

# RELACIONES CTS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA BÁSICA. I. UN ANÁLISIS DESDE LOS TEXTOS ESCOLARES EN LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA

**GARCÍA-CARMONA, ANTONIO**

Colegio Luisa de Marillac (Sevilla)

agarciaca@cofis.es

**Resumen.** El artículo argumenta que una adecuada alfabetización electrónica, además de la adquisición de contenidos conceptuales y procedimentales, debería integrar el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), que tienen lugar en torno a la misma. Así, los alumnos pueden llegar a desarrollar una serie de actitudes y capacidades que les permitan evaluar críticamente las consecuencias, a corto y largo plazo, del uso (y abuso) de la electrónica en el mundo que viven. Como parte de una investigación más amplia, se muestran los resultados y conclusiones de un estudio descriptivo sobre qué relaciones CTS suelen ser incluidas en la enseñanza de la electrónica en Secundaria, y qué tratamiento didáctico reciben. Para ello, se analizan nueve libros de texto de Tecnología de tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (14-15 años).

**Palabras clave.** Alfabetización científico-tecnológica, educación secundaria, electrónica, libros de texto, relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS).

## STS relationships in basic science education I: an analysis from textbooks in electronics teaching

**Summary.** The paper argues that a suitable electronic literacy, as well as the acquisition of conceptual and procedural contents, should integrate the Science-Technology-Society (STS) approach concerning this topic. This way, students can develop attitudes and capacities that allow them to evaluate critically the consequences –to short and long term– of the use (and abuse) of electronics in the world through that they live. As part of a more wide investigation, the results and conclusions of a descriptive study on CTS approach in electronics education are showed. The study analyses nine technology textbooks of secondary school (level: 14-15 years old).

**Keywords.** Electronics, science-technology-society (STS) relationships, scientific-technological literacy, secondary education, textbooks.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 1972, Foxcroft afirmaba que «*en nuestros días es difícil imaginar una actividad en la que la electrónica no juegue un papel importante*». Esto no sólo sigue vigente, cerca de cuatro décadas después, sino que se podría reescribir diciendo que sin la electrónica es prácticamente inconcebible la sociedad de bienestar que hoy conocemos. Ésta simboliza la gran revolución científico-tecnológica del mundo actual, que ha dado lugar a la Era de la Información (Méndez, 2000).

En consecuencia, surge la necesidad de impulsar una alfabetización electrónica desde los niveles básicos de la educación (Rosado, 1995). Las primeras iniciativas aparecen en la década de 1980, en países como Francia (p.e. Baroux

y Habran, 1986) y Reino Unido (p.e. Summers, 1985). Prácticamente todas ellas tenían como principal objetivo que los alumnos adquiriesen, prioritariamente, conocimientos conceptuales y procedimentales sobre el funcionamiento de circuitos electrónicos. Sin embargo, una adecuada alfabetización electrónica debe ir más allá de la mera adquisición de tales conocimientos, y no canalizar su enseñanza en un sentido exclusivamente propedéutico.

Hoy día, aun cuando el término alfabetización científico-tecnológica no tiene una acepción unívoca (Acevedo, 2004), puede ser entendido como la necesidad de que la ciudadanía disponga de conocimientos básicos de (y so-

bre) Ciencia y Tecnología para poder afrontar con éxito los retos del mundo actual. En este marco, una adecuada alfabetización electrónica requiere tratar su historia y evolución, su naturaleza y características, así como su papel en la vida personal y social. Es decir, la integración de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) surgidas en torno a la electrónica.

En los últimos años han aparecido proyectos educativos encaminados a promover la enseñanza de la electrónica en consonancia con la filosofía CTS. Dos ejemplos son el «Get Electronics Project», que se viene desarrollando en Finlandia desde 1994 (Lavonen y Meisalo, 2000, 2003), y el «Electronics in Schools» (Murphy et al., 2004), puesto en marcha en Reino Unido en 2001.

En España, la electrónica forma parte del currículo básico de Tecnología, de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), desde la década de 1990. Pero no ha sido hasta estos últimos años cuando han aparecido algunas propuestas didácticas innovadoras (García-Carmona, 2005; Rosado y García-Carmona, 2002a,b,c), integrando el enfoque CTS. No obstante, el libro de texto continúa siendo el recurso más utilizado en la enseñanza de la electrónica, de modo que su análisis constituye una de las principales fuentes de información sobre el tratamiento habitual de los contenidos en el aula (Alcocer et al., 2004; Dreyfus, 1992).

Por todo ello, nos planteamos explorar cómo son atendidas las relaciones CTS, en torno a la electrónica, en los textos escolares de Tecnología de ESO. Concretamente, nos propusimos indagar:

- 1) ¿Qué aspectos CTS, relacionados con la electrónica, incluyen los textos escolares de Tecnología de la ESO?
- 2) ¿Cómo son tratados didácticamente tales aspectos dentro de las unidades correspondientes?
- 3) ¿Cuál es su peso específico en esas unidades?

El objetivo de este artículo es, por tanto, mostrar los resultados y las conclusiones del estudio.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Estrategia y criterios de análisis

El estudio se concretó en un análisis exploratorio, de tipo descriptivo, sobre la introducción y el tratamiento de aspectos CTS, relacionados con la electrónica, en los textos escolares de Tecnología de 3º de ESO. La elección de este curso fue porque, en el momento del estudio, era el único de la etapa donde se incluía el tópico de manera obligatoria para todos los alumnos.

En la actualidad no existe un posicionamiento unánime sobre cuál debe ser la estructura y el tipo de contenidos CTS más idóneos para los programas curriculares de ciencias y tecnología (Acevedo y Acevedo, 2002).

No obstante, para el análisis resultó útil contar con un protocolo que permitiera obtener datos significativos, conforme a los objetivos del estudio. Para ello, se fijaron unos criterios iniciales, similares a los empleados en otros trabajos (Malaver, Pujol y D' Alessandro, 2004) sobre la inclusión de contenidos CTS en libros de texto. Dado que la gama inicial de criterios era amplia, fue preciso depurarla. Un análisis preliminar permitió agregar y reagrupar, por un lado, y eliminar, por otro, algunos de los criterios o aspectos CTS iniciales, teniendo en cuenta la naturaleza de la electrónica. Así, se reagruparon aquellos criterios que incidían en aspectos cercanos o similares, cuya integración favorecía el análisis planteado. Luego, se añadieron otros que habían sido detectados en el análisis preliminar, y no aparecían en los de partida. Y, finalmente, por motivos prácticos, se eliminaron del protocolo aquellos criterios CTS que no eran tratados en ninguno de los libros de texto analizados. Tales ausencias, sin embargo, serán también objeto de comentarios.

El protocolo de análisis, que finalmente fue aplicado, contenía los siguientes criterios:

*Criterio 1:* Se citan las aplicaciones de la electrónica en diferentes ámbitos: industria, hogar, (tele)comunicaciones, salud, etc.

*Criterio 2:* Se hace referencia a las relaciones entre la ciencia y la tecnología dentro del ámbito de la electrónica, así como la influencia de ésta en otros dominios científico-tecnológicos. Este criterio se desglosa en los siguientes:

a) Se cita la contribución de la electrónica al conocimiento científico-tecnológico, en general, y especialmente a la creación de nuevos campos de investigación científica y tecnológica.

b) Se establece conexión entre la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la electrónica.

*Criterio 3:* Se trata la influencia del desarrollo de la electrónica en la configuración social y cultural (y viceversa).

*Criterio 4:* Se comparan las consecuencias beneficiosas frente a las perjudiciales de la electrónica en la sociedad, intentando promover el debate y el pensamiento crítico.

*Criterio 5:* Se incide en la historia y evolución de la electrónica: orígenes y desarrollo del conocimiento en electrónica, así como sus últimos avances.

*Criterio 6:* Se muestra el desarrollo de la electrónica como un producto de trabajo colectivo, en el que los logros y los descubrimientos se deben al trabajo en equipo y a la colaboración entre diferentes equipos de científicos y tecnólogos.

*Criterio 7:* Se tratan los problemas medioambientales derivados del consumo de productos electrónicos.

Además de analizar la presencia de los aspectos CTS anteriores, se pretendía conocer cómo son tratados en las uni-

dades didácticas. De alguna manera, el lugar de ubicación de cierto contenido, dentro de una unidad, da idea de la importancia que el autor del libro concede a dicho contenido. Así, si éste se incluye tanto en el desarrollo del tema como en la sección de recapitulación, puede deducirse que los conceptos, procedimientos o desarrollo de actitudes, subyacentes en el mismo, son prioritarios e interesa que sean afianzados por el alumnado. En cambio, si el contenido sólo aparece en la presentación de la unidad, o en la sección de ampliación, hace pensar que éste no forma parte del *corpus* fundamental de la misma.

De la propuesta de actividades se puede decir lo mismo que para los contenidos declarativos; es decir, si se proponen durante el desarrollo del tema y, también, en la recapitulación, el conocimiento a construir mediante éstas es considerado fundamental.

Por consiguiente, se analizó si los aspectos CTS sobre electrónica son introducidos: 1) en la presentación del tema; 2) como contenido declarativo en el desarrollo de la unidad; 3) como ampliación del tema; 4) en actividades (iniciales, de desarrollo, finales o de ampliación).

Igualmente, resultó interesante comparar los distintos libros de texto según el tratamiento dado al tema. Para ello, se examina qué aspectos CTS, relativos a la electrónica, son incluidos en cada uno de ellos, y qué peso específico tienen dentro de las unidades didácticas correspondientes.

## 2.2. Muestra de textos analizados

Se revisaron nueve libros de texto de las editoriales más populares en la enseñanza de la Tecnología en 3º de ESO (Tabla 1), dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Conviene decir que no se siguió ningún procedimiento específico de muestreo, pues se escogieron todos aquellos a los que se tuvo acceso en el momento del estudio. No obstante, la relación era lo suficientemente representativa para poder extraer datos interesantes, conforme al problema planteado.

Tabla 1  
Relación de libros de texto analizados.

[T1] ARMADA, M. et al. (2004). <i>Tecnología. Serie Motor. 3º ESO</i> . Madrid: Santillana.
[T2] BLÁZQUEZ, M. et al. (2002). <i>Tecnología (Libro/Diario de clase). 3º ESO</i> . Madrid: Santillana.
[T3] GONZALO, E. et al. (2002). <i>Tecnología e Informática. 3º Educación Secundaria</i> . Madrid: Anaya
[T4] CASTELLÓN, T. et al. (2004, 3ª ed.). <i>Tecnología. 3º ESO</i> . Sevilla: Guadiel-Grupo Edebé.
[T5] LÓPEZ, M., LÓPEZ, J. y FERNÁNDEZ, N. (2002). <i>Tecnología. 3º ESO</i> . León: Everest.
[T6] MORENO, J. et al. (2002). <i>Tecnología. Proyecto Exedra. 3º Secundaria</i> . Madrid: Oxford.
[T7] MARTÍN, L. et al. (2002). <i>Tecnología. 3º Secundaria</i> . Madrid: SM.
[T8] MARTÍNEZ, J.A., SILVA, F. y DE LA ROSA, C. (2002). <i>Tecnología. 3º ESO (Proyecto 2.2)</i> . Zaragoza: Edelvives.
[T9] ROMERO, A. y SERRATE, X. (2002). <i>Tecnología 3º ESO</i> . Madrid: Bruño.

Hay que decir que todos los textos analizados tratan prácticamente los mismos contenidos conceptuales de electrónica, orientados a que los alumnos adquieran las siguientes ideas básicas:

– La electrónica es un campo científico-tecnológico, cuyo fundamento está basado en el movimiento de electrones en el vacío, o en otros materiales llamados semiconductores, que se emplea, principalmente, para controlar aparatos y procesar información.

– En los circuitos electrónicos existen dos tipos de componentes:

a) Pasivos: no modifican los voltajes ni las corrientes aplicadas (p.e., conductores, resistencias, conmutadores, condensadores, etc.).

b) Activos: son fabricados a partir de materiales semiconductores, y permiten amplificar o atenuar las señales eléctricas (p.e., diodos, transistores, leds, etc.).

– Los circuitos integrados, o chips, son circuitos electrónicos muy pequeños, fabricados a partir de un bloque de material semiconductor, y tienen la ventaja de ser más fiables, económicos y con mayores prestaciones que los circuitos electrónicos discretos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Inclusión y tratamiento CTS de la electrónica en libros de texto de Tecnología

La tabla 2 muestra la frecuencia<sup>1</sup> de los diferentes aspectos CTS en los libros de texto analizados. Los más frecuentes son, por este orden, las aplicaciones tecnológicas de la electrónica (criterio 1), las aportaciones de la ciencia al desarrollo de la electrónica (criterio 2b), la influencia de la electrónica en el desarrollo científico tecnológico (criterio 2a), y la historia y evolución de la electrónica (criterio 4). Por el contrario, la comparación entre perjuicios y beneficios del consumo electrónico (criterio 6), el impacto de la electrónica en el medio ambiente (criterio 7) y la electrónica como producto de un trabajo progresivo y colectivo (criterio 5) son escasamente tratados. Además, es destacable que éstos suelen ser introducidos como contenidos declarativos, con una escasa o nula presencia en las propuestas de actividades. Si bien, las actividades son concebidas como situaciones de aprendizaje orientadas, interactivas y organizadas (Cañal et al., 1993), cuya implementación en el aula constituye el principal medio para adquisición de conocimientos y capacidades sobre un determinado tópico. Por tanto, la escasa incidencia de aspectos CTS sobre electrónica en las propuestas de actividades vislumbra la baja prioridad que los autores de los textos otorgan a los mismos.

Tabla 2

Números y porcentajes de libros de texto que incluyen los distintos aspectos CTS de la electrónica como contenido declarativo y en actividades.

(N = 9)	CONTENIDO DECLARATIVO			ACTIVIDADES			
Aspectos CTS	Presentación de la unidad	Desarrollo de la unidad	Complemento/ ampliación	Iniciales	De desarrollo	Finales (recapitulación/ evaluación)	Complementarias o ampliación
1. Aplicaciones de la electrónica en la industria, (tele)comunicaciones, hogar, salud...	8	3	3	4	1	1	0
2a. Influencia de la electrónica en el desarrollo científico-tecnológico general	4	5	1	0	0	1	0
2b. Conexiones entre la ciencia y tecnología en el ámbito de la electrónica	1	7	0	2	1	1	1
3. Influencia de la electrónica en la configuración social y cultural actual (y viceversa)	4	2	1	1	0	1	0
4. Beneficios <i>versus</i> perjuicios de la electrónica de consumo	0	0	0	0	0	0	2
5. Historia y evolución de la electrónica: orígenes, desarrollo y últimos avances	2	5	3	2	1	2	2
6. Desarrollo de la electrónica como fruto de un trabajo progresivo y colectivo	0	3	1	0	0	0	1
7. Electrónica y medio ambiente	0	0	1	0	0	0	0

**3.1.1. Aplicaciones de la electrónica**

Las aplicaciones del conocimiento científico-tecnológico, en los diferentes ámbitos de la sociedad, componen uno de los aspectos esenciales del enfoque CTS. En la medida en que los alumnos tomen conciencia de que dichas aplicaciones forman parte de su vida diaria, más fortalecida se verá la idea de que adquirir una comprensión básica y adecuada sobre las mismas puede mejorar su condición de ciudadano. En el caso de la electrónica, sus aplicaciones en la industria, el hogar, la salud, el ocio, etc. (criterio 1) son el aspecto CTS más frecuente en los libros de texto. Si bien, el tratamiento mayoritario recibido (8/9 de los textos) es como contenido declarativo en la presentación de la unidad; sólo la tercera parte de la muestra lo hace durante el desarrollo de la unidad y/o como información complementaria. Algo similar ocurre, aunque en una proporción considerablemente menor, con la propuesta de actividades. Lo más frecuente (4/9 de los textos) es plantear actividades en la presentación de la unidad; sólo 1/9 lo hace durante el desarrollo de la unidad y/o dentro de la recapitulación de la misma. Ninguno propone actividades complementarias o de ampliación al respecto.

Los que siguen son ejemplos de la inclusión de aplicaciones tecnológicas de la electrónica en los textos analizados. Como contenido declarativo:

«Los sistemas y dispositivos electrónicos tienen múltiples aplicaciones y se emplean en ámbitos muy diversos, como el hogar, la industria o las telecomunicaciones. En el hogar, se utilizan en la mayoría de los electrodomésticos de que disponemos. En la industria, han permitido el desarrollo de sistemas de control automático y programable. En telecomunicaciones, los dispositivos electrónicos se emplean en emisores y receptores de radio y televisión, telefonía fija y móvil, reproductores de DVD, navegación por satélite (GPS), etc.» (T4, p. 102; contenido declarativo de desarrollo de la unidad.)

A través de actividades:

«Busca información y di el nombre de tres aparatos que funcionen mediante un sistema electrónico y que estén relacionados con cada uno de los ámbitos que se indican a continuación: industria, comercio, hogar, comunicaciones, tiempo libre, energía, transporte, medicina.» (T4, p. 107, actividad de desarrollo).

### 3.1.2. *Electrónica y relaciones ciencia-tecnología*

Una de las cuestiones más interesantes, a la vez que controvertida, del enfoque CTS es la concepción epistemológica de la ciencia y la tecnología, así como la relación y distinción entre ambas (Acevedo, 1998; Gilbert, 1992). No en balde, aún sigue arraigada la idea que identifica la tecnología con ciencia aplicada (Acevedo et al., 2005), contribuyendo así a reforzar una visión deformada de la tecnología, en tanto que le otorga un papel subordinado al de la ciencia (Buch, 2003). Sin embargo, al margen de que las unen estrechos vínculos, ambas son campos de conocimientos con entidad propia y estatus similar.

Actualmente, lo que se reclama es impulsar una alfabetización básica en ciencia y tecnología que conjugue armónicamente ambos campos como parte de una misma unidad de conocimiento (Valdés et al., 2002). Porque, efectivamente, la historia de la ciencia y la tecnología está repleta de casos en los que los descubrimientos, inventos y avances producidos han venido dados por una perfecta simbiosis entre ambas. En consecuencia, una adecuada alfabetización electrónica debe incluir tanto los aspectos científicos como tecnológicos, que han tenido lugar en su desarrollo (Rosado y García-Carmona, 2005), así como la contribución de la electrónica en el origen y avance de otros campos científico-tecnológicos.

En los textos analizados, la contribución de la electrónica al desarrollo de otros campos científico-tecnológicos (criterio 2a) es tratada por 5/9, como contenido declarativo de desarrollo de la unidad; y por 4/9, como presentación de la misma. En los apartados de ampliación prácticamente no es abordado el aspecto. Igualmente, el aspecto apenas es atendido en las propuestas de actividades.

La confluencia, más o menos explícita, de aspectos científicos y tecnológicos en la construcción y desarrollo de la electrónica (criterio 2b) sí es tratado con más frecuencia que el aspecto anterior; si bien, 7/9 de los textos limita su tratamiento, casi exclusivamente, a la exposición de contenidos declarativos; son muy pocos (2/9) los que proponen actividades al respecto. Asimismo, en el tratamiento del criterio se observan dos modos de abordar que tanto la ciencia como la tecnología son esenciales en el desarrollo de la electrónica. El primero pone de relieve, explícitamente, que ambos campos se complementan para lograr avances en la electrónica. Un ejemplo:

«Los semiconductores son materiales que presentan características intermedias entre los conductores y aislantes. [...] Estos elementos son tetravalentes, es decir, tienen cuatro electrones de valencia, y forman enlaces covalentes en los que comparten estos electrones con sus átomos vecinos. [...] Aunque los primeros componentes electrónicos se fabricaron con germanio, en la actualidad el semiconductor más utilizado es el silicio, debido a sus mejores características y a su capacidad para soportar mejor altas temperaturas. [...] La teoría de bandas constituye una explicación alternativa del comportamiento de los semiconductores. [...]» (T2, pp. 52-55; contenido declarativo de desarrollo de la unidad.)

El otro modo parece transmitir la idea de que la electrónica es un campo esencialmente tecnológico. Los textos ubicados en esta línea, cuando introducen los principios cien-

tíficos en los que se basa, suelen relegarlos a un segundo plano; por ejemplo, como complemento de la unidad:

«Los semiconductores constituyen la base de fabricación de componentes electrónicos como los diodos y los transistores. Busca información sobre ellos. a) ¿Qué elemento químico constituye la base de los semiconductores y cómo se comporta frente al aumento de temperatura? b) Explica qué diferencia hay entre un semiconductor intrínseco y un semiconductor extrínseco. c) Indica qué elementos químicos se emplean para obtener semiconductores tipo n y cuáles se usan para obtener semiconductores tipo p.» (T4, p. 117, actividad de ampliación.)

Esta última perspectiva no es la que mejor refleja la relación entre la ciencia y la tecnología en el ámbito de la electrónica; máxime si se atiende a su historia y epistemología (Jenkins, 2005; Rosado y García-Carmona, 2005) porque, ciertamente, se trata de uno de los campos donde las aportaciones de la ciencia y la tecnología han estado (y están) más equilibradas.

### 3.1.3. *La electrónica y la configuración socio-cultural*

Los aspectos sociológicos que influyen o están influenciados por el desarrollo científico-tecnológico es otro de los aspectos básicos del movimiento educativo CTS (criterio 3). Su finalidad es que la ciudadanía logre comprender e intervenir socialmente en cuestiones que surgen en torno a la actividad científico-tecnológica (García-Carmona, 2006). Y es que, como señalan Martín-Gordillo, Osorio y López-Cerezo (2000), «la insistencia en los valores sociales, como componente de la perspectiva CTS, permite contrarrestar las inercias propias de la fascinación por una idea socialmente descontextualizada de la innovación científico-tecnológica».

Ya se ha comentado, al principio, que la presencia de la electrónica en la sociedad es bastante notoria, de manera que su repercusión en nuestro estilo de vida merece ser tratada en una alfabetización electrónica básica. Hoy pocos son los hábitos o tareas diarias que no están influenciados y/o condicionados por la electrónica. Lo cual, a su vez, genera nuevas necesidades que condicionan, de alguna forma, el desarrollo de este campo. Por tanto, se puede hablar de una influencia recíproca entre electrónica y sociedad.

En la muestra analizada, este aspecto CTS es tratado, principalmente, como contenido declarativo de presentación de la unidad; concretamente por 4/9 de los libros de texto. Sólo 2/9 lo incluyen dentro del desarrollo de la unidad, y 1/9 como complemento o ampliación. Sí es conveniente decir que la influencia de la electrónica en la sociedad es el tratado mayoritariamente por los textos; si bien, el sentido opuesto, es decir, la influencia de la sociedad en el desarrollo de la electrónica, es parcamente abordada. Asimismo, los textos prácticamente no plantean actividades al respecto.

Ejemplo del tratamiento de la influencia de la electrónica en la configuración social y cultural en los textos:

«Seguramente la electrónica ha sido uno de los campos de la tecnología que más ha hecho cambiar la vida de las personas, desde principios

del siglo xx hasta nuestros días. [...] Para darse cuenta de la magnitud de la electrónica en el mundo actual, no hay más que intentar vivir un día sin luz eléctrica, sin comida calentada en hornos microondas, sin posibilidad de transporte, sin calefacción, y sin multitud de aparatos y sistemas eléctricos y electrónicos. Posiblemente sería el día más largo de nuestra vida.» (T2, p. 41; contenido declarativo de presentación de la unidad.)

**Ejemplo del tratamiento de la influencia de la sociedad en el desarrollo de la electrónica:**

«El Centro Nacional de Microelectrónica fue creado en 1983 y depende del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Cuenta con tres sedes, radicadas en Madrid, Barcelona y Sevilla. En cada una de las sedes, la investigación se orienta de manera particular, dependiendo de las necesidades y de las demandas de la sociedad. [...]» (T4, p. 117; contenido declarativo de ampliación de la unidad.)

**3.1.4. Beneficios «versus» perjuicios del consumo de productos electrónicos**

Como hemos dicho, el enfoque CTS no debe limitarse a citar la influencia recíproca entre el conocimiento científico-tecnológico y el desarrollo de la sociedad. También debe intentar suscitar en el alumnado una serie de actitudes y valores que le permitan ser críticos y responsables ante situaciones de controversia social, derivadas del desarrollo científico-tecnológico (García-Carmona, 2006).

Actualmente existe un consumo excesivo de productos electrónicos, que está dando lugar a una serie de problemas psico-sociales significativos. Un estudio reciente (*El País*, 2005) ha revelado la adicción de los adolescentes al teléfono móvil. Entre sus efectos destaca la reducción de las habilidades sociales, el aislamiento del individuo y un incremento del riesgo de padecer depresión. Por ello, parece lógico que una adecuada alfabetización electrónica incluya entre sus objetivos el impulso de debates orientados a reflexionar sobre los beneficios y perjuicios del consumo de productos electrónicos (criterio 4). Sin embargo, la inmensa mayoría de los textos no se ocupan del asunto. Tan sólo 2/9 lo tratan, aunque como algo secundario, mediante alguna actividad en el apartado de complemento o ampliación de la unidad. Ejemplo:

«En los últimos años los avances electrónicos han contribuido enormemente a mejorar el bienestar del género humano. a) ¿Crees que estos avances han sido siempre beneficiosos? b) ¿Han mejorado realmente el nivel de vida de todas las personas? c) ¿Han significado una disminución del número de puestos de trabajo? d) ¿Existe realmente un mayor bienestar social?» (T5, p. 97; actividad de ampliación.)

**3.1.5. Historia y evolución de la electrónica: orígenes, desarrollo y últimos avances**

La integración de la historia de la ciencia y la tecnología en el enfoque educativo CTS ofrece una visión dinámica de ambos campos, en construcción permanente y condicionados por las circunstancias de cada época. En cierto modo, su inclusión ofrece una visión más realista de la ciencia y la tecnología, ya que suelen tratarse, entre otros aspectos, los problemas a los que se han enfrentado los científicos y tecnólogos a lo largo de la historia; cómo

han superado esas dificultades y qué conclusiones obtuvieron de ello; cuáles son los últimos avances; qué retos tienen por delante, etc. En definitiva, todo ello coadyuva a romper con el enfoque neutral y simplista que, tradicionalmente, se ha dado a la ciencia y la tecnología desde la escuela (Gil et al., 1991).

Los orígenes de la electrónica se remontan a finales del siglo XIX con Thomas A. Edison, quien en 1883 estableció los fundamentos del efecto que lleva su nombre, y que daría lugar al primer dispositivo electrónico de la historia: la válvula de vacío. Pero los avances más espectaculares en electrónica son relativamente recientes. A mediados del siglo XX, la electrónica protagoniza una de las mayores revoluciones científico-tecnológicas de la historia de la humanidad (Jenkins, 2005): el uso de materiales semiconductores en la fabricación de chips, o circuitos electrónicos integrados; lo cual ha sido reconocido con el premio Nobel de Física 2000. Desde entonces, la electrónica es uno de los campos científico-tecnológicos más fructíferos y que mejor simboliza la sociedad moderna.

En la muestra analizada, aspectos relacionados con la historia y últimos avances de la electrónica son tratados por 5/9 de los textos como contenido declarativo básico (de desarrollo) de la unidad. Como contenido declarativo de presentación a la unidad es incluido por 2/9 de la muestra, y como ampliación de la unidad, por una tercera parte.

**Ejemplo del tratamiento dado a la historia de la electrónica en los textos revisados:**

«En 1947, J. Bardeen, W. Brattain y W. Shockley crearon un curioso dispositivo formado por dos láminas de oro muy finas, montadas sobre un triángulo de plástico y unidas mediante una hoja de germanio (material semiconductor). Al enviar una señal eléctrica [...] ésta se reproducía, en el otro contacto, amplificada cientos de veces. Había nacido el primer transistor.» (T8, p. 76; contenido declarativo de desarrollo de la unidad.)

**Ejemplo donde se mencionan los últimos avances o tendencias en investigación electrónica:**

«La tecnología de grabar circuitos de transistores de silicio ha mejorado sin cesar en las últimas décadas, permitiendo incluir mayor número de transistores en chips cada vez más pequeños. A este ritmo, en pocos años se llegará al límite físico de la miniaturización. [...] En la Universidad de Harvard han construido nanocables hechos con átomos individuales, que miden una millonésima de micra de ancho y unas milésimas de micra de largo. Para hacerlo utilizan una gota de disolvente que contiene un semiconductor y que se deposita sobre una superficie de óxido de silicio llena de microscópicas celdillas. En cada punto donde se cruzan dos de estos nanocables se forma una estructura que actúa como un transistor.» (T7, p. 129; contenido declarativo de ampliación de la unidad.)

En relación con la propuesta de actividades sobre el tema, 2/9 de los libros de texto proponen alguna en la presentación de la unidad, en la recapitulación de la unidad y/o como ampliación. Mucho menos frecuentes (1/9) son los textos que proponen alguna durante el desarrollo

de los contenidos de la unidad. Un ejemplo de actividad en tal sentido:

«La constante miniaturización de los circuitos electrónicos ha permitido, no sólo simplificar en tamaño y complejidad muchos aparatos, sino también introducir la electrónica en objetos que hace poco era impensable. Para ilustrar este rápido desarrollo, buscad circuitos, desde los más antiguos hasta los de última generación, y comparad su tamaño y capacidad. En algún caso os puede resultar difícil encontrar piezas antiguas, pero una fotografía puede servir para observar perfectamente estos cambios.» (T2, p. 85; actividad de ampliación.)

### 3.1.6. La electrónica como producto de un trabajo colectivo

Hemos dicho que la ciencia y la tecnología avanzan mediante un proceso dinámico y acumulativo. Por ello, el enfoque educativo CTS incide en que el trabajo científico-tecnológico, como cualquier otra actividad humana, está influenciado por las interacciones de quienes realizan dicho trabajo. Con ello, se intenta transmitir la idea de que el conocimiento científico-tecnológico progresa gracias al trabajo de equipos de científicos y tecnólogos, que cooperan e intercambian ideas y resultados. Además, su tratamiento en el aula contribuye a derrumbar el tópico de que el avance científico-tecnológico sólo se debe a grandes brotes de inspiración de algunos «genios» (García-Carmona, 2002), y a fomentar, en cambio, la concepción de que el verdadero progreso se logra con la acumulación de muchos pequeños pasos.

En el caso de la electrónica, dicha perspectiva sólo es abordada por 3/9 de los textos, como contenido declarativo durante el desarrollo de la unidad; y como ampliación, en un 1/9. Su tratamiento habitual es más bien implícito, en el sentido de que cuando se hace alusión a ciertos episodios de la historia de la electrónica, se citan los nombres de algunos grupos de científicos y tecnólogos que contribuyeron a su avance. Un ejemplo lo constituye el famoso trío formado por J. Bardeen, W. Brattain y W. Shockley, creadores del primer circuito integrado de la historia, en 1947.

En la ESO, tales aspectos epistemológicos de la ciencia y la tecnología deberían ser tratados de un modo más directo y explícito, porque ayudan a mejorar las actitudes de los alumnos hacia éstas. Efectivamente, con una adecuada transposición didáctica del trabajo científico-tecnológico al ámbito escolar, los alumnos pueden llegar a entender que sólo cuando se discuten e intercambian ideas, en un clima de respeto y diálogo, es posible lograr una mejor comprensión de los fenómenos y situaciones analizadas. Por tanto, ello debería ser un aspecto prioritario dentro de una adecuada alfabetización científico-tecnológica. Sin embargo, los textos prácticamente no transmiten una visión adecuada de este aspecto en el ámbito de la electrónica. Sólo uno aborda algo relacionado con el tema, mediante la actividad de ampliación siguiente:

«Elige uno de los institutos de Microelectrónica que se presentan en esta página y averigua cuáles son sus actividades, a cuánto personal emplea y de qué presupuesto disponen.» (T4, p. 117; actividad de ampliación.)

### 3.1.7. Problemas medioambientales derivados del consumo de productos electrónicos

Quizás una de las «caras» menos conocidas de la electrónica, pero no por ello menos importante, sea su impacto medioambiental (criterio 7). La continua reducción de los costos para poder reemplazar aparatos electrónicos (computadoras, teléfonos móviles, etc.), y la velocidad con la que éstos se vuelven obsoletos, está originando que cada vez haya más desechos que eliminar. Como señalaba recientemente el director de Desarrollo Sostenible de la Dirección de Medio Ambiente de la Comisión Europea, Timo Makela (*La Vanguardia*, 2006), «Anualmente Europa produce entre seis y siete millones de toneladas de basura electrónica, y si esta cantidad se trajera a Nairobi, daría para cubrir la ciudad entera cada año con un metro de desechos». De ahí que uno de los grandes problemas actuales, relacionados con el consumo de productos electrónicos, es buscar formas de reciclarlos o eliminarlos sin que dañen al ser humano ni al medio ambiente. Además, esta necesidad se torna urgente porque lo que ocurre es que las naciones más ricas están depositando desechos electrónicos peligrosos en los países más pobres (BBC, 2006).

A pesar de la importancia del asunto, de marcado carácter CTS, los libros de texto prácticamente no se hacen eco de ello. Sólo uno de ellos lo trata como contenido declarativo en la ampliación de la unidad:

«Todos aquellos dispositivos que constituyen total o parcialmente aparatos electrodomésticos, receptores de televisión, equipos de música, ordenadores, teléfonos móviles, etc., y que han perdido su utilidad como consecuencia del deterioro producido por su uso cotidiano, o bien por la aparición de nuevos modelos con mayores prestaciones, que dejan desfasados a los anteriores, se conocen como residuos eléctricos y electrónicos. [...] Lo grave es que estos equipos en desuso contienen sustancias tóxicas [...], que resultan peligrosas tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente [...].» (T5, p. 97; contenido declarativo de ampliación de la unidad.)

Sin embargo, su tratamiento en el aula contribuiría a la educación ambiental y de consumo responsable, en una sociedad consumista como la actual.

### 3.1.8. Ausencias de aspectos CTS relativos a la electrónica en los textos analizados

Antes de terminar esta primera parte del análisis, hacemos alusión a ciertos aspectos CTS que, desde nuestro punto de vista, merecerían ser incluidos en los textos, en aras de contribuir a una alfabetización electrónica básica. Por ejemplo, se echan en falta contenidos relativos a la influencia de la electrónica en decisiones políticas y administrativas –y viceversa– (el DNI electrónico, el voto electrónico, la integración de las tecnologías electrónicas en las escuelas, la receta electrónica, etc.), en el arte; o el uso y desarrollo de la electrónica con fines bélicos y armamentísticos.

Igualmente, se echan en falta aspectos relacionados con la coeducación. Ya se ha dicho que uno de los objetivos básicos del enfoque CTS es mostrar la ciencia y la tecnología como una construcción humana. En este contexto,

no se debería pasar por alto el papel de la mujer en el desarrollo científico-tecnológico. De esta manera, además de hacer justicia a sus aportaciones, se contribuye a derrocar la creencia de que la ciencia y la tecnología son parcelas reservadas a los hombres (Fernández-Rius, 2000). Y es que, como señala Eynde (1994), el progreso científico-tecnológico, y humano en general, se logrará mejor si se integra a las mujeres en el eje principal de la cultura dominante. En el ámbito de la electrónica, cabe destacar, por ejemplo, a Adele Goldstine, que fue la primera persona que escribió un manual técnico para computadoras electrónicas. Otro ejemplo lo constituye Debra Seider, que, en 1996, con motivo del cincuenta aniversario de la creación de la ENIAC (la famosa computadora que originalmente llenaba una sala de 10 por casi 17 metros) diseñó la interfaz gráfica del chip que la redujo a un dispositivo de 7,44 por 5,29 milímetros.

**3.2. Análisis comparativo entre los diferentes libros de texto, en relación con la presencia de contenidos y actividades CTS sobre electrónica**

Con el fin de completar el estudio, se analizó la presencia y proporción de los diferentes contenidos y actividades CTS en cada uno de los libros de texto (Tabla 3). Como contenido declarativo, se observa que T4 es el que introduce la mayor cantidad de aspectos CTS, con 6/8 de los mismos, seguido de los textos T2 y T6, que incluyen

5/8. En cambio, T3, T8 y T9 no incluyen más que 3/8. El resto (T1, T5 y T7) abordan 4/8 de los mismos.

En cuanto a la propuesta de actividades, es también T4 el que más aspectos CTS aborda mediante éstas, con 5/8 de los mismos, seguido de cerca por T2, con 4/8. En el extremo opuesto se encuentran los textos T8 y T9, que no proponen ninguna actividad. Y el resto de los textos sólo llega a abordar la tercera parte de los aspectos CTS mediante actividades.

Además de analizar qué aspectos CTS relativos a la electrónica eran abordados por los libros de texto mediante actividades, examinamos el peso específico de las mismas en cada tramo de las unidades didácticas correspondientes. Esto es, evaluamos qué proporción de actividades CTS eran incluidas como parte del total de las actividades iniciales, de desarrollo del tema, de recapitulación y de ampliación (Tabla 4). Lo más destacable es que los espacios donde se plantean algunas actividades son los dedicados a la presentación de la unidad y en las secciones de ampliación. Mientras que durante el desarrollo de los contenidos básicos de la unidad, la propuesta de actividades supone una proporción bastante pequeña, llegando a ser nula en algunos libros de texto. Con lo cual, se pone de manifiesto que aspectos y perspectivas de la electrónica, que no sean principios, conceptos y leyes científicas, como los que propone el enfoque CTS, son considerados por los diseñadores de libros de texto como contenidos de segundo orden.

Tabla 3  
Análisis comparativo de la inclusión de aspectos CTS de la electrónica, como contenido declarativo y mediante actividades, en los libros de texto.

Aspectos CTS	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A	CD	A
1	X	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X		X	
2a	X		X		X		X	X			X		X		X			
2b		X	X	X	X		X	X			X	X			X		X	
3	X		X				X	X	X				X	X			X	
4				X						X								
5	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X	X				
6							X	X			X							
7									X									
Total de aspectos tratados	4/8	3/8	5/8	4/8	3/8	1/8	6/8	5/8	4/8	1/8	5/8	2/8	4/8	3/8	3/8	-	3/8	-

CD: contenido declarativo; A: actividades; X: trata el aspecto



Tabla 4  
 Proporción de actividades CTS relativas a la electrónica, respecto al total de las propuestas en las distintas fases de las unidades didácticas de los libros de texto.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Aspectos CTS	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A	I D F A
1	¼ - - -	1/6 - - -	- - - -	1/3 1/9 1/7 -	- - - -	- - - -	1/1 - - -	- - - -	- - - -
2a	- - - -	- - - -	- - - -	- - 1/7 -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
2b	2/4 - - -	- 3/19 - -	- - - -	- - 1/7 ½	- - - -	¼ - - -	- - - -	- - - -	- - - -
3	- - - -	- - - -	- - - -	1/3 - - -	- - - -	- - - -	- - 1/12 -	- - - -	- - - -
4	- - - -	- - - 1/3	- - - -	- - - -	- - - 1/1	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
5	- - 1/21 -	1/6 - - 1/5	1/3 - - -	- - - -	- - - -	1/3 - 5/5	- - 1/12 -	- - - -	- - - -
6	- - - -	- - - -	- - - -	- - - ½	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
7	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
I: Actividades iniciales; D: Actividades de desarrollo; F: Actividades finales (recapitulación/evaluación); A: Actividades complementarias o de ampliación									

#### 4. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del análisis, concluimos que el enfoque CTS no es considerado como un contenido esencial o prioritario en la alfabetización electrónica básica, promovida por los libros de texto. Frente a la enseñanza de conceptos, leyes, reglas y técnicas, las interacciones CTS vinculadas a la electrónica suelen ser consideradas como un contenido de segundo orden. Por tanto, se fomenta una enseñanza de la electrónica predominantemente prope-  
deútica, neutra y, consecuentemente, empobrecida, en una etapa que, para gran parte de la ciudadanía, probablemente sea la única ocasión de estudiar algo relativo a la misma.

Hemos observado que la inclusión de aspectos CTS sobre electrónica, en los libros textos, varía en un rango que va desde los que abordan 6/8 de los mismos –según los criterios de análisis establecidos–, hasta los que no superan los 3/8. Además, se distinguen dos tendencias respecto a la importancia adjudicada a los aspectos CTS en la enseñanza del tópico: *a)* los libros de texto que, principalmente, integran parte de esos aspectos durante el desarrollo de los contenidos básicos de la unidad didáctica; y *b)* los que optan por tratarlos, preferentemente, en las secciones de presentación, ampliación o suplementos de la unidad, sin apenas incidir en ellos cuando tratan los contenidos fundamentales. Esta última opción, mayoritaria en la muestra analizada, permite deducir que los libros de texto adjudican al enfoque CTS un papel secundario; y que su inclusión en secciones accesorias, como en la presentación de la unidad, posiblemente tenga un golpe de efecto inicial, que pronto se desvanece si no se profundiza posteriormente en el asunto.

Otro resultado, que apoya lo que decimos, es que las relaciones CTS en torno a la electrónica son básicamente tratadas como contenidos declarativos; de modo que su incidencia es escasa en las secuencias de actividades de los libros de texto. Un dato, sin duda significativo, si consideramos que la realización de actividades –adecuadamente diseñadas y organizadas– es el mejor medio de aprendizaje. Además, tal y como ocurre con los contenidos declarativos, los espacios donde se plantean algunas actividades CTS son, principalmente, la presentación de la unidad y las secciones de ampliación.

En cuanto a las relaciones CTS concebidas por los libros de texto, reciben una atención prioritaria las aplicaciones tecnológicas de la electrónica y las aportaciones

de la ciencia al desarrollo de la electrónica, seguidas de su contribución al desarrollo científico-tecnológico, y de su historia y evolución. En cambio, son escasamente tratados aspectos como las repercusiones sociales del consumo electrónico, su impacto medioambiental y la concepción de la electrónica como fruto de un trabajo progresivo y colectivo. Asimismo, no son tratados por los textos analizados aspectos relacionados con la electrónica, que pueden contribuir a mejorar el planteamiento de una alfabetización científico-tecnológica básica respecto al tópico. Por ejemplo, cuestiones como su influencia en decisiones políticas y administrativas, en el arte, en la carrera armamentística; o al papel de la mujer en el desarrollo de la electrónica, como aportación a la necesaria coeducación.

Destacable es, también, que parte de los libros de texto analizados transmiten la idea de que la electrónica es un campo esencialmente tecnológico, adjudicando a la ciencia electrónica un papel subordinado al de la tecnología electrónica. Tal vez el problema sea de índole curricular, como consecuencia de concepciones epistemológicas inadecuadas sobre la electrónica (Rosado y García-Carmona, 2005), dado que actualmente el tópico sólo es tratado en la asignatura de tecnología.

En consecuencia, creemos que todavía sigue existiendo un gran escepticismo e importantes reticencias en la mayoría de los diseñadores de materiales didácticos, a la hora de considerar el enfoque CTS como un elemento esencial en la alfabetización científico-tecnológica básica. Pero su inclusión en el aula, tal y como muestran algunos estudios recientes (Bennett, Luben y Hogarth, 2007; García-Carmona, 2006), favorece el desarrollo de valores y actitudes del alumnado ante los fenómenos y procesos relacionados con los avances científico-tecnológicos. Por tanto, desde aquí animamos al profesorado identificado con este enfoque educativo a diseñar sus propios materiales didácticos, y vayan así abandonando el uso exclusivo de los libros de texto en su práctica docente.

#### NOTAS

1. Las frecuencias no son excluyentes entre sí, ya que algunos textos tratan el mismo aspecto CTS en distintas partes de la unidad didáctica. Lo mismo ocurre con las propuestas de actividades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A. (1998). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 409-420.
- ACEVEDO, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 3-16, en <[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero\\_1\\_1/Vol\\_1\\_Num\\_1.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Vol_1_Num_1.htm)>.
- ACEVEDO, P. y ACEVEDO, J.A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Bordón*, 54(1), pp. 5-18.
- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2005). Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Educación Química*, 16(3), pp. 372-382.
- ALCOCER, L., CARRIÓN, R., ALONSO, J.J. y CAMPANARIO, J.M. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), en <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>.
- BBC MUNDO (2006). *Riesgos de la basura electrónica*. Edición digital BBC MUNDO.com/CIENCIA (28-11-2006). Consultado el 25-01-2007.
- BENNETT, J. LUBBEN, F. y HOGARTH, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), pp. 347-370.
- BAROUX, H. y HABRAN, J. (1986). PAE: Initiation à l'électronique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 683, pp. 699-701.
- BUCH, T. (2003). CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, pp. 147-163.
- CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 243-254.
- CAÑAL, P., LÓPEZ, J.I., VENERO, C. y WAMBA, A. (1993). El lugar de las actividades en el diseño y desarrollo de la enseñanza: ¿cómo definir las y clasificarlas? *Investigación en la Escuela*, 19, pp. 7-13.
- DREYFUS, A. (1992). Content analysis of school textbooks. The case of technology-oriented curriculum. *International Journal of Science Education*, 14(1), pp. 3-12.
- EL PAIS (2005). *El Defensor del Menor de Madrid alerta del uso adictivo del móvil entre los adolescentes*. Edición PAÍS.es/Sociedad (24-05-2005). Consultado el 25-01-2007.
- EYNDE, A. (1994). Género y Ciencia, ¿términos contradictorios? Un análisis sobre la contribución de las mujeres al desarrollo científico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 6, pp. 79-101, en <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie06.ht>>.
- FERNÁNDEZ-RIUS, L. (2000). Roles de género-Mujeres Académicas: ¿Conflictos? *III Congreso Internacional Multidisciplinario sobre Mujer, Ciencia y Tecnología*. Panamá, 27- 29 julio de 2000, en <<http://www.campus-oei.org/salactsi/lourdes.htm>>.
- FOXCROFT, G.E. (1972). Electronics in the Nuffield Advanced Physics Course. *Physics Education*, 7(1), pp. 14-20.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2002). Casualidad, inspiración y descubrimientos científicos. El lado subjetivo de la ciencia. *Red Científica: Ciencia, Tecnología y Pensamiento*, 47, en <<http://www.redcientifica.com/doc/doc200209150001.html>>.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2005). El diodo como operador elemental en circuitos electrónicos. Una propuesta para su enseñanza en 2º ciclo de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), pp. 64-78. en <[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_1/Vol\\_2\\_Num\\_1.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Vol_2_Num_1.htm)>.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2006). Interacciones CTS en el aprendizaje del electromagnetismo: Una experiencia para el desarrollo de actitudes de responsabilidad. *Investigación en la Escuela*, 58, pp. 79-91.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en educación secundaria*. Barcelona: ICE Universidad de Barcelona / Horsori.
- GILBERT, J.K. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14(5), pp. 563-578.
- JENKINS, T. (2005). A brief history of... semiconductors. *Physics Education*, 40, pp. 430-439.
- LA VANGUARDIA (2006). *Europa genera cada año la basura electrónica suficiente para enterrar la ciudad de Nairobi*. Edición digital LAVANGUARDIA.es (30-11-2006). Consultado el 25-01-2007.
- LAVONEN, J. y MEISALO, V. (2000). Science teachers and technology teachers developing electronics and electricity courses together. *International Journal of Science Education*, 22(4), pp. 435-46.
- LAVONEN, J. y MEISALO, V. (2003). Current Research Activities in the LUONTI Project. *Media Education Publication*, 8, pp. 307-338.
- MALAYER, M., PUJOL, R. y D'ALESSANDRO, A. (2004). Los estilos de prosa y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en textos universitarios de Química General. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 441-454.
- MARTÍN-GORDILLO, M., OSORIO, C. y LÓPEZ-CEREZO, J.A. (2000). La educación en valores a través de CTS. *Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores*. Montevideo, 2-6 de octubre de 2000, en <<http://www.oei.es/salactsi/mgordillo.htm>>.
- MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 243-264.
- MÉNDEZ, E. (2000). La Era de la Información al fin reconocida. Premio Nobel de Física 2000. *Revista Española de Física*, 14(4), pp. 64-66.

- MURPHY, P., McCORMICK, B., LUNN, S., DAVIDSON, M. y JONES, H. (2004). *Electronics in Schools (EiS) Programme. Final Evaluation Report*. Milton Keynes: Open University.
- ROSADO, L. (1995). *Microelectrónica para Profesores de Ciencias y Tecnología*. Madrid: UNED.
- ROSADO, L. y GARCÍA-CARMONA, A. (2002a). Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en el estudio de la Física de Semiconductores en la ESO. Propuesta de un módulo didáctico, en Rosado, L. y Cols. (eds.). *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, pp. 737-774. Madrid: UNED.
- ROSADO, L. y GARCÍA-CARMONA, A. (2002b). Programa-guía sobre Física de Semiconductores en la Electrónica de la Educación Secundaria Obligatoria, en Rosado, L. y Cols. (eds.). *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, pp. 775-846. Madrid: UNED.
- ROSADO, L. y GARCÍA-CARMONA, A. (2002c). Diseño de un módulo didáctico sobre el diodo de unión *pn* en la Electrónica de la ESO, en Rosado, L. y Cols. (eds.). *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, pp. 847-892. Madrid: UNED.
- ROSADO, L. y GARCÍA-CARMONA, A. (2005). Some didactic and epistemological considerations for the introduction of basic knowledge on physics of semiconductors in secondary school. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(1), pp. 21-24, en <<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>>.
- SUMMERS, M.K. (1985). Electronics 11-18: a coordinated programme for the school physics curriculum. *Physics Education*, 20(2), pp. 55-61.
- VALDÉS, P., VALDÉS, R., GUIASOLA, J. y SANTOS, T. (2002). Implicaciones de las relaciones Ciencia-Tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, pp. 101-128.

[Artículo recibido en julio de 2007 y aceptado en enero de 2008]

## STS relationships in basic science education I: an analysis from textbooks in electronics teaching

GARCÍA-CARMONA, ANTONIO  
Colegio Luisa de Marillac (Sevilla)  
agarcia@cofis.es

### Abstract

The paper argues that a suitable scientific-technological literacy in electronics, as well as the acquisition of conceptual and procedural contents, should integrate the Science-Technology-Society (STS) approach concerning this topic. This way, students can develop attitudes and capacities that allow them to critically evaluate the consequences –short and long term– of the use (and abuse) of electronics in the world in which they live. As part of a wider investigation, the results and conclusions of a descriptive study on the didactic treatment given to the CTS approach in electronics education are shown. The study analyses nine technology textbooks of secondary school (level: 14-15 years old).

The obtained conclusions are:

- The STS approach is not considered as an essential or priority content in the electronics teaching promoted from the technology textbooks. Unlike the teaching of concepts, laws, rules and techniques, the said approach used to be considered of secondary importance. Therefore, in this way a propedeutic electronics teaching is promoted predominantly.
- Two tendencies regarding the importance awarded to the aspects CTS in the teaching of the topic are distinguished: a) textbooks that principally make up a part of these aspects during the development of (declarative) basic contents of the didactic unit; and b) (majority option) textbooks that choose to treat the topic preferentially in the sections of presentation, enlargement or supplements of the unit, without just treating its fundamental contents.
- STS aspects regarding electronics are basically treated as declarative contents, and their incidence is small in the textbook

activities. It is significant if we bear in mind that the execution of activities used to be the best resort of learning, and as such it happens with the inclusion of declarative contents, the places where some CTS activities are posed are, principally, the presentation of unit and the enlargements sections.

– A part of textbooks transmits that electronics is a technological field, essentially, giving to electronic science a subordinate role to that of electronic technology. Perhaps, the problem is of a curricular nature, as a consequence of unsuitable epistemological conceptions about electronics, since the topic is nowadays treated in the education of technology.

– Among the STS relationships approached by the textbooks, the technological applications and the contributions of science to the electronics development receive a priority attention. These are then followed by the contribution of electronics to the scientific-technological development, and the history and evolution of it. But, aspects such as social repercussions of the electronic consume, its environmental impact, and the conception of electronics as consequence of a collective and progressive work, are scarcely touched upon. Also, some aspects of electronics, that can contribute to improve a scientific-technological literacy on the subject, are either mentioned. We are referring to questions like the influence of electronics in policy and administrative decisions, in the art world, wars, and the women's role in the development of this scientific-technological field.

– All that has been said underlines the scepticism and reticence that still exists among great part of designers of didactic materials, at the moment of considering the STS approach as an essential element of an adequately scientific-technological literacy regarding electronics.

