

¿Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias?

José Carpena
Carlos Lopesino

En este artículo describimos algunos de los métodos más utilizados para introducir el enfoque cts en las unidades de ciencias y los comparamos con una propuesta diferente, más globalizadora, que aporta unos contenidos que podríamos identificar como propios de esta materia. Con ellos, intentamos que la ciencia escolar muestre cómo puede aplicarse lo aprendido en el aula a la vida cotidiana, así como la situación real de la ciencia en la sociedad en la que está inmersa.

Palabras clave: Ciencias experimentales, Educación, Sociedad, CTS, Enseñanza

What CTS contents can we incorporate into the teaching of the sciences?

In this article we describe some of the most used methods for introducing the CTS focus in the science units and we compare them with a different proposal rather more global, that offers some contents that we could identify as belonging to this subject. With this we aim to show how science in the classroom can be apply to daily life as well as the actual situation of science in the society in which it is immersed.

En los últimos años, desde diversas líneas de investigación en didáctica de las ciencias, se viene intentando acercar la enseñanza de la ciencia a los problemas de la vida real y la naturaleza, con el fin de aumentar la motivación y el interés de los alumnos y alumnas por la misma. El movimiento Ciencia para Todos o el propio enfoque CTS forman parte de ese esfuerzo por mostrar la utilidad de la ciencia para desenvolverse en la vida cotidiana y comprender sus relaciones con la tecnología, el medio ambiente y la sociedad.

Centrándonos en este trabajo, intentaremos en primer lugar describir algunas de las opciones más utilizadas para incorporar las relaciones CTS a los materiales de aula. Después haremos una propuesta sobre posibles contenidos propios de CTS.

Posibles enfoques para una unidad CTS

Supongamos una unidad didáctica tipo en donde se estructuran los contenidos en tres etapas en función de la explicitación de los esquemas conceptuales que pretendemos que adquieran los alumnos y alumnas. Esas etapas podrían ser (Sánchez y Varcárcel, 1993): *identificación de conceptos*, *interpretación* con aporte de principios y leyes, y *aplicación* de los conceptos y principios a la resolución de problemas -creemos que es un modelo muy útil para componer y estructurar contenidos en cualquier unidad.

La forma de afrontar esta secuencia en nuestros materiales de enseñanza nos puede servir para clarificar algunos de los procedimientos utilizados para introducir las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias.

En efecto, si en la fase de aplicación de contenidos, las situaciones y problemas planteados tienen que ver con aspectos relacionados con el entorno del alumnado, la vida cotidiana y el contexto histórico o social, tendremos el primer caso de una unidad con tratamiento CTS. Actualmente es el método más utilizado por los distintos textos de ESO y bachillerato. Secuencia 1, 2, 3 de la figura 1.

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL29035U.gif> - Figura 1. Fases en la estructuración de contenidos en una unidad didáctica

En el número 28 de esta misma revista podemos encontrar ejemplos de cómo contenidos químicos se relacionan y aplican con fenómenos cotidianos (la cocina y la cosmética):

. Ejemplificación de los procesos de ósmosis y solubilidad aplicados a la preparación de una ensalada o cómo evitar el pardeamiento de las patatas peladas por oxidación enzimática (Cid y Criado, 2001).

. Aplicación de procesos básicos de laboratorio para preparar crema hidratante para manos y lápiz de labios (Vivas, 2001).

Otra forma de encarar la unidad sería comenzar por la fase de aplicación para volver a ella al final de la misma. Se plantearía, en este caso, un tema o un problema científico en su contexto social que interese y motive al alumno o alumna (los plásticos, los combustibles, la desertización, las biotecnologías, la contaminación de la atmósfera) para, a continuación, desarrollar los conceptos científicos necesarios para su comprensión e interpretación, a la vez que se aplica en actividades relacionadas con el problema o tema en cuestión. En este caso el enfoque CTS suele mantenerse a lo largo de toda la unidad. Si volvemos a fijarnos en el esquema de la figura 1, la secuencia ahora podría ser: 3, 1, 2, 3.

Un ejemplo de esta última posibilidad lo tenemos en el proyecto Salters para la química de bachillerato. Tal y como apuntan los autores de su adaptación española (Gómez Crespo y otros, 2000) el proyecto se caracteriza porque el eje organizador del currículo son las aplicaciones de la química y sus implicaciones sociales.

Aunque creemos que este segundo enfoque es el más apropiado para la enseñanza de la ciencia, somos también conscientes de la dificultad de su aplicación debido a que choca, por su organización de contenidos y por la metodología necesaria, con la forma tradicional, mayoritaria, de enseñar ciencias y de organización de los departamentos de secundaria. Por tanto, creemos que cualquiera de las dos apuestas merece apoyo puesto que, en el fondo, persiguen hacer de la ciencia algo más cercano a los intereses y motivaciones del alumnado. Sobre todo, en momentos en los que, según Pro (2001), parece que quiere volverse a poner de moda el *énfasis definitorio* en el currículum de ciencias.

Así pues, según hemos visto, con las relaciones CTS se incorporan en las unidades didácticas aquellas actividades que permitan situar los contenidos científicos en un contexto cotidiano y motivador para el alumnado, estando éstos asentados en las propias disciplinas científicas.

Pero entonces, si el enfoque CTS consiste, sobre todo, en enseñar de otra forma los contenidos científicos habituales, ¿podemos hablar de contenidos propiamente CTS? Nosotros creemos que sí, y haremos a continuación nuestra aportación describiendo cuáles pueden ser esos contenidos.

Otra perspectiva para las relaciones CTS

Creemos que una tercera posibilidad para introducir las relaciones CTS de forma transversal al currículum, compatible con cualquiera de las posibilidades descritas anteriormente, sería disponer de unos contenidos propios que posibilitaran al alumnado comprender el funcionamiento interno de la ciencia y su relación con el contexto social en el que se desarrolla. Es decir, poder comprender ese sistema compuesto por una compleja red de relaciones técnicas, económicas, políticas y culturales, en cuya evolución intervienen profesionales del ámbito científico y empresarial, trabajadores, gestores de riesgo, políticos, grupos de presión y medios de comunicación.

Como ciudadano o ciudadana, e independientemente de su orientación laboral, será esta comprensión la que le permitirá interpretar y valorar los problemas y situaciones que se le plantearán a lo largo de su vida. Problemas y situaciones que, no nos engañemos, no tendrán tanto que ver con la "química de la cocina", la "física de la bicicleta" o con el hecho científico en sí, como con el contexto social y natural en el que está incluido. Su desarrollo como ciudadano o ciudadana, una vez abandonados los estudios, le obligará a plantearse dilemas ante situaciones (manipulación genética, opción energética, uso privado de bases públicas de datos) en donde el hecho científico, además de no ser el más importante, está relacionado con toda una serie de variables que complican la toma de decisiones. Saber sobre la ciencia (cómo funciona internamente, cómo se financia y desarrolla) es hoy día, si cabe, más importante que nunca, al estar inmersos en una sociedad tecnológica en donde se recurre a la ciencia y la tecnología para justificar y fundamentar la mayoría de las decisiones económicas, políticas y hasta culturales, que se toman.

Así pues, para nosotros, el enfoque CTS debe considerarse como una perspectiva más amplia de entender la ciencia, que podríamos concretar en una serie de afirmaciones como:

- . La ciencia no es neutral; está condicionada por factores técnicos, pero también políticos, económicos y culturales.
- . No existe un método científico como procedimiento infalible para llegar a la construcción de las leyes científicas. La observación está directamente influida por la teoría.
- . La ciencia y la tecnología contribuyen al desarrollo y bienestar social, pero también reportan riesgos, a veces, difíciles de prever.
- . Los artefactos tecnológicos deberían servir para facilitar nuestra vida, no para que ésta se adapte a ellos.
- . Existe una gran interdependencia entre los sistemas económicos y los de ciencia y tecnología.
- . La participación ciudadana es posible en los temas relacionados con las políticas de ciencia y tecnología.

Por tanto, los contenidos CTS que describiremos más adelante deben proporcionar el marco general en el que se inscriben

el resto de contenidos tradicionales de ciencia. Siempre con tratamiento transversal y nunca como un apéndice de las unidades didácticas. Son contenidos situados en la zona sombreada de la figura 2 y que intentan describir la interacción que se produce entre los distintos sistemas que aparecen.

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL29037U.gif> - Figura 2. Fuente de contenidos para las relaciones CTS

¿Qué contenidos CTS podemos enseñar?

A continuación describimos nuestra propuesta para los contenidos conceptuales y algunos procedimientos que, creemos, deberían incorporarse en los currículos de ciencias.

Hemos agrupado los contenidos en cinco bloques denominados:

- . Historia y naturaleza de la ciencia.
- . Modelo de desarrollo de la ciencia actual.
- . Ciencia, economía y medio ambiente.
- . Límites éticos de la ciencia.
- . Participación ciudadana en el control de la ciencia.

Conceptos

Aunque a continuación desarrollamos los contenidos conceptuales necesarios, insistimos en que no necesariamente deben suponer un esfuerzo añadido a las ya densas programaciones, sino que deben contextualizarse en las propias unidades que desarrollemos. Aconsejamos su introducción en los cursos superiores de ciencias. Por ejemplo, la actividad que aparece como anexo, puede incorporarse a cualquiera de las asignaturas de ciencias que se imparten en bachillerato.

Historia y naturaleza de la ciencia

- . Contribución de la ciencia a la evolución de las ideas.
- . Ciencia y sentido común. El inductivismo ingenuo.
- . Los mitos de la ciencia. La neutralidad y la autonomía de la ciencia.
- . Observación y teorías científicas.
- . El falsacionismo.
- . Teorías como estructuras.

Modelos actuales de desarrollo de la ciencia y la tecnología

- . El sistema científico. Recursos materiales y humanos. Publicaciones, patentes y licencias. Conocimiento e innovación. Producción y competitividad.
- . Factores que influyen en el desarrollo de la ciencia. Factores técnicos, políticos, económicos y culturales.
- . Modelo determinista y de construcción social.
- . Política científica. Planes de I+D. Planes marco de I+D en la Comunidad Europea.

Ciencia, economía y medio ambiente

- . Financiación de la ciencia.
- . El sistema económico como modelo aislado. Deficiencias del modelo.
- . El flujo de recursos económicos. Recursos naturales, bienes de capital y trabajo.

- . El sistema económico abierto. Relación con el sistema científico y la naturaleza.

Los límites éticos de la ciencia

- . Características de la ciencia: Universalidad. Comunalismo. Desinterés. Escepticismo organizado.
- . Ética en el uso de la energía. Ética ambiental. Bioética. Ética en el uso de la información.
- . Ciencia y valores. Crítica de la razón instrumental.

Participación ciudadana en el control de la ciencia y tecnología.

- . Evaluación interna de la ciencia.
- . Evaluación externa y control social.
- . Influencia del modelo de desarrollo y tipo de evaluación.
- . Cauces para la participación ciudadana.

Procedimientos

En cuanto a la selección de procedimientos, debemos intentar que permitan participar al alumnado no sólo de la forma de hacer ciencia, sino también del apasionado debate social que hoy día plantean algunos temas científicos. Para mostrarlo con un ejemplo hemos escogido algunos de los procedimientos con los que habitualmente trabajamos.

Aparecen agrupados en procesos básicos e integrados, lo que puede resultar de ayuda a la hora de su secuencia y su graduación atendiendo a la exigencia cognitiva que requiere. Como puede apreciarse se trabajan numerosas habilidades de investigación y comunicación.

Procesos básicos

- . Planteamiento de ventajas e inconvenientes en tecnologías de uso cotidiano.
- . Identificación de artefactos del entorno producidos gracias a la ciencia y la tecnología.
- . Establecimiento de criterios y clasificaciones en la evaluación de la ciencia.
- . Consulta de fuentes de información sobre cauces de participación pública en la política de ciencia y tecnología de diferentes países.
- . Elaboración y comunicación de informes sobre aspectos relacionados con la evaluación de la ciencia.

Procesos integrados

- . Identificación de variables en la evaluación externa de la ciencia.
- . Representación e interpretación de datos sobre inversión científica por países y sectores.
- . Establecimiento de predicciones sobre posibles ventajas e inconvenientes de una determinada implantación científica.
- . Representación de un problema social relacionado con la ciencia o la tecnología e interpretación de distintos roles.
- . Formulación de tendencias sobre la financiación según zonas geográficas y áreas de investigación.
- . Uso de modelos (enfoques determinista y constructivista) para el desarrollo científico.
- . Interpretación de noticias e informaciones a partir de los modelos anteriores.
- . Identificación y reconocimiento de ideas principales y secundarias en informaciones recogidas de diversas fuentes.

. Inferencia del modelo de desarrollo científico subyacente en esas ideas y opiniones.

Anexo

Ejemplo de una actividad CTS desarrollada por nuestro grupo (Gálvez y otros, 2001)

Actividad: *Juego de roles en un tema de trascendencia social con relaciones CTS: "Implantación de una incineradora".*

Intención educativa:

. Fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos de trascendencia social. Puede incorporarse a unidades didácticas de biología o química.

Contenidos conceptuales:

. Evaluación externa de la ciencia y la tecnología. Modelos de desarrollo de la ciencia. Factores que influyen en el desarrollo de la ciencia. Participación ciudadana.

Contenidos procedimentales:

. Manejo y contraste de informaciones distintas sobre un mismo tema científico.

. Resumen de información, concretando las ideas principales de un texto.

. Identificación de relaciones entre las consecuencias (sociales, económicas, ambientales) que se producen por una implantación tecnológica dada.

. Exposición oral de ideas fundamentadas.

. Participación en debates.

Contenidos actitudinales:

. Valoración de la necesidad de estar bien informados para la toma de decisiones.

. Fomento del hábito por la lectura de prensa.

. Valoración de la importancia del conocimiento científico para la participación ciudadana.

. Fomento de la tolerancia y el respeto al diálogo.

Metodología:

. Lectura de textos periodísticos sobre un mismo tema, pero con opiniones distintas.

. Resumen y síntesis en el cuaderno de las ideas principales.

. Interpretación de uno de los roles por cada grupo de alumnos y alumnas.

. Debate en gran grupo.

Nivel de dificultad:

. Medio. El alumnado debe informarse bien antes de comenzar el debate, además es posible que la postura a defender no le sea cercana.

Materiales:

. Programa-guía de la unidad diseñada por nuestro grupo.

Comentarios explicativos para el profesorado:

. Desde una perspectiva didáctica esta es una actividad globalizadora y de aplicación de los contenidos relacionados con la

evaluación de las tecnologías y la participación ciudadana en decisiones de implantación científica y tecnológica.

. Con este juego de roles se pretende analizar las diferentes actitudes y reacciones del alumnado frente a situaciones o hechos concretos que debe asumir. En nuestro caso, la implantación de una incineradora de residuos en la región de Murcia.

. Se parte de noticias de diarios regionales y, a partir de ellas, se elabora un cuadro con las razones a favor y en contra de cada uno de los sectores implicados (Ayuntamiento, Administración, empresa, trabajadores, ecologistas y vecindad).

. Tras esto, se pasa al debate donde cada grupo (de 2-3 estudiantes) defiende la postura que le ha tocado en el sorteo realizado previamente (aleatorio, sin tener en cuenta sus afinidades).

. La actividad puede acabarse con una reflexión por escrito sobre el proceso seguido.

Comentarios recogidos en el diario del profesor o profesora:

. Los grupos que representan a entidades relacionadas con la política no saben qué decir, les faltan argumentos; sin embargo, los representantes de los sectores que les son más cercanos (vecinos, trabajadores, empresa) mantienen razonamientos más fundamentados.

. Algunos de los argumentos que esgrimen las partes interesadas en boca de los alumnos y alumnas son:

- Administración: "No son necesarios informes por los meses de prueba que ha estado funcionando."

- Ayuntamiento: "Hemos pedido informes a todos los sectores implicados."

- Ecologistas: "Siempre se contamina aunque estén entre ciertos límites."

- La empresa: "La sociedad exige contaminación, si no vete a lo alto de un monte."; "Son ignorantes."

- Los vecinos: "La empresa sólo quiere enriquecerse."; "Deben tenernos en cuenta porque vivimos aquí."; "La prueba de seis meses no es suficiente para saber lo que ocurrirá dentro de dos o tres años."

- Trabajadores: "Con la incineradora aumentan los puestos de trabajo."

Bibliografía

CID, R.; CRIADO, A. (2001): "Química de la cocina. Un enfoque para maestros y maestras", en Alambique, n. 28, pp. 77-83.

GÁLVEZ, M.D; MORA, P.;TÁRRAGA, P. (2001): "Análisis de una experiencia de aula en CTS: El control social del tecnosistema", en MARTÍN y MORCILLO (ed.): Reflexiones sobre la didáctica de las ciencias experimentales.Madrid, pp.101-107.

GÓMEZ, M.A.; GUTIERREZ, M.S; MARTÍN, M.J.; CAAMAÑO, A. (2000): "Un enfoque CTS para la química del bachillerato. El Proyecto Salters", en O Movimento CTS na Península Iberica. Aveiro (Portugal), pp. 73-83.

PRO, A. (2001): "¿Qué estructuras conceptuales de física debe aprender el alumno de secundaria con la contrarreforma", en Alambique, n. 28, pp. 9-21.

SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M. V.(1993): "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales", en Enseñanza de las Ciencias,vol. 11, n. 1, pp. 33-34.

VIVAS, E. (2001): "Cosmética y química", en Alambique, n. 28, pp. 63-68.

Dirección de contacto

José Carpena

Servicio de Formación del Profesorado. Dirección General de Formación Profesional e Innovación Educativa. Murcia. Correo

electrónico: Jose.Carpena@carm.es

Carlos Lopesino
IES Andújar. Santomesa. Murcia. Tel.: 968 865 292.