacer falta para la vida cotidiana), democráticas (conocimientos y capacidades necesarios para participar como ciudadanos responsables en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos que están relacionados con la ciencia y la tecnología) o para desarrollar ciertas capacidades generales muy apreciadas en el mundo laboral (trabajo

en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades para comunicarse, etc.) y no solamente propedéuticas (conocimientos para proseguir estudios científicos).

PARA QUÉ ES RELEVANTE	ALGUNAS CARACTERÍSTICAS
1. Ciencia para proseguir estudios científicos.	Se centra en los contenidos más ortodoxos de la ciencia. Es apoyada por muchos científicos académicos y una gran parte del profesorado de ciencias de todos los niveles. Además, muchas veces también tiene el apoyo de la política educativa.
2. Ciencia para tomar decisiones en los asuntos públicos tecnocientíficos.	Presta especial atención al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática. Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas. Es sostenida por quienes defienden una educación científica para la acción social.
3. Ciencia funcional para trabajar en las empresas.	No se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales. Es el punto de vista preferido por empresarios, profesionales de la ciencia industrial y la tecnología, etc.
4. Ciencia para seducir al alumnado.	Habitual en medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas, lo que contribuye a dar una imagen falsa y estereotipada de la ciencia y la tecnología. Esta perspectiva suelen tenerla muchos periodistas y divulgadores de la ciencia.
5. Ciencia útil para la vida cotidiana.	Incluye muchos contenidos de los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc. La decisión sobre qué contenidos deben tratarse suele ser el resultado de la interacción entre los expertos y los ciudadanos en general.
6. Ciencia para satisfacer curiosidades personales.	Presta especial atención a los temas científicos que más pueden interesar a los propios estudiantes, por lo que son éstos los que deciden qué es relevante. Por sus distintas culturas, pueden aparecer importantes diferencias entre unos países y otros.
7. Ciencia como cultura.	Se promueven contenidos globales, más centrados en la cultura de la sociedad que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores. La cultura de la sociedad en la que viven los alumnos es la que permite decidir lo que es relevante para la enseñanza de la ciencia. Sin embargo, hay que advertir que se trata de una visión cultural que va más allá de la propia cultura popular.

Tabla 1.- Distintos puntos de vista sobre la relevancia de la ciencia escolar.

La necesidad de extender la educación científica a toda la población escolar y los retos educativos que se demandan para el futuro obligan, pues, a plantearse nuevas finalidades educativas de la enseñanza de las ciencias, que sean coherentes con los puntos de vista más innovadores entre los indicados para la relevancia de la ciencia escolar. De manera general, muchas de estas finalidades aparecen englobadas en la máxima de alfabetización científica, a la cual se prestará atención a continuación.

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Desde hace aproximadamente una década, coincidiendo con las reformas educativas planificadas, desarrolladas e implantadas en muchos países durante los años noventa, se ha incorporado al lenguaje cotidiano de la didáctica de las ciencias experimentales el lema *alfabetización científica*, como una expresión metafórica que establece de manera muy amplia determinadas finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias (Bybee, 1997). Aunque actualmente su utilización es común en todo el mundo, su origen es anglosajón "*scientific literacy*". Con antecedentes que se remontan al menos hasta mediados del pasado siglo XX, procede sobre todo de los EE.UU. de Norteamérica, donde se acuñó como respuesta a la preocupación por la sensación de inferioridad científica y tecnológica que provocó en la sociedad estadounidense la puesta en órbita del primer *sputnik* por la Unión Soviética –en 1957– y las consiguientes repercusiones políticas, militares y sociales de este importante acontecimiento tecnológico.

La necesidad de una alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la educación básica y general de todas las personas –nótese que ahora se añade explícitamente la *alfabetización tecnológica* junto a la alfabetización científica y se extiende a *todas las personas*– aparece claramente reflejada en numerosos informes de política educativa de organismos internacionales de gran prestigio, tales como la UNESCO y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), entre otros. Así pues, no es de extrañar que Fourez (1997) haya comparado esta fuerte promoción de la alfabetización científica y tecnológica, necesaria para vivir hoy en un mundo cada vez más impregnado de ciencia y tecnología y en la nueva sociedad de la información y el conocimiento, con la alfabetización lecto-escritora que se impulsó a finales del siglo XIX para la integración de las personas en la sociedad industrializada.

La extensión de la alfabetización científica a todas las personas es, desde luego, incompatible con una finalidad exclusivamente propedéutica de la enseñanza de las ciencias; esto es, con una ciencia escolar relevante sólo para proseguir estudios científicos superiores. No obstante, conviene advertir también que la noción de alfabetización científica no es sencilla ni tiene un significado unívoco. Su complejidad se pone de manifiesto por las marcadas diferencias que pueden observarse en las diversas definiciones propuestas para ella y el escaso acuerdo que suele haber sobre su significado (Bybee, 1997; Gil y Vilches, 2001; Lewis y Leach, 2001), incluso entre los propios especialistas en didáctica de las ciencias (Kemp, 2002), lo que hace muy difícil su definición operativa (Laugksch, 2000). Todo esto ha llevado a algunos críticos a considerar que la alfabetización científica podría ser una meta inalcanzable, de

dudosa necesidad y, por tanto, un mito cultural (Shamos, 1995). Sin embargo, tampoco debe olvidarse que utopías e ideales siempre han sido poderosos motores de identidad colectiva para el progreso de la mayoría de las culturas (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003).

Por supuesto, hay diversas maneras de entender la alfabetización científica en el sistema escolar, en gran parte debido a la propia ideología sobre las finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias. Dependiendo de para qué se considere relevante la ciencia escolar, el significado que se dé a esta alfabetización podrá ser uno u otro (véase la figura 1) y, como es lógico, la manera de entenderla tendrá fuertes repercusiones en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo de ciencias.

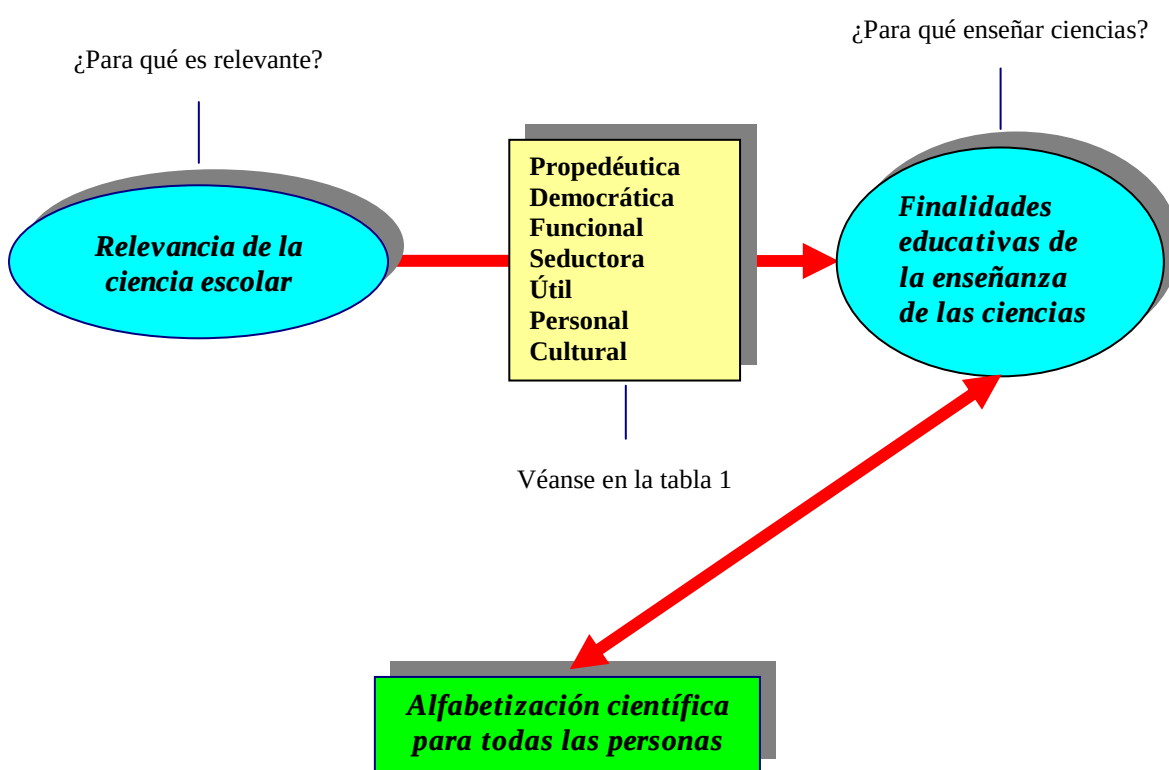


Figura 1.- Relevancia de la ciencia escolar, finalidades educativas de la enseñanza de las ciencias y alfabetización científica.

El siguiente ejemplo podrá servir para aclarar algunas de estas implicaciones curriculares. Si la ciencia escolar se considera relevante para formar ciudadanos capaces de tomar decisiones en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología (véase el punto 2 de la tabla 1), la principal finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias será la de contribuir a una formación democrática y la alfabetización científica deberá girar en torno a esta formación. En tal caso, habrá que planificar explícitamente la enseñanza y dedicar un tiempo suficiente a preparar al alumnado para ello. Como es lógico, esta decisión curricular no es trivial, pues, además de algunos contenidos más comunes y ortodoxos, conlleva la introducción de

otros destinados a mejorar la comprensión del funcionamiento de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas, tales como los relacionados con la naturaleza de la ciencia –y la tecnología–, los asuntos sociales internos y externos a la ciencia que influyen en las decisiones que toman los científicos, etc.

Por otro lado, la investigación en didáctica de las ciencias ha mostrado repetidas veces que muchos estudiantes tienen poca idea del carácter hipotético del conocimiento científico y creen ingenuamente que la mayoría de los debates científicos puede resolverse con relativa facilidad simplemente aportando más datos, porque éstos “hablan por sí mismos” (Driver, Leach, Millar y Scott, 1996). En consecuencia, continuando con el mismo supuesto del ejemplo anterior, habrá que incluir también en el currículo de ciencias la adquisición de capacidades relacionadas con procedimientos como el reconocimiento de cuestiones clave, la recogida de información adecuada para intentar abordarlas, la interpretación de datos, la evaluación de las pruebas –pues algunas fuentes son más fiables que otras–, la evaluación de puntos de vista contrarios y la comunicación y defensa de los propios (Lewis y Leach, 2001; Kolstø y Mestad, 2003).

Por último, pero quizás aún más importante que todo lo anterior, también hay que prestar gran atención a los contenidos axiológicos –normas y valores culturales y sociales– y actitudinales –sentimientos y emociones–, pues no en balde las decisiones personales y grupales sobre las cuestiones tecnocientíficas están muy condicionadas por estos aspectos (Bell y Lederman, 2003). Para ello, los estudiantes tendrán que disponer de suficientes oportunidades para reflexionar sobre los valores que impregnan la información científica recogida y acerca de los que se ponen en juego cuando toman sus propias decisiones (Zeidler, 2003).

Además de intervenir en los contenidos, habrá que tomar otras decisiones curriculares sobre nuevos métodos de enseñanza (Acevedo, 1996; Martín-Gordillo, 2003) y nuevas formas de evaluación (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003). Así pues, son muchas y diversas las repercusiones para el currículo de ciencias las que se derivan de optar por dar más peso a una u otra finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias. Ahora bien, la alfabetización científica no tiene por qué limitarse a una sola finalidad educativa. En tal caso, respecto al mismo ejemplo desarrollado, cabría plantearse la duda de si una ciencia escolar relevante para la participación democrática de la ciudadanía en los asuntos públicos tecnocientíficos puede serlo también para preparar futuros científicos. Frente a lo que a primera vista pudiera parecer, hay al menos dos motivos para creer que sí lo es. En primer lugar, porque los científicos también son, obviamente, ciudadanos y se ven envueltos en situaciones de tener que tomar decisiones ajenas a su especialidad en las que suelen comportarse como todo el mundo. En segundo lugar, porque los contenidos y capacidades que se han ido sugiriendo también son valiosos para mejorar la propia formación científica.

No es posible entrar aquí en una discusión más detallada sobre las cuestiones esbozadas, pues la misma excedería con creces el espacio disponible para este artículo. A aquellos lectores que deseen saber más sobre el tema se les recomienda la lectura de algunos de los trabajos señalados, entre otros posibles. Sin embargo, sí es conveniente apuntar la idea de que la alfabetización científica es una cualidad que puede desarrollarse

gradualmente a lo largo de toda la vida de las personas. Respecto a ello, resulta de gran interés el esquema teórico establecido por Bybee (1997), donde la alfabetización científica y tecnológica se trata como un continuo de conocimientos y prácticas sobre los mundos natural y artificial, con diferentes grados y niveles de consecución respecto a la edad de la persona, los temas abordados y los contextos culturales y sociales. Este continuo recorre la siguiente secuencia: analfabetismo, alfabetización nominal, funcional, conceptual y procedimental y, por último, multidimensional, incluyéndose en ésta aspectos como los históricos y sociales, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, etc. Sin duda, este último grado, que corresponde a una alfabetización científica más profunda y completa, puede ser bastante difícil de alcanzar.

Puesto que lo deseable es que la alfabetización científica de una persona crezca a lo largo de toda su vida, resulta claro que el sistema escolar –la vía educativa formal propia de una enseñanza reglada– no puede ser el único responsable de esta alfabetización, pues existen otras instancias –la educación no-formal derivada de las diferentes formas de divulgación científica– que pueden contribuir a completarla e incrementarla. Los medios de comunicación de masa (prensa, radio, televisión, internet, etc.), diversos tipos de museos de ciencia y tecnología, así como los propios entornos del trabajo, del hogar y, en general, de la propia vida, proporcionan nuevos contextos de aprendizaje externos a la escuela (Sjøberg, 2003), pero que podrían aprovecharse en ella con eficacia para prestar también más atención a las variables afectivas que inciden en la motivación de los alumnos (Oliva *et al.*, 2002).

En suma, para conseguir una alfabetización científica coherente con unas finalidades educativas más amplias y ajustadas a las necesidades personales del alumnado y de la sociedad en la que está inmerso, tales como algunas de las que se desprenden del análisis realizado sobre la relevancia de la ciencia escolar, se propone una enseñanza de las ciencias orientada por las ideas del movimiento educativo CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), porque en estos momentos quizás es éste el que proporciona el marco de referencia más sólido para afrontar estos retos educativos y, también, el que mejor permite proyectar la alfabetización científica para todo el alumnado (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003). Así pues, a la educación CTS se dedicará brevemente el siguiente apartado.

EDUCACIÓN CTS

En los últimos años se viene reclamando insistentemente una educación científica con una orientación más humanista –véase, por ejemplo, una reciente y extensa revisión de la investigación sobre este tema en Aikenhead (2003b)–, basada en la necesidad de desarrollar una comprensión pública de la ciencia y la tecnología que permita la aproximación entre las dos culturas –la de “ciencias” y la de “letras”– que antaño señalara Snow (1964). Esta comprensión de la ciencia por la ciudadanía tiene principalmente el propósito de que las personas puedan participar democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología; una finalidad educativa que es crucial para el movimiento CTS.

Ciertamente, no es posible hacer aquí una breve historia del movimiento CTS, ni siquiera la limitada al campo de la enseñanza de las ciencias, donde está presente desde hace al menos treinta años. A quienes deseen conocer algo de esta historia, se les puede remitir, entre otros, a los recientes trabajos de Acevedo, Vázquez y Manassero (2002), Aikenhead (2003c) y Solomon (2003). Bastará con señalar que este movimiento educativo enraíza con la tradición de aquellas propuestas que propugnan una orientación más humanista de la enseñanza de las ciencias y, en palabras de Martín-Gordillo (2003), que: *“Si hubiera que enunciar en pocas palabras los propósitos de los enfoques CTS en el ámbito educativo cabría resumirlos en dos: mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos (por tanto, es necesaria su alfabetización tecnocientífica) y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas (por tanto, es necesaria la educación para la participación también en ciencia y tecnología)”*.

A pesar del tiempo que ha pasado desde su nacimiento, las principales propuestas educativas que propugna el movimiento CTS no han sido suficientemente explotadas aún en la enseñanza de las ciencias (Sjøberg, 1997), siendo desconocidas por gran parte del profesorado, lo que da lugar a que todavía continúen considerándose una respuesta innovadora para la educación científica (Acevedo, 1997; Vázquez, 1999). Sin embargo, posiblemente la inclusión de la perspectiva social de la ciencia y la tecnología es la que quizás puede resultar de mayor provecho para los ciudadanos en la sociedad del siglo XXI, de acuerdo con lo que anticipara hace ya más de treinta años Gallagher (1971: p. 337): *“Para los futuros ciudadanos de una sociedad democrática, la comprensión de las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como la de los conceptos y procesos de la ciencia”*.

Para terminar esta breve apología del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias, cabe recoger aquí las siguientes frases de Shamos (1993): *“[...] una premisa básica del movimiento CTS es que, al hacer más pertinente la ciencia para la vida cotidiana de los estudiantes, éstos pueden motivarse, interesarse más por el tema y trabajar con más ahínco para dominarlo. Otro argumento a su favor es que, al darle relevancia social a la enseñanza de las ciencias, se contribuye a formar buenos ciudadanos; es decir, al concienciar a los estudiantes de los problemas sociales basados en la ciencia, éstos se interesan más por la propia ciencia”*.

Entre las numerosas propuestas educativas que aporta el movimiento CTS para la enseñanza de las ciencias hay destacar las que se muestran en la tabla 2. Si se comparan con lo expresado en la tabla 1, puede comprobarse que estas sugerencias sintonizan muy bien con algunos de los puntos de vista sobre la relevancia de la ciencia escolar, los cuales, recordémoslo, establecen a su vez diversas finalidades de la enseñanza de las ciencias; en concreto, debe prestarse atención sobre todo a los puntos 2, 5 y 7 de la tabla 1.

En definitiva, las orientaciones CTS permiten dar respuesta adecuada a unas finalidades de la enseñanza de las ciencias más amplias, propiciando que la ciencia escolar tenga realmente en cuenta las experiencias y los intereses personales y sociales de los estudiantes (Bybee, 1993), así como la contextualización social y tecnológica de los

propios contenidos científicos. De esta manera se favorece que pueda afrontarse mejor y de manera más ajustada a las necesidades sociales el reto de una alfabetización científica para todo el alumnado (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003), tal y como se recoge en gran parte de las recomendaciones internacionales más recientes sobre la educación científica.

✓	La inclusión de la dimensión social de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de las ciencias.
✓	La presencia de la tecnología en la enseñanza de las ciencias como elemento capaz de facilitar la conexión con el mundo real y una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas.
✓	La relevancia de los contenidos para la vida personal y social de las personas para resolver algunos problemas cotidianos relacionados con la ciencia y la tecnología: salud, higiene, nutrición, consumo, medio ambiente y desarrollo sostenible, etc.
✓	Los planteamientos democratizadores de la sociedad civil para tomar decisiones responsables en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología, reconociendo también que la decisión que se toma se basa en valores personales, sociales y culturales.
✓	La identificación de cuestiones clave relacionadas con la ciencia y la tecnología, la familiaridad con procedimientos de acceso a información científica y tecnológica relevante, su interpretación, análisis, evaluación, comunicación y utilización.
✓	El papel humanístico y cultural de la ciencia y la tecnología.
✓	El uso de la ciencia y la tecnología para propósitos sociales específicos y la acción cívica.
✓	La consideración de la ética y los valores de la ciencia y la tecnología.
✓	El papel del pensamiento crítico en la ciencia y la tecnología.
✓	...

Tabla 2.- *Propuestas educativas para la enseñanza de las ciencias que promueve el movimiento CTS.*

EPÍLOGO

Cualquier propuesta para educar a través de una materia debe comenzar con una declaración explícita de sus finalidades –para qué enseñar ciencias, en nuestro caso–, ya que éstas son una condición necesaria para dar sentido al proceso de su aprendizaje. Estas finalidades derivan tanto de la teoría del currículo como de las creencias que se tengan sobre la propia materia: ideológicas, epistemológicas, sociológicas, etc. Además, las finalidades educativas deben estar en consonancia con las del Proyecto de Centro, entendidas éstas como la opción que realiza la comunidad educativa del mismo al concretar y dar prioridad a los principios, valores y normas legitimados por el ordenamiento legal vigente, para así dotar de identidad y estilo propio a cada institución escolar.

Si de verdad se desea que la enseñanza de las ciencias esté destinada a educar en ciencia –esto es, que sea una auténtica educación científica– no se pueden restringir sus finalidades al elitista punto de vista propedéutico. Una educación científica

destinada a conseguir la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas debe prestar atención necesariamente a otras finalidades educativas, tales como las que se han señalado en este artículo. En concreto, debe estar dirigida sobre todo a contribuir a una educación para la ciudadanía.

A la vez, tampoco conviene olvidar que estas nuevas finalidades exigen siempre nuevos contenidos, métodos de enseñanza y formas de evaluación, lo que deberá tener su correspondiente repercusión en la formación inicial y en ejercicio del profesorado de ciencias y en las decisiones que han de tomar al respecto las instituciones responsables de la política educativa.

Por último, puesto que cualquier reforma de la enseñanza de las ciencias que aspire a tener algún éxito debe tener como elemento central al profesorado, éste tiene que incorporarse de manera consciente y explícita a la discusión sobre las finalidades de la educación científica, un debate que casi siempre se le ha hurtado y del que ha estado ausente demasiadas veces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>.
- ACEVEDO, J.A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275.
- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2002). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>. Versión en castellano del capítulo 1 del libro de Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2001): *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. En línea en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), artículo 1, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- AIKENHEAD, G.S. (2003a). Chemistry and Physics Instruction: Integration, Ideologies, and Choices. *Chemical Education: Research and Practice*, 4(2), 115-130. En línea en <http://www.uoi.gr/cerp>. También puede consultarse en línea en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/chem_ed.htm.
- AIKENHEAD, G.S. (2003b). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands. Resumen en línea en <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>. Texto completo en línea en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf.

- AIKENHEAD, G.S. (2003c). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.): *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, pp. 59-75. New York: Routledge Falmer. En línea en <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>.
- BELL, R.L. y LEDERMAN, N.G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- BYBEE, R.W. (1993). *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections*. New York: Teachers College Press.
- BYBEE, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R. y SCOTT, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- FENSHAM, P.J. (2000). Issues for schooling in science. En R.T. Cross y P.J. Fensham (Eds.): *Science and the citizen for educators and the public*. A special issue of the *Melbourne Studies in Education*, 4(2), pp. 73-77. Melbourne: Arena Publications.
- FOUREZ, G. (1997). Scientific and Technological Literacy. *Social Studies of Science*, 27, 903-936.
- FOUREZ, G. (2002). Les sciences dans l'enseignement secondaire. *Didaskalia*, 21, 107-122.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- GALLAGHER, J.J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55, 329-338.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- KEMP, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 1202-1229. Pensacola, FL: AETS. En línea en http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3_kemp.rtf.
- KUHN, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press. Traducción de A. Contín (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*. México DF: FCE.
- KOLSTØ, S.D. y MESTAD, I. (2003). Learning about the nature of scientific knowledge: The imitating science project. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands. Resumen en línea en <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>. Texto completo en línea en <http://www.uib.no/people/pprsk/Dankert/Handouts/>.

- LAUGKSCH, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- LEWIS, J. y LEACH, J. (2001). Reasoning about socio-scientific issues in the science classroom. Paper presented at the 3rd Conference of the European Science Education Research Association (ESERA). Tesalónica, Grecia.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2001): *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2003). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS). Princenton, NJ: Educational Testing Service. Información en línea en <http://www.ets.org/testcoll/>.
- MARTÍN-GORDILLO, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. En línea en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), artículo 10, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- MAYOH, K. y KNUTTON, S. (1997). Using out-of-school experience in science lessons: Reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19, 849-867.
- OLIVA, J.M., MATOS, J., BUENO, E., DÍEZ, C., DOMÍNGUEZ, J., OSUNA, J., VÁZQUEZ, A. y BONAT, M. (2002). Las exposiciones científicas escolares y su contribución al ámbito afectivo en los alumnos participantes. *Actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 521-529. La Laguna, Tenerife. En línea en <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/256-031.pdf>.
- PILOT, A. (2000). The concept of "basic scientific knowledge" through some of the reforms recently undertaken in science and technology teaching in European States. En M. Poisson (Ed.): *Science education for contemporary society: problems, issues and dilemmas*. Final report of the International Workshop on The reform in the teaching of science and technology at primary and secondary level in Asia: Comparative references to Europe. Part IV: *New approaches in science and technology education*, pp. 104-110. Beijing, China (27-31 March 2000). International Bureau of Education, The Chinese National Commission for UNESCO. En línea en <http://www.ibe.unesco.org/National/China/chifinal.htm>.
- SHAMOS, M.H. (1993). STS: A Time for Caution. En R.E. Yager (Ed): *The Science, Technology, Society Movement*. Washington DC: NSTA.
- SHAMOS, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- SJØBERG, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En E. Kallerud y S. Sjøberg (Eds.): *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, pp. 9-28. Oslo: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education (NIFU). En línea en <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>.
- SJØBERG, S. (2003). Science and Technology Education: Current Challenges and Possible Solutions. En E.W. Jenkins (Ed.): *Innovations in science and technology education*, Vol. VIII. París: UNESCO. En línea en http://folk.uio.no/sveinsj/STE_paper_Sjoberg_UNESCO2.htm.

- SNOW, C.P. (1964). *The two cultures: And a second look*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. Traducción castellana (1987): *Las dos culturas*. Madrid: Alianza.
- SOLOMON, J. (2003). The UK and the movement for science, technology, and society (STS) education. En R. Cross (Ed.): *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*, pp. 76-90. New York: Routledge Falmer.
- VÁZQUEZ, A. (1999). Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears*, 8, 25-35. En línea en <http://www.cdlbalears.com/cts.htm>, 2001.
- ZEIDLER, D.L. (2003). Morality and Socioscientific Issues in Science Education: Current Research and Practice. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands. Resumen en línea en <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>.