

Colección
Enseñanza de las ciencias



**Retos y perspectivas de la
enseñanza de las ciencias desde el
enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad
en los inicios del siglo XXI**

**Pedro Membiela
Yolanda Padilla
Editores**

Educación Editora ISBN 84-689-3283-3



**Retos y perspectivas de la
enseñanza de las ciencias desde el
enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad
en los inicios del siglo XXI**

Pedro Membiela y Yolanda Padilla

(Editores)

Educación Editora

ISBN 84-689-3283-3
D.L. OU-123/2005

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
BLOQUE 1: RETOS DE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DESDE LA PERSPECTIVA CTS	
1. ORIENTACIÓN CTS DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA CIUDADANÍA: UN DESAFÍO EDUCATIVO PARA EL SIGLO XXI	
José Antonio Acevedo Díaz, M ^a Antonia Manassero Mas y Ángel Vázquez Alonso	7
2. LA RELACIONES CTSA Y LA FORMACIÓN CIUDADANA	
Jordi Solbes y Amparo Vilches	15
3. PERSPECTIVAS DE ÁMBITO EPISTEMOLÓGICO PARA UM ENFOQUE DIDÁCTICO CTS	
Maria Eduarda Santos.....	23
4. LA PRESENCIA DE LOS TEMAS CTS EN EL CURRÍCULO A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL TIMSS	
Ángel Vázquez Alonso y M ^a Antonia Manassero Mas	27
5. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA, UNA ASIGNATURA PENDIENTE EN LOS ENFOQUES CTS. RETOS Y PERSPECTIVAS	
Berta Marco Stiefel	35
6. LA ATENCIÓN A LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA PLANETARIA EN REVISTAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA	
Mónica Edwards, Daniel Gil, Amparo Vilches y João Praia.....	39
BLOQUE 2: PERSPECTIVAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO	
7. REPENSAR LOS MODELOS DE INNOVACIÓN CURRICULAR, INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LAS AULAS DESDE UNA PERSPECTIVA CTS	
Aureli Caamaño e Isabel P. Martins.....	49
8. UN ENFOQUE CTS TERRITORIALIZADO Y MULTICULTURAL EN LA FORMACIÓN DE LOS MAESTROS	
Pedro Membiela	57
9. DIMINUIR DISTÂNCIAS ENTRE ESCOLAS E CIDADÃOS- EXPERIÊNCIAS EM FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	
M ^a Arminda Pedrosa y M ^a Helena Henriques	65

10. CIÊNCIAS NO 1º CICLO NA PERSPECTIVA CTS: MODELOS E PRÁTICAS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	
Isabel P. Martins	75
11. PRÁTICAS DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO ORIENTADAS NUMA PERSPECTIVA CTS-PC: IMPACTE DE UM PROGRAMA DE FORMAÇÃO	
Rui Marques Vieira e Isabel P. Martins.....	81
BLOQUE 3: PRÁCTICAS EDUCATIVAS DE ORIENTACIÓN CTS	
12. EL ANÁLISIS DE PUBLICIDAD EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO	
Mari Carmen Cid Manzano y Emilia Nogueiras Hermida	89
13. HISTÓRIA DA QUÍMICA EM MANUAIS DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA: LAVOISIER E A CONSERVAÇÃO DA MASSA	
Maria Fátima Paixão	95
14. LAS BEBIDAS: MATERIALES DIDÁCTICOS CON ENFOQUE CTS. Grupo Quimesca	101
15. EXPERIMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PROYECTO QUÍMICA SALTERS EN ARGENTINA: UNA INVESTIGACIÓN EN CONTEXTO CTS EN CURSOS DE QUÍMICA DE NIVEL MEDIO	
Alejandro Drewes, Lucía Iuliani y Aureli Caamaño.....	107
16. INTERRELAÇÕES CTS E APRENDIZAGENS SIGNIFICATIVAS EM QUÍMICA: RECURSOS PARA UMA INTERVENÇÃO	
Maria Laura Matos, M ^a Arminda Pedrosa y Jose Manuel Canavarro	113
17. OBTENCIÓN INDUSTRIAL DEL CARBONATO SÓDICO: UN EJEMPLO DE LAS RELACIONES CTS EN EL CONTEXTO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA	
Soledad Esteban Santos.....	121
BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA DE LOS AUTORES.....	127

INTRODUCCIÓN

La educación desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad intenta promover la alfabetización en ciencia y tecnología para que los ciudadanos sean capaces de participar en el proceso democrático de toma de decisiones y promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología.

Hasta ahora la incidencia del movimiento CTS en los sistemas educativos portugués y español ha sido pequeña, desde la universidad hasta los niveles elementales, pasando por la enseñanza secundaria.

Durante los tres primeros días de Julio del 2002 se celebró en la Universidad de Valladolid el II Seminario Ibérico sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad para la enseñanza de las ciencias experimentales en el que han participado profesores de diferentes niveles educativos de España y Portugal. Este libro es el resultado de ese encuentro donde los participantes han presentado comunicaciones sobre su trabajo investigador y docente, y mantenido un debate acerca del significado del movimiento CTS en el momento actual.

En línea con el manifiesto publicado tras la celebración del primer seminario que tuvo lugar en Aveiro (Portugal) en 2000, han coincidido en reconocer la preocupante situación por la que atraviesa la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles educativos

Han coincidido también en la necesidad y la importancia de mantener vivo el movimiento CTS, convencidos de su potencialidad, originalidad y capacidad para contribuir de forma significativa a una formación de los ciudadanos que les permita ser miembros activos de sociedades democráticas en las que las decisiones sobre la utilización del conocimiento y el papel social de la ciencia y la tecnología sea amplia y públicamente debatido.

Por ello entendemos como responsabilidad ineludible abordar en la formación científica la superación de la fragmentación del conocimiento de la enseñanza tradicional viene proporcionando, introduciendo a los estudiantes en un conocimiento de la ciencia y la tecnología que genere comprensión de sus implicaciones y repercusiones en la sociedad del siglo XXI. Estamos convencidos de que la formación de los ciudadanos en ciencia y tecnología es necesaria para el desarrollo de sociedades democráticas en las que los ciudadanos participan en la toma de decisiones.

Por todo ello queremos a través de esta publicación poner en conocimiento de la comunidad educativa nuestras reflexiones y propuestas, para alentar el debate y la reflexión profunda sobre los fines, objetivos y retos que debe tener presente y abordar la formación de nuestros jóvenes en el momento actual, así como la relevancia que la formación en ciencia y tecnología tiene en la configuración de la cultura básica hoy en día.

El libro que presentamos se organiza en tres bloques:

El primero, donde se abordan retos que tiene asumida la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva CTS. Así en el primer capítulo Acevedo, Manassero y Vázquez reflexionan sobre el papel de la educación CTS en la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas, en el segundo Solbes y Vilches analizan las relaciones CTS y la formación ciudadana, en el tercero Santos revisa las perspectivas epistemológicas del enfoque CTS, en el cuarto Vázquez y Manassero hacen un estudio sobre la presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS, en el quinto Marco revisa la presencia de la naturaleza de la ciencia en el movimiento CTS, y en el sexto Edwards, Gil, Vilches y Praia hacen un estudio sobre la temática de la necesaria atención a la situación de emergencia planetaria.

El segundo bloque está orientado a la formación del profesorado. Así en el capítulo siete Caamaño y Martins revisan cuestiones de innovación, investigación y formación del profesorado, en el octavo Membiela hace una propuesta territorializada y multicultural para la formación de los maestros, en el noveno Pedrosa y Henriques comentan experiencias en la formación inicial en secundaria, en el décimo Martins revisa modelos y prácticas de formación inicial de maestros y en el decimoprimer Viera y Martins analizan el impacto de un programa de formación de maestros.

El tercer bloque se centra en experiencias de orientación CTS. Así en el decimosegundo capítulo Cid y Nogueiras presentan una propuesta didáctica sobre el análisis de publicidad, en el decimotercero Paixão revisa cuestiones de historia de la química en manuales escolares, en el decimocuarto el grupo Quimesca presentan unos materiales didácticos tomando como centro de interés las bebidas, en el decimoquinto Drenes, Julián y Caamaño presentan la adaptación del proyecto Salters en Argentina, en el decimosexto Matos, Pedrosa y Canavarró una intervención sobre un tema concreto como el agua y en el decimoséptimo Esteban Santos sobre un ejemplo de relaciones CTS en el contexto de la historia de la ciencia.

Por último se recoge una breve reseña biográfica de los autores.

1. ORIENTACIÓN CTS DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA CIUDADANÍA: UN DESAFÍO EDUCATIVO PARA EL SIGLO XXI

José Antonio Acevedo Díaz, M^a Antonia Manassero Mas y Ángel Vázquez Alonso

1.1. Introducción

Los antecedentes de la alfabetización científica como finalidad educativa tienen una larga historia en la educación científica (DeBoer, 2000; Hurd, 1998; Oliver *et al.*, 2001), pero coincidiendo con las reformas educativas proyectadas, desarrolladas e implantadas en muchos países durante los años noventa, se ha revitalizado el debate internacional y se viene reivindicando con insistencia 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 dimensión tecnológica en la noción de alfabetización científica y se extiende a todas las personas–. Asumir esto de verdad implica que la enseñanza de las ciencias no puede ceñirse al conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos y las capacidades a desarrollar deberán ser más holísticos y tener auténtica relevancia social, incluyendo los valores éticos y democráticos que se ponen en juego cuando intervienen la ciencia y la tecnología en la sociedad (Holbrook, 2000). La tesis fundamental que sustentamos es que el paradigma CTS puede guiar mejor que otros la selección de contenidos básicos, relevantes y más útiles para todos los estudiantes, que se relacionen con la vida cotidiana y puedan contribuir realmente a su alfabetización científica y tecnológica, así como dar pautas metodológicas para llevar a la práctica esta importante innovación educativa (Acevedo, 1996).

1.2. Los lemas *alfabetización científica y tecnológica y educación científica y tecnológica para todas las personas*: algunas precisiones para su debate conceptual

En numerosos informes de política educativa de organismos internacionales, como la UNESCO y la OEI, y en las posiciones de ambiciosos proyectos e influyentes asociaciones profesionales se alude con reiteración a máximas como alfabetización científica y tecnológica, ciencia para todos, comprensión pública de la ciencia, cultura científica y tecnológica, educación CTS... La necesidad de alfabetizar científica y tecnológicamente a la sociedad se suele justificar haciendo hincapié en razones socioeconómicas, culturales, de autonomía personal, utilidad para la vida cotidiana, democráticas para la participación social en las decisiones sobre muchos asuntos de interés público relacionados con la ciencia y la tecnología, etc. (Acevedo, 2004; Fourez, 1997; Sjøberg, 1997), a las que Jenkins (1997) añade la razón ética de la responsabilidad que deben tener científicos, técnicos, políticos y ciudadanos en general. Es obligatorio hacer algunas precisiones sobre estos conceptos para contribuir al debate en el

que vienen participando desde hace tiempo una pléyade de profesionales de la educación científica.

Las reflexiones de los expertos en educación científica recogidas en la literatura especializada tratan la alfabetización científica desde una diversidad de perspectivas, como lema que agrupa a un amplio movimiento internacional (Aikenhead, 2003), metáfora que sirve para expresar finalidades y objetivos de la educación científica (Bybee, 1997) y mito cultural (Shamos, 1995) que, no obstante, señala la utopía como ideal a perseguir. También se pone de manifiesto su complejidad a través de las diferencias que aparecen entre las definiciones propuestas por distintos especialistas y el desacuerdo de fondo sobre su contenido (Bybee, 1997; Gil y Vilches, 2001; Manassero y Vázquez, 2001). Frente a las diversas tipologías propuestas por muchos autores, Bybee (1997) sugiere tratarla como un continuo de conocimientos y prácticas sobre el mundo natural y el diseñado artificialmente por la tecnología, con diferentes grados y niveles dependiendo de la edad de la persona, los tópicos abordados y los contextos; este continuo recorre la siguiente secuencia: *analfabetismo, alfabetización nominal, funcional, conceptual y procedimental* y, por fin, *multidimensional*, que incluye otros aspectos como los históricos y sociales, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, etc. Por último, Laugksch (2000) sostiene que su carácter polémico y difuso se debe a la influencia de factores muy diversos en su interpretación: (i) diferentes grupos de interés, como expertos en educación científica, científicos sociales e investigadores de la opinión pública sobre cuestiones de política científica y tecnológica, sociólogos de la ciencia y profesionales de la educación científica que usan enfoques sociológicos y personas implicadas en la divulgación científica y tecnológica mediante la educación informal y no-formal –por ejemplo, comunicadores, periodistas, especialistas en museos de ciencia y tecnología,...–; (ii) las distintas definiciones conceptuales del término; (iii) su naturaleza absoluta o relativa; (iv) los diferentes propósitos que se persiguen; y, en parte como consecuencia de los anteriores, (v) las diversas maneras de medirla.

De acuerdo con lo señalado por este último autor, resulta claro que hoy día el sistema escolar no es el único responsable de alfabetizar científica y tecnológicamente a la ciudadanía, pues existen otras instancias interesadas en completarla durante toda la vida de las personas y contribuir a su permanente crecimiento. No obstante, aunque su logro tiene grados y aspectos diferentes que no deben limitarse a la etapa escolar, tampoco puede olvidarse que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se afianzan en los primeros años de la escolarización, configurando en gran parte el futuro desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica de una persona adulta.

La máxima de alfabetización se asocia cada vez más al lema de ciencia para todos, dando por supuesto que ambas cosas son indisolubles pero sin precisar claramente lo que esto supone y, a veces, confundiéndolas, lo que origina un importante problema. Respecto a ello, Tippins, Nichols y Kemp (1999) sostienen que *alfabetización científica y ciencia para todos* son en potencia dos conceptos contradictorios; el alumnado puede recibir nociones de ciencia aparentemente necesarias para lograr cierta alfabetización científica, pero puede ocurrir que estos conocimientos les resulten poco

interesantes y valiosos (Manassero y Vázquez, 2001). Por un lado, la alfabetización científica parece basarse en un determinado conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que los estudiantes deben conseguir; por ejemplo, los que señalan los *Benchmarks* (AAAS, 1993) o los *NSE Standards* (NRC, 1996). Por otro, la idea de ciencia para todos pretende una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie, refiriéndose más bien a cómo hacer más interesante y significativa la ciencia escolar y, sobre todo, darle relevancia para todo el alumnado (Acevedo, 2004). En suma, Tippins *et al.* (1999) afirman que, en la práctica, la meta de ciencia para todos supone diferentes contenidos de ciencia escolar para estudiantes diversos, mientras que el de alfabetización científica implica la idea de que hay que alcanzar una misma ciencia escolar, por lo que entre estas dos nociones podría existir una fuerte tensión, que está en el núcleo del debate de la educación científica.

El dilema planteado es muy importante para la toma de decisiones sobre el currículo. De hecho puede ocurrir –y ocurre!– que algunos contenidos normalizados –estándares– que se proponen para la alfabetización científica y tecnológica no sean básicos, ni asumibles desde la perspectiva de ciencia y tecnología para todas las personas; en consecuencia, un currículo diseñado para la alfabetización científica y tecnológica no es necesariamente un currículo de ciencia y tecnología para todas las personas. Una orientación CTS de la enseñanza de las ciencias permite tender puentes entre ambos conceptos (Chun, Oliver, Jackson y Kemp, 1999), actuando como elemento vertebrador capaz de proporcionar soluciones prácticas para resolver el problema y hacer que la alfabetización científica y tecnológica pueda proyectarse para todo el alumnado. Por ejemplo, los conceptos del núcleo común del currículo que se consideren básicos pero sean menos asequibles para un grupo de estudiantes pueden adaptarse mediante su contextualización social, tecnológica y científica de acuerdo con los principios del movimiento CTS.

Puesto que la alfabetización científica y tecnológica está íntimamente unida a lo social, cultural e ideológico, es prácticamente imposible establecer un modelo universal de su consecución. Por tanto, aunque las finalidades, propósitos y objetivos generales sean idénticos, no es imprescindible pretender que la consecución de los objetivos más específicos sea igual para todo el alumnado, aunque sí evitar que esto suponga la quiebra del principio de equidad. De otra forma, los diseños de proyectos basados en estándares solamente deben considerarse referentes generales que habrá que situar en contextos más específicos, porque diferentes sociedades y grupos sociales diversos interaccionan de distinta manera con la ciencia y la tecnología. Así pues, en la práctica la alfabetización científica y tecnológica podrá concretarse de muchas maneras para que las personas alfabetizadas puedan tomar decisiones con distintos niveles de complejidad, pero sin que esta contextualización suponga perder de vista la referencia del marco general previamente establecido.

1.3. Hacia una orientación CTS de la enseñanza de las ciencias: claroscuros

La gran mayoría de las recomendaciones internacionales asociadas a la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas contienen

numerosos elementos propios del movimiento CTS para la enseñanza de las ciencias; entre ellos, la inclusión de la dimensión social, la referencia a la tecnología como elemento que facilita la conexión con el mundo real y la mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas, la relevancia para la vida personal y social de las personas con objeto de resolver problemas y tomar decisiones responsables en la sociedad civil, los planteamientos democráticos en la evaluación de la ciencia y la tecnología, la familiaridad con los procedimientos de acceso a la información y su comunicación, el papel humanístico y cultural de la ciencia y la tecnología, su uso para actuar con propósitos específicos sociales, la presencia de la ética y los valores de la ciencia y la tecnología... En suma, las orientaciones del movimiento CTS continúan siendo una buena apuesta educativa, si no la mejor, para la contribución de la escuela a la alfabetización científica y tecnológica de todo el alumnado. En este sentido, Sjøberg (1997) hace hincapié en que, a pesar del tiempo que ha pasado desde que salió a la luz, el movimiento CTS no ha sido suficientemente explotado aún y, sin embargo, quizás sea la inclusión de la perspectiva social de la ciencia y la tecnología la que puede resultar de mayor provecho para las personas en la sociedad del futuro.

Ahora bien, también se ha criticado que la educación CTS es una innovación educativa definida con poca precisión que responde a "una desconcertante amalgama de intereses" (Layton, 1994), cuya consecuencia es una multitud de enfoques curriculares (Cheek, 1992) y una gran variedad de aproximaciones a la enseñanza de las ciencias con orientación CTS (Ziman, 1994). Sin embargo, esta heterogeneidad se debe más bien a que los propósitos de la educación CTS son tantos que su desarrollo depende mucho del énfasis que se haga en unos objetivos u otros, aunque sean similares los que nominalmente presidan la gran mayoría de los proyectos curriculares CTS (Aikenhead, 2003). Estos argumentos han sido utilizados para relativizar la importancia del movimiento CTS, pero la diversidad muestra más su vitalidad que su debilidad (Aikenhead, 1994). Las amenazas no provienen de esta pluralidad, sino de la heterodoxia con que suele utilizarse el lema CTS para referirse a anécdotas científicas, artefactos espectaculares, cuestiones menores de actualidad científica..., frente a lo que debe subrayarse sin rodeos, en todo momento y en todos los contenidos, la importancia de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad como su rasgo más distintivo. Con otras palabras, los contenidos propios de ciencia y tecnología para todas las personas, alfabetización científica y tecnológica o preparación para la vida cotidiana deben mostrar explícitamente las relaciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Sin embargo, en los currículos y libros de texto se ignoran la mayoría de las cuestiones centrales para un planteamiento CTS que facilite la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas, lo cual impide cualquier desarrollo que parta de la sociedad o la vida diaria para llegar a la ciencia o la tecnología. Por el contrario, como se comienza a denunciar (Aikenhead, 2003; Bybee 1997), el gran peligro de muchos proyectos ambiciosos (*Standards, Benchmarks, etc.*), inicialmente formulados desde una perspectiva de la alfabetización deudora de muchas ideas del movimiento CTS, es que sus principios y contenidos más innovadores se

desvirtúen durante el camino recorrido hasta su aplicación práctica. En esa senda tortuosa, los conceptos científicos más rancios van recobrando poco a poco su hegemonía, imponiendo la dirección a seguir para, por fin, retornar al mismo lugar de siempre: el predominio de los objetivos basados en conceptos y hechos sobre cualesquiera otros de carácter estratégico, social y afectivo.

La situación española en relación con estos temas es bastante precaria. Las evaluaciones hechas al alumnado y al profesorado, empleando un amplio cuestionario y una nueva metodología (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; 2003), muestran carencias en muchas dimensiones CTS (Acevedo *et al.*, 2002, 2002a,b), tales como la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y, sobre todo, el significado de la tecnología y su papel en relación con la ciencia, algo que ha permanecido en el olvido con demasiada frecuencia (Acevedo y Vázquez, 2003; Maiztegui *et al.*, 2002). Pero estos resultados no pueden sorprender, incluso son menos malos de lo que podría esperarse si se tienen en cuenta los escasos y tímidos pasos que se han dado en esta dirección, cultivando una retórica –declaraciones de principios– que resulta huera en la práctica –ausencia o desarrollo inadecuado en contenidos y criterios de evaluación–. Por si fuera poco hay un claro retroceso en los nuevos Reales Decretos sobre los currículos mínimos de secundaria obligatoria y bachillerato, donde se suele ignorar lo señalado por la mayoría de los expertos internacionales en educación científica y se establecen normas contrarias a sus recomendaciones.

Tampoco puede librarse de crítica la didáctica de las ciencias española porque, en general, ha llegado tarde al debate internacional que se ha producido sobre la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas, lo que en la práctica ha supuesto el abandono de estas cuestiones curriculares básicas, que siguen pendientes de abordar de una manera más sistemática. Es necesario un cambio de signo urgente con propuestas más sólidas; iniciativas que deben surgir con vocación de extenderse desde foros adecuados como los Seminarios Ibéricos CTS de Aveiro (Martins, 2000) y Valladolid, el Simposio CTS del VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de la Ciencias de Barcelona (Caamaño y Vilches, 2001)..., entre otros posibles.

1.4. Conclusión

La alfabetización científica y tecnológica para todas las personas añade a la educación científica valores como la utopía y la dilatación temporal. El primero tiene que ver con su carácter idealista de meta general, pero con gran relevancia para guiar la enseñanza de las ciencias. Desde esta perspectiva, pretender la alfabetización científica y tecnológica de toda la población debe ser una finalidad central y de referencia permanente para la educación científica, pues no en vano utopías e ideales han sido en la mayoría de las culturas poderosos motores de su identidad colectiva. El valor de su extensión en el tiempo es en parte una consecuencia de lo anterior, ya que no parece razonable que lo ideal se detalle de forma muy concreta para agotar así su potencial de desarrollo en un breve período de tiempo; además, esta dilatación permitirá ensayar diversas vías y métodos para aproximarse a la meta establecida y evaluar su eficacia para lograrlo.

La manera más sólida de afrontar estos retos educativos proviene del paradigma CTS –expresado en el sentido kunhiano del término–, porque es el que proporciona el marco de referencia más adecuado para afrontar y dar respuesta a los dilemas y contradicciones que puedan plantear las máximas de *alfabetización científica y tecnológica* y de *ciencia y tecnología para todas las personas*.

1.5. Referencias bibliográficas

AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.

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*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>, 2001.

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), 3-16. En línea en <<http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>>.

Acevedo, J.A. y Vázquez, A. (2003). Editorial: Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). En línea en <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>.

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Acevedo, P. y Manassero, M.A. (2002). Un estudio sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya*, 30, 5-27. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2003. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo15.htm>>.

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2002a). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2. En línea en <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios1.htm>>.

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2002b). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1). En línea en <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>.

Aikenhead, G.S. (1994). What is STS science teaching? En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press. En línea en <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>>.

Aikenhead, G.S. (2003). 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. En línea en <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>>.

Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Caamaño, A. y Vilches, A. (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, tomo 2 (VI Congreso), 21-22.

Cheek, D.W., Ed. (1992). *Thinking constructively about science, technology, and society education*. Albany, NY: State University of New York Press.

Chun, S., Oliver, J.S., Jackson, D.F. y Kemp, A. (1999). *Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.

DeBoer, G.E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy. *Social Studies of Science*, 27, 903- 936.

Holbrook, J. (2000). School Science Education for the 21st Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL). *Wirescript Magazine - Education*.

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.

Hurd, P. De Hart (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.

Jenkins, E.W. (1997). Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from research and other evidence? En S. Sjøberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 29-50). Oslo: NIFU.

Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.

Layton, D. (1994). STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? En J. Solomon y G.S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 32-44). New York: Teachers College Press.

Maiztegui, A., Acevedo, J.A., Caamaño, A., Cachapuz, A., Cañal, P., Carvalho, A.M.P., Del Carmen, L., Dumas Carré, A., Garritz, A., Gil, D., González, E., Gras-Martí, A., Guisasola, J., López-Cerezo J.A., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Moreno, A., Praia, J., Rueda, C., Tricárico, H., Valdés, P. y Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155.

Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). Percepción de los estudiantes sobre la influencia de la ciencia escolar en la sociedad. *Bordón*, 53(1), 97-113.

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)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. Información en línea en <<http://www.ets.org/testcoll/>>.

Martins, I.P., Coord. (2000): *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais*. Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro.

NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.

Oliver, J.S., Jackson, D.F., Chun, S., Kemp, A., Tippins, D.J., Leonard, R., Kang, N.H. y Rascoe, B. (2001). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1(1). En línea en <<http://sweeneyhall.sjsu.edu/ejlts>>.

Shamos, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Sjøberg, G. S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En S. Sjøberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 9-28). Oslo: NIFU. En línea en <<http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>>.

Tippins, D.J., Nichols, S.E. y Kemp, A. (1999). Cultural myths in the making: The ambiguities of science for all. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA. En línea en <www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/tippinsnicholskemp/tippinsnicholskemp.html>.

Ziman, J. (1994). The rationale of STS is in the approach. En J. Solomon y G.S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 21-31). New York: Teachers College Press.

2. Las relaciones CTSA y la formación ciudadana

Jordi Solbes y Amparo Vilches

2.1. Introducción

Recientemente se ha venido observando una evolución positiva en cuanto a la atención prestada a las relaciones CTSA en la educación científica. La incorporación explícita en el currículum de objetivos y contenidos CTSA para la secundaria y el bachillerato ha potenciado una mejora en la situación respecto al sistema educativo anterior a la reforma. Así, se ha detectado una mayor atención a estos aspectos en los libros de texto y materiales de secundaria. Sobre todo en lo que se refiere a las aplicaciones de la ciencia y a sus relaciones con el medio ambiente. Esta atención se ha visto reflejada también en los resultados encontrados al estudiar las visiones que los estudiantes de secundaria muestran acerca de las relaciones CTSA y compararlas con los que se obtuvieron con estudiantes de niveles equivalentes en el sistema educativo anterior (Solbes y Vilches, 1997 y 2001). Por lo que refiere a los estudiantes, hay aspectos en los que la mejora es más apreciable, como la imagen del científico, que es menos tópica, o su mayor conocimiento de las "aplicaciones" tecnológicas de la ciencia o su impacto medioambiental. Pero, también en estos y otros trabajos (Solbes y Vilches, 2001; Manassero y Vázquez, 2001), se insiste en que la situación, a pesar de los avances, no es todo lo positiva que debería ser ya que aspectos considerados fundamentales por la investigación didáctica siguen sin ser tenidos en cuenta de forma adecuada, cuando no completamente ignorados. Esto nos ha llevado a profundizar el estudio de algunos de estos aspectos, no sólo por constatar su ausencia en la enseñanza de las ciencias, sino sobre todo por desarrollar actividades que permitiesen a los estudiantes y profesores modificar su imagen empobrecida de la ciencia, con la inclusión adecuada de la dimensión CTSA en la enseñanza, incorporando aquellos aspectos relativos a la formación de futuros ciudadanos y ciudadanas. En este sentido, podemos mencionar diferentes propuestas abordadas de utilización de la historia en la enseñanza de las ciencias (Solbes y Traver, 1996), la incorporación de estos aspectos de la dimensión CTSA en los materiales didácticos de diferentes niveles educativos o la necesaria atención de la educación científica para la concienciación de todos acerca de los problemas del futuro (Gil et al., 2003). En esta línea, el problema que pretendemos abordar en este trabajo es seguir profundizando en el papel de las relaciones CTSA para una adecuada formación ciudadana, en su sentido más profundo, es decir, para la participación ciudadana, la responsabilidad social y la toma fundamentada de decisiones.

2.2. La formación de ciudadanos y científicos responsables

La necesidad de una alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, que requiere la incorporación de la dimensión CTSA en el

currículum, puesta de manifiesto en gran número de investigaciones, publicaciones, congresos, etc., (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Marco, 2000) es reclamada también desde otros ámbitos. Así en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declaraba: "Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad (...) a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicaciones de los nuevos conocimientos" (Declaración de Budapest, 1999).

Diversos autores coinciden en que se requiere un mayor compromiso desde todos los ámbitos y los diferentes aspectos que constituyen el proceso de enseñanza aprendizaje en la educación científica para lograr los objetivos de alfabetización científica y tecnológica. De ahí los llamamientos a reorientar la enseñanza de las ciencias para avanzar hacia el logro de estos nuevos compromisos en la educación científica. En ese sentido se expresa Ramsey (1993) "...Desde la perspectiva de la responsabilidad social, la formación científica debería dar lugar a alumnos que puedan -y de hecho participen- en la resolución de asuntos sociales relacionados con la ciencia. Esto supone que el alumnado esté dispuesto y pueda (porque a su vez es capaz), actuar efectivamente como ciudadano haciendo uso de los valores y de las habilidades que proceden tanto de la ciencia como de la democracia". Del mismo modo ya en el año 1985 Aikenhead señalaba: "los ciudadanos ejercen la responsabilidad social en parte llegando a decisiones críticas sobre temas que tienen que ver con la ciencia, las situaciones humanas o el progreso social y, en parte, actuando sobre estas decisiones. El examen de cómo se están tomando esas decisiones puede revelar el grado en que el actual currículum de ciencias está impulsando a la ciudadanía a la toma de decisiones o la está evadiendo de la misma" (citados en Marco, 2000, pp. 145).

Más recientemente, Hodson (1994) señalaba la necesidad de nuevos objetivos y finalidades en la educación científica en la dirección de que los estudiantes puedan conocer: el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, así como las influencias de la sociedad en el desarrollo científico y tecnológico; los intereses particulares a los que responden muchas de las decisiones sobre ciencia y tecnología; y sean capaces de desarrollar opiniones y valores propios, se preparen para la acción, conociendo cómo se toman decisiones, ofreciéndoles oportunidades para que actúen en cada momento, etc. Así mismo, el BSCS y AMA (1994) proponen dentro de estas orientaciones educativas que se forme a los estudiantes en ética y políticas públicas, como un proceso de investigación racional, reuniendo información sobre los problemas, evaluando y analizando su impacto sobre los intereses humanos, argumentando éticamente, analizando y comparando argumentos, y traduciendo los resultados en políticas públicas.

Precisamente, después de algunos años de implantación de las reformas educativas, con el objetivo común en numerosos países de contribuir a la educación ciudadana, pretendemos en este trabajo profundizar en el estudio del estado de la cuestión de estos aspectos en la educación científica. Es decir, queremos conocer hasta qué punto se está impulsando desde el currículum de ciencias la valoración, la toma de decisiones, como aspectos

relevantes de la educación ciudadana, en general, o siguen siendo dimensiones olvidadas en la educación científica.

Por los resultados obtenidos hasta el momento, y que ya avanzamos en la introducción, en los que encontramos que en general la enseñanza no presta una atención adecuada a estos aspectos de la educación ciudadana, es de esperar que los estudiantes al no ser formados como ciudadanos críticos, o en particular, como futuros científicos responsables, no sean capaces de participar en la toma de decisiones en torno a los problemas que se plantean en nuestras sociedades, en particular, a los relacionados con la ciencia y la tecnología y sus implicaciones con la sociedad y el medio ambiente y, por tanto, participar en las acciones necesarias.

2.3. Diseño experimental

Si lo que se pretende es que los estudiantes sean capaces de valorar, tomar decisiones, etc., en torno a cuestiones de ciencia y tecnología y sus interacciones con la sociedad y el medio, es decir, si se trata de educar futuros ciudadanos y científicos responsables, será necesario, entre otras cosas, que los estudiantes:

1. Tengan una visión adecuada de cuáles son los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, sus causas y las posibles medidas a adoptar.
2. Comprendan el papel de la ciencia y la tecnología en la solución de los problemas.
3. Sean conscientes de la influencia de la sociedad y de intereses particulares en los objetivos de la ciencia y la tecnología.
4. Sean capaces de realizar evaluaciones sobre determinados desarrollos científicos y tecnológicos, en particular, sus riesgos, su impacto tanto social como ambiental.
5. Sean capaces, por tanto, de valorar, realizar juicios éticos en torno a los desarrollos, atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.
6. Sean capaces de traducir los argumentos en políticas públicas, escritos, declaraciones, solicitudes, etc.
7. Comprendan la importancia de la investigación científica sin limitaciones, así como la necesidad de su control social que evite la aplicación apresurada de tecnologías insuficientemente contrastadas ("principio de precaución").

Obviamente, para contrastar todos estos objetivos y tener un diagnóstico de la situación, a la vez que se avanza hacia posibles soluciones, se requiere toda una serie de instrumentos que desde diferentes perspectivas permitan acercarse al estudio del estado de la cuestión referente a estos aspectos fundamentales de la educación ciudadana. Para ello se diseñaron cuestionarios abiertos y entrevistas a realizar en una primera fase con alumnado de secundaria y bachillerato. Se ha optado por cuestionarios abiertos ya que suelen proporcionar respuestas mucho más ricas y consideramos que contribuyen mucho más a esclarecer la situación y a conocer con más profundidad cuáles son las opciones de los estudiantes, a

la vez que permiten una mayor retroalimentación posterior con los participantes. Éste es precisamente también otro de los objetivos del trabajo: debatir y reflexionar con los estudiantes en torno a sus ideas acerca de las cuestiones planteadas. En una segunda fase nos planteamos la realización de entrevistas a profesores y estudiantes y la elaboración de materiales didácticos específicos, para aplicar a los estudiantes implicados.

En este trabajo, como ya señalábamos en la introducción, se muestran algunos primeros resultados de una parte del estudio de la situación, con la aplicación a estudiantes de secundaria de centros públicos de la Comunidad Valenciana de dos cuestionarios.

El cuestionario 1 se utilizó en una primera etapa de prueba dividido en dos sesiones, dada su extensión. La primera que comprendía de la cuestión 1 (repartida sola en primer lugar) a la cinco inclusive y la segunda de la seis a la ocho. Después de una primera prueba en la que detectamos, en general, una escasa respuesta, optamos por utilizar el cuestionario completo, disponiendo del tiempo que fuera necesario, ya que pudimos comprobar que algunas de las preguntas orientaban otras posibilidades de respuestas que podían contribuir a mejorar los resultados del cuestionario. Con él se pretendía detectar, desde una perspectiva global, hasta qué punto los estudiantes de secundaria eran capaces de valorar cuestiones relativas a las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en el medio, así como tomar decisiones respecto a los problemas que la humanidad tiene planteados. El segundo cuestionario se centraba en la evaluación de un problema más concreto, relativo a dichas repercusiones, que era de gran actualidad en el momento de utilizar el cuestionario y que se refería a un tema de gran interés en general para el alumnado.

Cuestionario 1

Nos gustaría recoger tu opinión sobre algunos aspectos relativos a la ciencia y la tecnología, que tanta importancia tienen en nuestras sociedades. Para ello te agradeceríamos que contestases lo más completa y sinceramente posible el siguiente cuestionario:

1. Señala problemas y desafíos a los que se enfrenta hoy día la humanidad
2. ¿Alguno de los problemas citados puede ser consecuencia de algún desarrollo científico o tecnológico? ¿Por qué?
3. ¿Cuáles son las medidas más urgentes a adoptar?
4. Indica cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a resolver dichos problemas.
5. Señala cómo podríamos contribuir cada uno de nosotros a resolverlos.
6. ¿Quién decide sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología? Pon ejemplos.
7. ¿A qué intereses responden sus decisiones?

Señala qué podemos hacer los ciudadanos para controlar dichas decisiones.

Cuestionario 2

El crecimiento de la microelectrónica y de las telecomunicaciones en las últimas décadas ha hecho posible, muy recientemente, un gran desarrollo de los teléfonos móviles y de las antenas, especialmente, en algunas zonas urbanas de nuestro país, lo que ha sido objeto de numerosas quejas por parte de los afectados.

1. Evaluar los impactos de todo tipo de ese desarrollo.
2. Señalar qué intereses han podido mover a los implicados en el mismo.
3. Comparar las diferentes valoraciones, argumentarlas, para llegar a conclusiones, entre ellas una decisión que intente solucionar el problema.
¿Qué se puede hacer para llevar esta decisión a la practica?

2.4. Unos primeros resultados

Ambos cuestionarios se aplicaron a varios grupos de alumnos y alumnas de centros públicos que siguen un curso normal en la enseñanza secundaria, sin estar incorporados a ningún proyecto innovador ni relacionado con un estudio de las interacciones CTSA. Dispusieron de todo el tiempo que necesitaron y hay que señalar que el profesorado de los cursos afectados desconocía los objetivos y el contenido de los cuestionarios.

Los primeros resultados obtenidos en el cuestionario 1 permiten avanzar que la mayoría de estudiantes no contestan a las preguntas porque desconocen esos aspectos de las relaciones de la ciencia y la tecnología con el medio natural y social. En realidad, sus respuestas siguen confirmando la escasa atención prestada, en general, a los aspectos CTSA a la que ya nos hemos referido. Muchos de ellos manifestaron abiertamente, y algunos de forma oral, desconocer la respuesta y otros incluso se sentían extrañados por el tipo de preguntas y por el hecho de que las mismas tuvieran algo que ver con las clases de ciencias.

Los estudiantes que sí contestaron coincidían en general en los problemas ecológicos, de contaminación, como uno de los mayores problemas que tiene la sociedad actual. También citaban las guerras, las injusticias, las desigualdades... De ellos muchos pensaban que la ciencia y la tecnología eran responsables de la contaminación ambiental del planeta, así como de los problemas del armamento y la producción de sustancias tóxicas y drogas. En general, desconocen cuáles son las posibles medidas a tomar y cuál podría ser el papel de la ciencia y la tecnología en todos estos problemas. De entre las respuestas, son varios los que contestan cómo se podría contribuir a la solución y se centran, en relación con los problemas de contaminación, en la posibilidad de reciclar. Respecto al bloque de cuestiones 6, 7 y 8 del cuestionario, los pocos que contestan se refieren a que suele ser el gobierno quien decide sobre los posibles desarrollos y que detrás normalmente se encuentran intereses económicos. La mayoría señala que poco podemos hacer nosotros para influir en las decisiones.

Respecto a los resultados del segundo cuestionario podemos señalar que en la cuestión 1 la mayoría de los estudiantes mencionan impactos en la

salud (dolor de cabeza, cáncer). Algunos hablan de impactos positivos, como la mejora de las comunicaciones. Prácticamente ninguno menciona impactos de otro tipo: económicos, políticos, ambientales, tecnológicos, etc. En la cuestión 2, la mayoría se refiere a los intereses económicos, sin connotaciones valorativas, como si todos fuesen igualmente legítimos. Unos pocos sí valoran y hablan de enriquecimiento, beneficios, etc. Muy pocos indican intereses de otro tipo, como pueden ser los científicos, políticos, ambientales, etc. En la cuestión 3 se reduce el porcentaje de respuestas y los pocos que contestan como sólo han detectado dos grupos implicados, empresas y afectados, exclusivamente mencionan dos posturas simplistas: quitar las antenas (algunos indican que en zonas urbanas) o mantenerlas. No hay prácticamente argumentaciones ni se llega a conclusiones, salvo aplicar la legislación. Alguno indica que siempre prevalecen los intereses de las grandes empresas. Por último, en la cuestión 4 también es bajo el porcentaje de respuestas y las que se dan son bastante dispersas. Algunos pasan la responsabilidad de hacer algo, sin clarificar muy bien qué, al poder ejecutivo (por ejemplo, al ministerio de sanidad) y otros mencionan la necesidad de protestas, manifestaciones, recogidas de opinión, etc.

2.5. Algunas conclusiones y perspectivas

Globalmente podemos decir que muchos de los estudiantes encuestados desconocen todos estos aspectos y los que señalan alguno no son capaces de valorar la situación, de proponer soluciones y de ver las implicaciones de la ciencia y la tecnología en todo ello, tanto por el desconocimiento de sus propuestas y avances como por sus repercusiones y por sus necesarias propuestas de solución. En cuanto al 2º cuestionario, a pesar de la actualidad del tema y de la abundante información sobre él en los medios de comunicación que hace que todos tengan algo que decir y, en consecuencia, escriban mucho, las respuestas son bastante pobres.

Por ello, es evidente la necesidad de plantear propuestas que traten de paliar estos déficits en formación ciudadana, teniendo en cuenta que la toma de decisiones es algo necesario a abordar en la educación desde los diferentes ámbitos y perspectivas y en todas las ocasiones en que sea posible. Pero tendremos que ser conscientes de que se trata de un proceso al que, en la mayoría de ocasiones, solo nos aproximamos parcialmente. Poner a los estudiantes en la situación de estudiar y analizar en profundidad las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, de ser capaces de evaluar y argumentar en torno a los problemas, de tener en cuenta necesariamente en cada situación el "principio de precaución", etc., son aspectos imprescindibles, pero no podemos olvidar que la toma de decisiones no termina ahí. Es preciso ir más allá y tener en cuenta la evaluación de sus decisiones, es necesario el seguimiento de las mismas, la vigilancia en el cumplimiento de los acuerdos en torno a un problema dado, su extensión, en la medida de lo posible, a la comprensión de la necesidad de su participación social.

Para ello, se tratará, no sólo de seguir con las entrevistas, de reflexionar sobre los propios cuestionarios y utilizarlos como instrumento para el estudio y debate de los problemas y preparar para la toma de decisiones,

que es algo sobre lo que estamos trabajando en la actualidad, sino también de elaborar materiales y usar metodologías que permitan a los estudiantes:

Adquirir una visión adecuada de los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy día y en el futuro, sus causas y las medidas necesarias a adoptar para poner fin a todos estos problemas que han adquirido un carácter global, que ha convertido la situación del mundo en objeto directo de preocupación, y avanzar hacia un desarrollo sostenible (UNESCO, 1987; Naciones Unidas, 1992; Delors, 1996; Solbes, Vilches y Gil, 2001).

Comprender las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, sus repercusiones en todos los ámbitos, conocer ejemplos de responsabilidad social de científicos y técnicos: los que se posicionan frente al uso irracional de la ciencia que puede poner en peligro la paz entre las naciones, los que estudian los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, los que advierten de sus riesgos, y ponen a punto soluciones (no sólo científicos ni todos los científicos, evidentemente), sin olvidar que son también científicos –junto a economistas, empresarios, trabajadores...- los que han producido compuestos perjudiciales para el medio ambiente. Comprender por tanto que las llamadas a la responsabilidad han de extenderse a todos, incluidos los propios consumidores de los productos cuya producción y consumo genera contaminación (Gil et al., 2003). Para las evaluaciones de determinados desarrollos será importante que sean capaces de distinguir si los objetivos los fijan instituciones o grupos que anteponen su rentabilidad económica, que buscan intereses particulares a corto plazo, con comportamientos agresivos con el medio físico y nocivo para los seres vivos.

Desde esta perspectiva, se pretende que los estudiantes sean capaces de realizar evaluaciones sobre diversos desarrollos científicos y tecnológicos, en concreto, evaluación de riesgos y de impacto social y ambiental. Estas evaluaciones deben llevar a valoraciones, a juicios éticos que pueden realizarse atendiendo a la contribución de dichos desarrollos a la satisfacción de necesidades humanas y a la solución de los problemas del mundo. Se trata, así mismo, de poner de manifiesto los intereses y valores subyacentes en las opciones y decisiones sobre ciencia y tecnología de diversos actores sociales (Estado, transnacionales, científicos, empresarios, etc.), ocultos por la aparente neutralidad de la ciencia y tecnología. Verán así que existen diferentes valoraciones y que es necesario compararlas, argumentarlas, para llegar a conclusiones. Por último es necesario traducir los argumentos en actuaciones, en una mayor participación social, en políticas públicas (Hodson, 1994), que contribuyan a plasmar sus decisiones en escritos y declaraciones, solicitudes, participación en proyectos, votaciones, colaboración con Organizaciones no Gubernamentales u otras organizaciones sociales.

2.6. Referencias bibliográficas

Aikenhead, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, (4), 453-475.

BSCS (Innovative Science Education) y AMA (American Medical Association). (1994). *Genoma Humano. Ciencia, Ética y Política Pública*, Valencia: Edicions Alfons el Magnànim.

Bybee, R. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy. En Gräber, W. y Bolte, C. (Eds). *Scientific Literacy* (pp. 37-68). Kiel: IPN.

Deboer, G.B. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Declaración de Budapest (1999). *Marco general de acción de la declaración de Budapest*, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.

Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. & Oliveira, T. (2003). A Proposal to Enrich Teachers' Perception of the State of the World : first results. *Environmental Education Research*, 9 (1), 67-90.

Hodson, D. (1994). Seeking Directions for Change. The Personalisation and Politisation of Science Education. *Curriculum Studies*, 2 (1), 71-98.

Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales, F. y Cañal, P. (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 141-164). Alcoi: Marfil.

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Actitudes y creencias de los estudiantes relacionadas con CTS, en Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp.149-162). Madrid: Narcea.

Naciones Unidas (1992). *UN Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. Paris: UNESCO.

Ramsey, J. (1993). The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.

Solbes, J. y Traver, M. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.

Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.

Solbes, J, y Vilches, A. (2001). Percepciones del alumnado de ESO y bachillerato acerca de las interacciones CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, n^o extra, VI Congreso, 27- 28.

Solbes, J., Vilches, A. y Gil, D. (2001). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias, en Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 221-231). Madrid: Narcea.

UNESCO (1987). Elementos para una estrategia internacional de acción en materia de educación y formaciones ambientales para el decenio 1990. En *Congreso Internacional UNESCO-PNUNA sobre la educación y la formación ambientales*. Moscú: UNESCO.

3. PERSPECTIVAS DE ÂMBITO EPISTEMOLÓGICO PARA UM ENFOQUE DIDÁCTICO CTS

Maria Eduarda Santos

3.1. Introdução

Um dos propósitos da educação CTS é promover uma alfabetização em ciência e tecnologia indispensável ao exercício de uma cidadania responsável. Para cumprir este propósito não é possível separar os três universos interactivos de ensino científico: "educação *em* ciência" (universo do ensino substantivo da disciplina), "educação *pela* ciência" (universo voltado para a formação do cidadão através da ciência) e "educação *sobre* ciência" (universo que contempla aspectos metacientíficos do ensino científico). Esta interacção exige uma atenção especial à inclusão de conteúdos científicos com valor de uso, conteúdos que contemplem aspectos das ciências nas práticas, em assuntos cívicos e na qualidade de vida; o reconhecimento do valor socio-cultural, pragmático e ético da ciência e do seu ensino para a vida dos cidadãos e uma redefinição e revalorização da "educação *sobre* ciência", tendo por base não apenas argumentos epistemológicos e pedagógicos, mas também sociais, utilitários, democráticos, culturais e morais.

3.2. Metodologia

Tendo por base questionamentos do tipo: o enfoque didáctico CTS, procurando superar o divórcio entre formação científica e cidadania, terá algo a ver com reflexões sobre a natureza e o "ethos" da ciência? com a evolução epistemológica, ética e social da ciência? com valores mitos e estereótipos associados ao aprender *sobre* ciência?... procedeu-se a um trabalho de investigação no âmbito da epistemologia do conhecimento científico (Santos, 1989 e 1998), a uma caracterização da especificidade e dos pontos de cruzamento dos subsistemas do sistema CTS (Santos, 1999, 2001a e 2001b); a uma formação CTS interdisciplinar, destinada a professores (Santos, 1994) e a uma análise dos discursos de tipo CTS em manuais escolares (Santos, 2001a). Os resultados destes estudos evidenciaram a urgência de juntar às explicações racionais sobre ciência considerações sociais e éticas que propiciem, para além razão. Apoiam-se em modelos onde a cultura e a emoção desempenham um papel significativo. Na realidade, contemplam aspectos cognitivos, afectivos e volitivos - pensar, sentir e querer. O problema relativamente a ideologias põe-se com mais acuidade quando estas não são assumidas, o que conduz a mais contradições do que quando, embora questionáveis, são conscientemente assumidas. Assim, dos mitos e estereótipos associados ao aprender sobre ciência, descritos em Santos (2001a: 108-114) e considerando que a maior parte deles tende a dificultar visões interaccionistas de tipo CTS, destacamos os seguintes:

- A "chave mestra" para abrir as portas à descoberta científica é o "método científico" - um método algorítmico, geral, perene e universal;
- A ciência, identificada com experimentação, é encarada como mera constatação ou verificação;
- Na ciência, os factos são "dados" (oferta gratuita da natureza) e caminha-se, sistematicamente, dos factos para as ideias;
- O conhecimento científico é "o" nosso modo de conhecer o mundo e a observação científica é "o" nosso modo de o olhar;
- De evidências cuidadosamente acumuladas resulta um conhecimento objectivo, um conhecimento seguro;
- A história da ciência é "feita", isoladamente, por sábios geniais e "exemplares";
- A história da ciência é transparente, sequencial, linear e de tipo anedótico;
- "O" objecto de estudo das ciências naturais é um substracto objectivo, independente das produções humanas - a natureza.

3.3.4 – O entendimento epistemológico subjacente à "educação *sobre* ciência" que emergiu da reforma dos anos 60 e 70 foi profundamente posto em causa por um movimento epistemológico racionalista, que já tem algumas décadas e no qual estão envolvidos pensadores de grande importância e prestígio como Bachelard, Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin, Feyerabend... Tal movimento, apontando para uma concepção mais racionalista da ciência, embora com reduzido eco no seu ensino, obrigou a repensar os processos da ciência. Pôs em causa toda a observação neutra e o entendimento dos factos científicos como "dados" - oferta gratuita do real. (sentido empirista da palavra). Pelo contrário, evidenciou que para observar a percepção não basta, que é indispensável um enquadramento teórico que oriente a observação, pelo que esta deve ser cada vez mais preparada e mais orientada por teorias cada vez mais profundas. A hipótese, entendida como algo mais do que um andaime provisório, passou a ser vista como algo que intervém activamente na preparação (teórica e técnica) e na interpretação da experiência. Em suma, os processos da ciência passaram a ser entendidos como caminhos de ideias para ideias cada vez mais racionais, mais repensadas, mais abstractas e gerais. O curto circuito linear, e muito estruturado, do tradicional método científico passou a ser gradualmente substituído por um circuito incerto, dinâmico, dialéctico, sinuoso, descontínuo e pouco estruturado. Circuito, onde as hipóteses vão nascendo umas das outras e onde "a observação é sempre selectiva, a compreensão intencional e a interpretação construída" (Aguilar, 2001: 86). Este movimento epistemológico sujeitou, pois, a "educação *sobre* ciência" a críticas, a reanálises, a reavaliações e a reformulações. Questionou, amplamente, a grande proeminência dada a aspectos metodológicos de tipo empirista, o acentuar do holismo e a determinação indutivista. Provocou, pois, mutações na forma de olhar internamente o processo da ciência. Contrapôs ao percurso paralelo que estavam a seguir os dois universos de ensino um percurso metodológico integrativo - o aprender *sobre* ciências deveria emergir oportuna e organicamente a propósito de conteúdos e de

situações de aprendizagem concretas e não de forma desgarrada, como já vinha sendo hábito. Isto, quer na construção do saber pelo sujeito colectivo da ciência quer na construção do conhecimento científico pelo sujeito individual. Tais renovações, apesar de imprescindíveis, quando se tem em mira a racionalização da conceptualização, continuaram a funcionar num certo vazio social e tecnológico. Vazio que a mudança a seguir referida tenta colmatar.

3.3.5 – Tal como os quadros de mudança analisados, também o actual quadro de mudança curricular, com base na “concepção de ensino CTS”, consagrando como universo de ensino a “educação *pela* ciência”, não se pode desconectar de outros quadros de mudança, em vários domínios, com os quais o ensino das ciências vai estabelecendo relações. Nomeadamente, há que ter em conta mudanças na epistemologia (nomeadamente, a sua evolução de perspectivas internalistas para perspectivas externalistas), no sujeito cognitivo, na cultura cognitiva, bem como em quadros de natureza tecnológica e sócio-cultural. Porém, quanto a nós, ele decorre em primeiro lugar de mudanças na própria ciência e na concepção de ciência. De facto, como sublinha Serres (2001: 5) “mudámos de paradigma científico; a ciência actual nada tem a ver com a que existia há poucas dezenas de anos”. Desta tese decorre que importa repensar a “educação *sobre* ciência” tendo por base mudanças na concepção de ciência e, particularmente, mutações no “ethos” da ciência. Consequentemente, as interrogações que se põem agora à “educação *sobre* ciência” são do tipo: como valorizar efectivamente as dimensões humanas dos procedimentos científicos? como ultrapassar a “visão de processo” que, enfatizando exageradamente competências de processo, não traduz a forma como o conhecimento científico é produzido, aprendido, armazenado e usado? como relacionar este universo de ensino com temas/problemas sociais? com experiências vicariantes e práticas? com expectativas sociais? que debates éticos e socio-epistemológicos chamar à “educação *sobre* ciência”? que mudanças construção da ciência e em relações com outras instituições e com os poderes públicos e económicos.

3.3. Referências bibliográficas

Aguilar, G. (2001). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. In P. Membiela (Coord.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad* (pp 77-89). Madrid: Narcea, S.A.

Driver, R. *et al.* (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.

Gibbons, M. *et al.* (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.

Giddens, A. (1990). *The consequences of modernity*. Oxford: Basil Blackwell.

Hurd, P. (1984). *Reforming sciences education: The search for a new vision*. Washington, DC: Council for Basic Education.

Hurd, P. (1994). New minds for a new age: Prologue to modernizing the science curriculum. *Science Education*, 78 (1), 193-116.

Kolstoe, D. (2000). Consensus projects: teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.

Merton, R. (1973). *The sociology of science*. New York: Free Press.

Saha, J. (2000). Education and active citizenship: Prospects and issues. *Educational Practice and Theory*, 22, 9-22.

Santos, M-E. (1994). *Área Escola/Escola: Desafios interdisciplinares*. Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M-E. (1989). *Mudança conceptual na sala de aula. Um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado* (2ª Ed). Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M-E. (1998). *Para uma pedagogia da mudança conceptual. Estudo de orientação epistemológica*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa.

Santos, M-E. (1999a). *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M-E. (1999b). Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI. Co-construção do saber científico e da cidadania. In "Actas do 2ª Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências". São Paulo - Brasil.

Santos, M-E. (2000). Reflexos do "ethos" da ciência actual na concepção CTS de ensino das ciências. In I. Martins (Ed.). "O movimento CTS na Península Ibérica" (pp. 183-205). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Santos, M-E. (2001a). *A cidadania na voz dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?*. Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M-E. (2001b). Relaciones entre Ciencia, Tecnología e Sociedad. In P. Membiela (Ed.). *La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 61-75). Madrid: Narcea.

Santos, M-E. (2002). Aprender a pensar através de "reinvenções" curriculares. Da aprendizagem conceptual à preparação para o exercício da cidadania. In D. Rosa & V. Souza (Eds). *Didáctica e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos* (pp. 31-68). Goiânia (Brasil): Editora Alternativa.

4. La presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS

Ángel Vázquez y M^a Antonia Manassero

4.1. Introducción

El Tercer Estudio Internacional en Ciencias y Matemáticas (TIMSS) es una investigación comparativa transnacional del rendimiento escolar en ciencias y matemáticas en tres de niveles del sistema educativo y aplicada en más de cuarenta países participantes, algunos con distinto grado y circunstancias. Los estudiantes, profesores y directores de escuelas respondieron a diversos cuestionarios de rendimiento y otros sobre el contexto de la enseñanza y el aprendizaje (Beaton, Martin, Mullis, Gonzalez, Kelly, y Smith, 1996; Schmidt y McKnight, 1995; Schmidt et al. 1997). El TIMSS ha sido acogido con indiferencia en nuestro país, donde no se conocen informaciones relevantes en la literatura especializada sobre el tema, aparte del avance de los resultados de rendimiento en la publicación institucional de los coordinadores nacionales (López y Moreno, 1997a, 1997b), ni tampoco polémicas en los medios de comunicación por un tema de tanta envergadura social, como es la educación. Tal vez la escasa cultura de evaluación y de rendición de cuentas existente en nuestro país, así como una inveterada insensibilidad hacia la ciencia y la tecnología, no sean muy ajenas a esta indiferencia con la que han pasado los resultados de este estudio.

Los diseñadores de TIMSS eligieron el enfoque sobre el currículo como un factor explicativo amplio que subyace al rendimiento del estudiante (Robitaille y Garden, 1996). Desde esa perspectiva, se consideraron tres manifestaciones principales del currículo: el *currículo planificado* que la sociedad desearía ver enseñado, el *currículo aplicado* que se enseña realmente en el aula, el *currículo logrado* que los estudiantes realmente aprenden.

La misión de la educación científica es desarrollar en los individuos un cierto nivel de comprensión de la ciencia después de su educación formal en la escuela. Éstos individuos científicamente alfabetizados serían capaces de aplicar el conocimiento y las habilidades adquiridas a los problemas personales o sociales de la vida cotidiana. Por ejemplo, los individuos científicamente instruidos podrían usar la razón para formar sus opiniones y extraer conclusiones sensatas sobre los problemas cotidianos, como los relacionados con la salud y el uso del conocimiento de nutrición y medicina, en lugar de dejarse influir por la propaganda o las posiciones no apoyadas por la evidencia. La inclusión de la historia de ciencia, la filosofía de ciencia, y sociología de ciencia (HFSC) es una manera eficaz de alcanzar la meta de reforzar la alfabetización de la ciencia para todos los ciudadanos (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002 en prensa; Anderson y Smith, 1986; Matthews, 1994, 1999; Rutherford y Ahlgren, 1990; Villani y Arruda, 1998;

Wandersee, 1985, 1990).

La inclusión de CTS no es una práctica educativa nueva en diversas partes del mundo, aunque ningún estudio a gran escala ha informado de la situación curricular de estos temas (Matthews, 1994). Este estudio utiliza los datos recogidos por el TIMSS para conocer las condiciones en la educación de CTS de cuarenta países. Concretamente, el informe de las condiciones educativas y cobertura en este estudio se basan en: (1) los informes oficiales de cada país, (2) las guías del plan de estudios, (3) los libros de texto, y (4) las prácticas docentes informadas por el profesorado. Estos informes se centran en las áreas incluidas en los cuestionarios siguientes: 1 Influencia de Ciencia, la Tecnología en la Sociedad y la influencia de Sociedad en la Ciencia, Tecnología; 2 Historia de Ciencia & la Tecnología 3 Naturaleza de Conocimiento Científico; 4 La Empresa Científica.

Debido al uso diferente de las siglas CTS en el estudio TIMSS, donde forman parte de una categoría curricular (la primera) entre otras, en lo sucesivo se utilizará la denominación HFSC (Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia) para referirnos al conjunto de los cuatro temas, aunque desde una perspectiva conceptual los cuatro están contenidos en lo que se conoce como movimiento CTS.

4.2. Metodología del TIMSS

La planificación del TIMSS comenzó en 1989; el primer encuentro de Coordinadores Nacionales de Investigación tuvo lugar en 1990; la toma de datos tuvo lugar desde los últimos meses de 1994 hasta 1995; los primeros informes internacionales se entregaron en Noviembre de 1996 y Junio de 1997 y los informes internacionales adicionales se emitieron en 1998. El estudio del currículo planificado era una parte importante de la fase inicial del proyecto TIMSS, que consistió en un ambicioso análisis de contenido de las orientaciones, los libros y los cuestionarios por expertos en educación y especialistas de currículo, cuya finalidad era una presentación detallada de los objetivos curriculares de los países participantes.

Los cuestionarios contestados por los profesores de los estudiantes examinados y por los directores de sus escuelas contienen información sobre los temas de matemáticas y ciencias que se enseñan, los métodos instructivos adoptados en el aula, las estructuras orgánicas que apoyan la enseñanza y los factores que facilitan o inhiben la enseñanza y el aprendizaje. Los cuestionarios del profesorado de ciencias tienen información sobre las prácticas instructivas en las aulas, a través de una lista de temas, sobre los que piden dos respuestas diferentes, la primera para cuantificar el número de clases dedicadas a la explicación del tema durante el presente curso, y la segunda para conocer si se explicará durante el curso presente, si no se explicará este curso o fue explicado un curso anterior. Los temas se describen mediante un título, y adicionalmente, con una breve relación de indicadores dentro del mismo título que ilustra con más precisión el potencial contenido del tema. En España, los títulos que se utilizan como representantes del currículo HFSC incluyen Ciencia, tecnología y sociedad, Historia de la ciencia y la tecnología y Naturaleza de la ciencia.

El TIMSS incluye las comparaciones de los planes de estudios oficiales, los libros de texto, las prácticas docentes y el rendimiento de más de medio millón de estudiantes de 42 países, se analizaron miles de documentos oficiales y libros de texto; miles de profesores, directores, y otros expertos respondieron sus encuestas. España participó en este estudio en la población 2 (13 años), que corresponde a los cursos séptimo y octavo de Enseñanza General Básica (EGB). La selección de muestras válidas y eficientes es crucial para la calidad y el éxito de un estudio comparativo internacional tal como TIMSS. Dentro de cada país, TIMSS usó un diseño general de muestreo, cuya primera etapa implicó seleccionar 150 escuelas públicas y privadas. Dentro de cada escuela, mediante procedimientos aleatorios se seleccionó una clase en cada curso (séptimo y octavo de EGB) cuyos estudiantes participarían en las pruebas del TIMSS. Este enfoque se diseñó para obtener una muestra representativa de unos 7,500 estudiantes por cada país con aproximadamente 3,750 estudiantes en cada grado. En nuestro caso, fueron examinados exactamente 7,596 estudiantes y encuestados 298 profesores de ciencias. Es importante destacar que el diseño del TIMSS asegura rigurosamente la representatividad de la muestra estudiantil, mientras que la muestra de profesorado se corresponde con el profesorado que imparte clases a la muestra representativa de estudiantes.

Algunos rasgos demográficos del profesorado participante en el TIMSS que ha contestado el cuestionario del profesor de ciencias son los siguientes: mayoritariamente masculino (55%), cuya edad media está comprendida entre 40 y 49 años, siendo también esta franja de edad la más frecuente entre el profesorado, con casi la mitad del total del profesorado (46%). La antigüedad docente media es de 18 años (d. t. = 8.8 años) con el valor más frecuente y la mediana en 20 años. Casi las dos terceras partes del profesorado tienen titulación de maestro, y el 11% tienen titulaciones superiores (licenciado o doctorado). La práctica totalidad del profesorado de ciencias (93%) trabaja a tiempo completo dando clases de ciencias en 7º (76%) y 8º (74%) de EGB, lo cual significa que algunos dan clase en ambos cursos simultáneamente, y la gran mayoría (67%) dan clases también de matemáticas en los mismos cursos 7º (66%) y 8º (69%) de EGB.

4.3. Resultados

Los informes oficiales sobre la introducción en los respectivos currículos nacionales de los temas HFSC, primera fuente de información, son muy posibilistas, pues, en general, tienden a subrayar que estos temas pueden ser introducidos en los currículos de cualquier curso o etapa del sistema educativo de los respectivos países. Complementariamente, se puede inferir, que de hecho, la mayoría de los currículos nacionales no resultan prescriptivos sobre estos temas, pues lo que puede hacerse en cualquier curso quiere decirse que no tiene una prescripción concreta y determinada. Esta tendencia tiene algunas excepciones, países que tienen prescritos, efectivamente, estos temas en sus currículos oficiales, aunque con muchos matices diferenciales, el más importante de los cuales es la diversidad de tratamientos que algunos países dan a los distintos temas como Historia, pero no a los otros.

El análisis de la presencia real de cada uno de los temas HFSC en el

currículo planificado oficial se ha realizado empleando tres categorías: no incluido en el currículo oficial, incluido y currículo centrado en el tema. Como se puede suponer la diversidad encontrada entre los distintos países es inmensa, entre el todo y la nada. En el caso de España, el patrón observado es que se declaran oficialmente todos los temas incluidos en el currículo para los cursos de la etapa de secundaria (7º y 8º y Bachillerato) con excepción del tema la empresa científica; además, el tema de naturaleza de la ciencia se declara como centrado para el curso 8º EGB.

El análisis de la intensidad de la presencia de estos temas HFSC en las guías y libros de texto intenta determinar la coherencia entre el currículo declarado oficialmente y el desarrollado en los libros de texto. El tema de Historia es el que muestra un grado más alto de consistencia entre guías y libros, aunque sólo es alcanzado por una minoría de países encuestados (menos de la mitad), mientras la consistencia del resto de los temas es todavía menor. Nueva Zelanda y EUA son los dos únicos países que tiene una consistencia total en todos los temas HFSC. En el caso de España, la guía y los libros aparecen como consistentes en los temas de influencia de la ciencia sobre la sociedad, historia y empresa científica, donde aparece ya una primera incoherencia, pues del informe oficial se deduce que la empresa científica no es un tema curricular, mientras aquí aparece en las guías y los libros. Esto sugiere la diversidad de criterios y la dificultad de juzgar la importancia de la presencia de los temas curriculares como los que aquí se analizan.

El análisis cuantificado de la cobertura que los libros de texto dedican a estos temas resulta un indicador más preciso y aproximador a la realidad de la situación general. El promedio internacional es aproximadamente un 4%, con sólo dos países (Canadá y EUA) que dedican más del 15% del libro de texto a los temas HFSC. España se sitúa por encima de la media internacional (8%), aunque queda patente la nula atención a dos temas como la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología y a la naturaleza de la ciencia.

La situación de la enseñanza de los temas HFSC obtenida de los cuestionarios del profesorado atiende a dos indicadores: el número de profesores que manifestaban atender estos temas en su clase y el porcentaje del tiempo dedicado a los mismos. Internacionalmente, el número de profesores que manifiestan enseñar en clase HFSC varía ostensiblemente, entre más de 80% del profesorado en EUA hasta menos del 10% en algunos países, mientras España se sitúa ligeramente por encima de la media, con aproximadamente un 35%. El tiempo de instrucción dedicado a los temas HFSC, sin embargo, sitúa más realísticamente la situación global: toda la diversidad de países se encuentra englobada entre 6% y 1%, con un promedio de 3% del tiempo de clase que se declara dedicado a HFSC. España se encuentra en torno al promedio (Wang & Schmidt, 2002).

Un análisis más contextualizado de los resultados españoles puede contribuir a precisar mejor nuestra situación y a matizar aspectos concretos de la relativa irrelevancia de hecho de los temas HFSC en el aula abordado en un estudio más amplio (Vázquez, 2000). Considerando globalmente todos los temas curriculares, aquellos con menor frecuencia de profesorado

invirtiendo clases en ellos son, por orden creciente, relatividad (18 profesores), teorías cinética y cuántica (43 profesores), luz (48) y cambios químicos específicos (52), todos ellos temas fuera del currículo oficial; los temas HFSC se sitúan en torno al porcentaje global ya citado de 35-37% del profesorado (en torno a 90 profesores declarando a favor). Los temas que reciben mayor tasa de respuesta "no se explicará", por orden decreciente, son los siguientes: relatividad, teorías cinética y cuántica, cambios químicos específicos, ciencia, tecnología y sociedad, historia de la ciencia y la tecnología y naturaleza de la ciencia.

De todos estos temas presuntamente menos atendidos en la enseñanza de ciencias, los temas de contenidos más específicamente clásicos de la ciencia (relatividad, teorías cinética y cuántica, luz, cambios químicos específicos) no están incluidos en el currículo planificado oficialmente por lo que no resulta extraño las respuestas de desatención del profesorado. Otros temas más novedosos, que se apoyan y son promovidos desde los más recientes avances en la investigación en didáctica de las ciencias, como son los temas de ciencia, tecnología y sociedad, historia de la ciencia y la tecnología y naturaleza de la ciencia, están claramente desatendidos en la enseñanza de la ciencia en las aulas.

El profesorado dedica a la mayoría de los temas del currículo una extensión horaria entre cuatro y ocho horas, aunque existen unos pocos cuya dedicación horaria es superior, en torno a las diez o doce horas, como biología humana, desarrollado a lo largo de unas 12 horas de trabajo en clase de promedio, o en torno a las 11-12 horas para las características de la tierra, fuerzas y movimientos y energía. Frente a estos valores, los temas más desatendidos son ciencia, tecnología y sociedad, historia de la ciencia y naturaleza de la ciencia, que, en los casos que se declaran atenderlos, tienen una dedicación mínima, inferior a cinco horas.

4.4. Conclusiones

La naturaleza crecientemente científica y técnica de nuestra sociedad genera unas necesidades individuales de sus miembros, para adaptarse a ella, que exigen que cada persona debe estar científicamente alfabetizada para funcionar eficazmente en esta sociedad. Por otro lado, hoy día no se duda que la generación del conocimiento científico es un proceso que se ajusta más a un modelo dinámico y contextualizado social, histórica y psicológicamente, en lugar del modelo abstracto y formal; la ciencia es una empresa donde el cambio dinámico y la alteración son las reglas en lugar de las excepciones. El dinamismo de la ciencia puede ayudar a los individuos a cultivar hábitos científicos de percepción y a ser capaces de practicar el pensamiento racional y el razonamiento lógico. En la educación de la ciencia, el papel crítico de HFSC (CTS) se ha identificado continuamente como una manera poderosa de mejorar y reforzar la comprensión de la ciencia mediante alfabetización científica del público.

Los resultados de TIMSS, aunque modestos, trasladan un mensaje crucial para todo el mundo y para la mayoría de los países: sólo unos pocos países dedican atención suficiente a los temas HFSC. Si estos temas se consideran un factor básico de la alfabetización científica resulta obvio la necesidad de un cambio curricular de mejora en todo el mundo.

En segundo lugar, el TIMSS evidencia que los países con mejores puntuaciones de rendimiento en ciencias (i.e. Japón, Corea, y la República Checa) no se encuentran entre los que dedican atención a los temas HFSC, lo cual plantea dos cuestiones claves: por un lado, la evidencia que los temas HFSC no parecen tener una influencia significativa en lo que hoy día se entiende por una persona mejor alfabetizada en ciencia; por otro lado, el modelo de la persona alfabetizada en ciencias diseñada implícitamente en los currículos escolares debería cambiarse para hacerlo más sensible a la comprensión de la ciencia y tecnología en el mundo actual, lo cual supone un giro para descargar la importancia de la dimensión cognitiva en la alfabetización científica, o al menos, graduarla en un sentido paralelo a la potencial especialización y necesidades de la persona.

Sin embargo, los investigadores de TIMSS concluyen que el rendimiento de los estudiantes en el área de HFSC tiene un efecto significativo en el rendimiento general de ciencias, pero con bastantes matices que pueden ser iluminadores para la práctica escolar.

En primer lugar, puede ser que enseñar HFSC solo no producirá ninguna mejora en el rendimiento por sí misma, sino que el conocimiento científico alcanzado también tiene influencia. Los resultados de los países como Japón, Corea, y la República Checa, que alcanzaban las puntuaciones más altas de rendimiento general, y sin embargo no están entre los países con mejor currículo planificado de HFSC, también logran un rendimiento más satisfactorio en las cuestiones HFSC que los países que tenían currículos significativos de fondos de HFSC en los libros de texto, el plan de estudios, o por parte del profesorado. Esto parece sugerir que los contenidos científicos tienen un papel importante también en la alfabetización, de manera que debe buscarse un equilibrio entre los contenidos cognitivos específicos de la ciencia y los contenidos actitudinales y sociales de la ciencia.

En segundo lugar, como ya venimos sugiriendo desde hace tiempo, coincidiendo con otros colegas, la formación del profesorado es la clave para alcanzar la meta de reforzar la alfabetización científica a través de HFSC-CTS (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002 en prensa). El TIMSS produce dos noticias respecto a esto, una buena y otra mala; la buena noticia es que bastante profesorado, en casi todo el mundo, declara tratar estas cuestiones en clase, aunque sus respectivos currículos no pongan énfasis ni estén centrados en ellas; la mala noticia es que el tiempo lectivo dedicado a HFSC es, en general, muy bajo. En consecuencia, parece que la cuestión clave debería ser la mejora de la calidad de la docencia de estas cuestiones, que pasa, sin duda, por mejorar la formación del profesorado, para evitar los errores conceptuales y las ideas previas que dañan, más que benefician, la instrucción de estos temas. Paralelamente, debería insistirse en conseguir que el diseño curricular de los temas HFSC-CTS sea más concreto y relevante, de modo que dejen de ser floreros o adornos muy apreciados de los currículos oficiales y de los libros de texto, para pasar a ser contenidos específicos detallados y equiparados con los contenidos más tradicionales de la ciencia; en particular, deberían pasar de ser citas en los objetivos u orientaciones metodológicas generales, como ocurre con harta frecuencia en la actualidad de los currículos españoles de secundaria y bachillerato, para entrar en la lista de contenidos, como títulos específicos y

concretos que no permitan el recurso a interpretaciones tradicionales descafeinadas.

Finalmente, un factor crítico global que incluye y refuerza, al mismo tiempo todos los anteriores, creemos que pasa por cambiar el modelo real de persona alfabetizada en ciencias (Acevedo, Manassero y Vázquez, en el capítulo 1). El debate sobre lo que debe ser, saber hacer y saber una persona alfabetizada debe proyectar una influencia obvia en los modelos de evaluación escolares, que hoy parecen ser inmunes a cualquier crítica, para pasar a debatir los detalles que concretan estas ideas. Resulta evidente que el modelo de una persona alfabetizada cambia la relación entre los objetivos educativos actitudinales, procedimentales y cognitivos, que deben alcanzarse o proponerse, lo cual requiere cambiar los modelos y criterios aplicados para evaluar escolarmente la educación científica de una persona. Afrontar estos retos puede ser una tarea inmediata de la investigación en didáctica de las ciencias y un cambio muy importante para mejorar los currículos de ciencias desde una perspectiva de alfabetización científica y ciencia para todos.

4.5. Referencias bibliográficas

Acevedo, J. A., Manassero, M. A., Vázquez, A. (2002, en prensa). Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*.

Anderson, C. W. & Smith, E. (1986). 'Teaching Science', in V. Koehler (ed.), *The Educator's Handbook: A Research Perspective*. New York: Longman.

Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. & Kelly, D. L. (1996). *Mathematics Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston: College, Chestnut Hill.

López Varona, J.A. y Moreno Martínez, M.L. (1997a). *Resultados de ciencias. Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS)*. Madrid: M.E.C - I.N.C.E.

López Varona, J.A. y Moreno Martínez, M.L. (1997b). *Resultados de matemáticas. Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS)*. Madrid: M.E.C - I.N.C.E.

Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.

Matthews, M. R. (1999). *Time for Science Education: How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy*. New York: Plenum Publishing Company.

Robitaille, D.F. y Garden, R.A. (1996). Design of the Study. En D.F. Robitaille y R.A. Garden (Eds.), *TIMSS Monograph No. 2: Research Questions and Study Design*. Vancouver, Canada: Pacific Educational Press.

Robitaille, D. F., Schmidt, W. H., Raizen, S., McKnight, C., Britton, E. & Nicol, C. (1993). *TIMSS Monograph No. 1: Curriculum Frameworks for Mathematics and Science*. Vancouver, Canada: Pacific Educational Press.

Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Science for All Americans: Scientific Literacy*. New York: Oxford University Press.

Schmidt, W. H. & McKnight, C.C. (1995). Surveying Educational Opportunity in Mathematics and Science: An International Perspective, *Educational Evaluation and Policy Analysis* 17(3), 337–353.

Schmidt, W.H., Jorde, D., Cogan, L.S., Barrier, E., Gonzalo, I., Moser, U., Shimizu, K., Sawada, T., Valverde, G., McKnight, C., Prawat, R., Wiley, D.E., Raizen, S., Britton, E.D. & Wolfe, R.G. (1996). *Characterizing Pedagogical Flow: An Investigation of Mathematics and Science Teaching in Six Countries*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer,

Schmidt, W.H., Raizen, S.A., Britton, E.D., Bianchi, L.J. & Wolfe, R.G. (1997). *Many Visions, Many Aims, Volume II: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Science*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer.

Vázquez, A. (2000). *Análisis de los datos del tercer estudio internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS) desde la perspectiva del sistema educativo español. Memoria final de investigación*. Madrid: MEC-CIDE.

Villani, A. & Arruda, S. (1998). Special Theory of Relativity, Conceptual Change and History of Science. *Science and Education* 7(1), 85-100.

Wandersee, J.H. (1985). Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions?. *Journal of Research in Science Teaching* (7), 581–587.

Wandersee, J.H. (1990). On the Value and Use of the History of Science in Teaching Today's Science: Constructing Historical Vignettes. En D.E. Herget (Ed.), *More History and Philosophy of Science in Science Teaching*, (pp. 278–283). Florida State University: Tallahassee.

Wang, H.A. y Schmidt, W.H. (2001). History, Philosophy and Sociology of Science in Science Education: Results from the Third International Mathematics and Science Study. *Science & Education* 10, 51–70.

5. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA, UNA ASIGNATURA PENDIENTE EN LOS ENFOQUES CTS: RETOS Y PERSPECTIVAS

Berta Marco Stiefel

5.1. Introducción

En un certero artículo, en los comienzos del movimiento CTS, Rosenthal (1982), al hacer balance de lo logrado hasta aquél momento en USA, ponía de relieve cómo uno de los elementos importantes a tener en cuenta en la configuración de currículos diseñados desde esta clave, los *aspectos sociales de la ciencia*, no habían sido prácticamente considerados. Recientemente, Caamaño (1992) al hacer síntesis de la Educación CTS en la Enseñanza Secundaria en España, manifiesta así mismo la dificultad de progresar en una visión adecuada de la ciencia al alcance de los alumnos. Siendo éste un aspecto fundamental en los intentos de aproximación de la Ciencia y la Tecnología a la Sociedad, se impone buscar nuevas vías de acercamiento al tema del que se deriven propuestas curriculares concretas.

5.2. Metodología

En este trabajo se toman en consideración, de un lado, las aportaciones de la investigación en la Didáctica de las Ciencias de los últimos años en torno a la naturaleza de la ciencia y, de otro, el pensamiento teórico acumulado a partir de las tesis de T.S.Kuhn y su posterior desarrollo, así como la influencia del pensamiento postmoderno. De la visión de la ciencia actual que se deduce del citado recorrido, se hacen derivar algunas orientaciones para una enseñanza de las ciencias de inspiración CTS.

5.3. El debate abierto en la Didáctica de las Ciencias

La propia expresión: *naturaleza de la ciencia* no ha quedado adecuadamente definida en la literatura, si bien se entiende por ello la capacidad de dar razón de lo que la ciencia es, lo que puede expresarse también sumando los titulares de los libros de Chalmers: ¿qué es esa cosa llamada ciencia? y ¿cómo se fabrica, o cómo se construye? Bell y Lederman afirman que la naturaleza de la ciencia refiere a su epistemología (2000).

Lo que no cabe duda, es que la praxis docente proyecta una imagen anticuada de la ciencia, hegemónica, cargada de estereotipos, heredera de una visión positivista o decimonónica de la que dan cuenta numerosos trabajos (Koulaidis y Ogborn, 1995; Gil-Pérez, 1996). De lo que arrojan estas investigaciones, se observa, por vía inductiva, la falta de adecuación de esta visión con la que se deduce de la ciencia que se está produciendo en sus fronteras sociales, tecnológicas y éticas en las que muchos de los presupuestos establecidos por la visión actual: absoluta objetividad, neutralidad, etc., caen a favor de la influencia de determinados factores

sociales. Los intentos de lograr una síntesis coherente en esta línea han sido hasta ahora fallidos por varias razones: la apertura excesiva del marco teórico tratándose de abarcar todo lo que puede considerarse objeto de la filosofía de la ciencia, y la diseminación de estudios empíricos acerca de la visión de la ciencia en el alumnado y en el profesorado y sus procedencias respectivas. En medio de un debate que sigue abierto no han faltado voces que con razón han apostado por establecer unos objetivos racionales sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza (Matthews, 1998).

5.4. La dificultad del modelo teórico

Bell y Lederman (2000) consiguen centrar el problema en el título de uno de sus trabajos conjuntos: "*Desarrollar una concepción de la naturaleza de la ciencia y actuar de acuerdo con ella*".

Parte de los obstáculos encontrados proceden de la dificultad de partir de un modelo de ciencia que responda a un pensamiento actualizado y que sea fácilmente entendible. Este modelo serviría de enmarque para la formación del profesorado en esta línea. No se trata de hacer una evolución histórica completa del pensamiento teórico sobre la ciencia, en la que no se profundiza por la imposibilidad de abarcarla, sino partir de un modelo suficientemente claro que permita llegar a ejemplificaciones prácticas e ilustrativas a partir de él.

Un recorrido por las publicaciones más recientes acerca de la filosofía de la ciencia permite descubrir lo que genéricamente se ha llamado *El camino desde la Estructura* (Conant y Haugeland, 2002), es decir, el estado actual del pensamiento teórico acerca de la ciencia en su vertiente historicista, lo que supone hoy día la integración de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia de la que dan cuenta algunas publicaciones. (Solís, 1994 y 1998). De la revisión de los postulados de Kuhn, una vez que han sido decantados y contrastados con el paso del tiempo, se deriva la corriente sociológica que acoge parte de la crítica procedente del pensamiento postmoderno, con su subrayado relativista. Por otro lado, la progresiva atención prestada actualmente al estudio de los casos históricos o a las revoluciones científicas (incluidas las actuales, que inmediatamente pasan a la categoría de históricas por la velocidad a la que suceden los descubrimientos), hace de éstos elementos imprescindibles para dar razón de lo que es la ciencia. Por lo tanto, la integración del pensamiento de Kuhn, (cuya base explicativa está tomada de la historia de la ciencia) con algunos elementos de la sociología de la ciencia (reconocida hoy a partir de él) y el trabajo sobre textos históricos, aplicando la hermenéutica del propio Kuhn, suministraría un marco epistemológico suficientemente amplio y rico en el que encontrar respuestas adecuadas acerca de lo que es hoy la ciencia.

Una adecuado programa en esta línea podría servir de base para la formación del profesorado en torno a la naturaleza de la Ciencia.

5.5. A la búsqueda de unos objetivos modestos

Supuesto el desarrollo de un programa de formación de profesores en torno a las interrelaciones entre la historia, la filosofía y la sociología de la

ciencia como marco explicativo del desarrollo científico, el trabajo de aula de estos profesores debería reflejar una visión más abierta y llena de matices que la que arrojan los trabajos empíricos hasta ahora recogidos. Simultáneamente, esta nueva visión tendría que quedar reflejada en las propuestas de los trabajos prácticos sugeridos a los alumnos. Ciñéndonos a un alumnado de Secundaria, entendiendo la etapa en su amplio sentido, los trabajos sobre historia de la ciencia parecen, en principio, los más adecuados para las edades de los alumnos de 14 a 18 años. Contando con suficiente material histórico, los trabajos en torno a la naturaleza de la ciencia podrían discurrir por diferentes autopistas, que podrían ser las siguientes:

- desmitificar algunas de las afirmaciones de los libros de texto, por ejemplo, la asignación de los descubrimientos a personas, tiempo y lugar. Para ello es importante contemplar la complejidad que envuelven los descubrimientos (desde el punto de vista histórico)
- demostrar la dificultad del avance científico por la adhesión a las viejas teorías.
- asomarse a la distinta tipología de los hombres y las mujeres de ciencia, a sus intereses personales, sus relaciones, aficiones, etc.
- poder estimar el valor del trabajo en equipo entre científicos y la complementariedad de los puntos de vista inter o multidisciplinares.
- conocer ejemplos de trabajos científicos al servicio del poder social o económico, la pérdida de la neutralidad científica o los intentos de científicos y científicas a favor de la paz o el desarme.
- profundizar en la contribución femenina a la ciencia en base a trabajos históricos sobre algunas mujeres representativas.
- estudiar algunos casos de imaginación, creatividad o serendipia en la ciencia.
- hacer el intento de presagiar cuándo una revolución científica está teniendo lugar.
- manejar textos históricos en los que se descubra la sistemática de la investigación, por ejemplo, la consulta de los antecedentes, o el planteamiento sistemático del trabajo a realizar.
- incorporar material procedente de textos autobiográficos de científicos, correspondencia, notas de laboratorio, etc.

5.6. Conclusiones

Se evitarán, de este modo, entre otros, las visiones estereotípicas acerca de los/las científicos y científicas; la visión acumulativa de la ciencia propia de los libros de texto y otros materiales curriculares; la falta de alusión a los contextos en los que se producen los descubrimientos, etc. y se tratarán de leer desde estas mismas claves, los acontecimientos recientes en relación a la ciencia que tienen una enorme resonancia social.

5.7. Referencias bibliográficas

Bell, R.L. y Lederman, N. G. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: a follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.

Caamaño, A. (2002). Presencia de CTS en el currículo escolar español. En Membiela, P. (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad* (pp. 121-135). Madrid: Narcea.

Conant, J. y Haugeland, J. (2002). Thomas S. Kuhn. *El camino desde la estructura*. Barcelona: Paidós.

Gil-Pérez, D. (1996): New trends in science education. *International Journal of Science Education*, 18(8), 889-901.

Koulaidis, V. y Ogborn, J. (1995). Science teachers's philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.

Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-175.

Rosenthal, D.B. (1982). Two approaches to science-technology-society (STS) education. *Science Education*, 73(5), 581-598.

Solís, C. (1994). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*. Barcelona: Paidós.

Solís, C. (1998): *Alta tensión. Filosofía, sociología e historia de la ciencia*. Barcelona: Paidós.

6. LA ATENCIÓN A LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA PLANETARIA EN REVISTAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Mónica Edwards, Daniel Gil, Amparo Vilches y João Praia

6.1. Introducción

En el Primer Seminario Ibérico sobre las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias experimentales, presentamos un estudio de las percepciones de los profesores de ciencias portugueses y españoles acerca de cuál es la situación *del mundo*, es decir, acerca de cuáles son los problemas y desafíos a los que la humanidad ha de hacer frente *globalmente*.

Los resultados obtenidos en dicho estudio (Praia, Gil y Edwards, 2000; Praia et al., 2001) y en otros similares, relativos a las percepciones de los profesores de distintos países (Edwards et al., 2001 y 2002; Gil et al., 2003), evidencian que las visiones de los profesores de ciencias acerca de los problemas del mundo y de las decisiones a tomar al respecto tienen, en general, un carácter fragmentario que no permite comprender la gravedad y urgencia de los problemas que ponen hoy en peligro la supervivencia de nuestra especie.

Estos resultados deben constituir, pensamos, una llamada de atención para la comunidad educativa en general y, muy particularmente, para aquellos que dedicamos una especial atención a las relaciones CTS, que algunos han comenzado a denominar CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente), así como para los que nos ocupamos de la alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía. En efecto, tales visiones fragmentarias y reduccionistas constituyen una seria dificultad para que los docentes podamos contribuir, atendiendo a los reiterados llamamientos de instituciones internacionales como Naciones Unidas (1992), a formar ciudadanos y ciudadanas capaces de participar en la toma de decisiones en esta situación de indudable *emergencia planetaria* (Bybee, 1991; Orr, 1995; Vilches y Gil, 2003).

El objeto de este trabajo es estudiar en qué medida los trabajos publicados *en revistas de didáctica de las ciencias* en torno a las relaciones CTS o a la alfabetización científica, están contribuyendo a una correcta percepción de los problemas *globales* que afectan a la situación del mundo y favoreciendo su toma en consideración en la enseñanza de las ciencias.

6.2. Metodología

Nuestra primera tarea -que hemos desarrollado en otros trabajos (Gil et al., 2000) ha consistido en construir un panorama general de los problemas y desafíos que caracterizan la situación del mundo, fruto de un esfuerzo de globalización que ha intentado salir al paso del reduccionismo causal que suele afectar al estudio de los problemas científicos, muy en particular

cuando se trata de problemáticas complejas como la que nos ocupa, con serias implicaciones éticas. Como afirma Daniella Tilbury (1995), "los problemas ambientales y del desarrollo no son debidos exclusivamente a factores físicos y biológicos, sino que es preciso comprender el papel jugado por los factores estéticos, sociales, económicos, políticos, históricos y culturales".

Hemos recurrido, para ello, al estudio de los trabajos que están apareciendo últimamente con una explícita voluntad globalizadora, como los informes anuales del Worldwatch Institute sobre "La situación del mundo" (Worldwatch Institute, 1984-2003), "Nuestro futuro común" (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988), "Agenda 21" (Naciones Unidas, 1992) o "Un mundo nuevo" (Mayor Zaragoza, 2000). Hemos realizado también un estudio Delphi que ha implicado a docenas de profesores de ciencias en formación y en activo de diferentes países (Argentina, Brasil, Chile, Cuba, España, México, Panamá y Portugal). Ese estudio Delphi se ha basado en una pregunta abierta en la que invitábamos a participar en la construcción de una visión global de la situación del mundo, exponiendo los problemas y desafíos a los que la humanidad ha de hacer frente para encarar su porvenir y las medidas a adoptar al respecto.

Un resumen de dicha visión global se ofrece aquí en el Cuadro 1, estructurado en cinco grandes bloques estrechamente vinculados:

- Sentar las bases de un desarrollo sostenible, "que atienda a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades" (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988).
- Poner fin a un crecimiento agresivo con el medio ambiente y nocivo para los seres vivos -fruto de comportamientos guiados por intereses y valores particulares, sin atender a sus consecuencias futuras o para otros- que se traduce en una progresiva degradación del medio físico y cultural (Worldwatch Institute, 1984-2003; Folch, 1998; George, 2001).
- Considerar las causas (y, a su vez, consecuencias) de ese crecimiento no sostenible, tales como el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas o una explosión demográfica que ha cuádruplicado en un siglo la población mundial... en un planeta de recursos limitados (Ehrlich y Ehrlich, 1994; Folch, 1998).
- Adoptar medidas positivas, en los ámbitos tecnológico (Daly y Cobb, 1989), educativo (Naciones Unidas, 1992; Delors, 1996) y político (Folch, 1998) susceptibles de poner fin a los actuales problemas y de sentar las bases de un desarrollo realmente sostenible.
- Universalizar y ampliar los derechos humanos como vía de superación de los desequilibrios existentes en la actualidad y de un crecimiento insostenible, consecuencia de la imposición de intereses y valores particulares a corto plazo (Vercher, 1998).

0) Lo esencial es sentar las bases de un desarrollo sostenible.

Ello implica un conjunto de objetivos y acciones interdependientes:

1) Poner fin a un crecimiento que resulta agresivo con el medio físico y nocivo para los seres vivos, fruto de comportamientos guiados por intereses y valores particulares, sin atender a sus consecuencias futuras o para otros.

Dicho crecimiento se traduce, entre otros, en los siguientes problemas más específicos y estrechamente relacionados:

- 1.1. Una urbanización creciente y, a menudo, desordenada y especulativa.
- 1.2. La contaminación ambiental (suelos, aguas y aire) y sus secuelas (efecto invernadero, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, etc.) que apuntan a un peligroso cambio climático.
- 1.3. Agotamiento de los recursos naturales (capa fértil de los suelos, recursos de agua dulce, fuentes fósiles de energía, yacimientos minerales, etc.).
- 1.4. Degradación de ecosistemas, destrucción de la biodiversidad (causa de enfermedades, hambrunas...) y, en última instancia, desertificación.
- 1.5. Destrucción, en particular, de la diversidad cultural.

2) Poner fin a las siguientes causas (y, a su vez, consecuencias) de este crecimiento no sostenible:

- 2.1. El hiperconsumo de las sociedades "desarrolladas" y grupos poderosos.
- 2.2. La explosión demográfica en un planeta de recursos limitados.
- 2.3. Los desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos –asociados a falta de libertades e imposición de intereses y valores particulares- que se traducen en hambre, pobreza, ... y, en general, marginación de amplios sectores de la población.
- 2.4. Las distintas formas de conflictos y violencias asociados, a menudo, a dichos desequilibrios:
 - 2.4.1. Las violencias de clase, interétnicas, interculturales... y los conflictos bélicos (con sus secuelas de carrera armamentística, destrucción...).
 - 2.4.2. La actividad de las organizaciones mafiosas que trafican con armas, drogas y personas, contribuyendo decisivamente a la violencia ciudadana.
 - 2.4.3. La actividad especuladora de empresas transnacionales que escapan al control democrático e imponen condiciones de explotación destructivas de personas y medio físico.

3) Acciones positivas en los siguientes campos:

- 3.1. Instituciones capaces de crear un nuevo orden mundial, basado en la cooperación, la solidaridad y la defensa del medio y de evitar la imposición de valores e intereses particulares que resulten nocivos para la población actual o para las generaciones futuras.
- 3.2. Una educación solidaria –superadora de la tendencia a orientar el comportamiento en función de valores e intereses particulares- que contribuya a una correcta percepción de la situación del mundo, prepare para la toma de decisiones fundamentadas e impulse comportamientos dirigidos al logro de un desarrollo culturalmente plural y físicamente sostenible.
- 3.3. Dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia el logro de tecnologías favorecedoras de un desarrollo sostenible (incluyendo desde la búsqueda de nuevas fuentes de energía al incremento de la eficacia en la obtención de alimentos, pasando por la prevención de enfermedades y catástrofes o la disminución y tratamiento de residuos...) con el debido control para evitar aplicaciones precipitadas.

4) Estas medidas aparecen hoy asociadas a la necesidad de universalizar y ampliar los derechos humanos.

Ello comprende lo que se conoce como tres "generaciones" de derechos, todos ellos interconectados:

- 4.1. Los derechos democráticos de opinión, asociación...
- 4.2. Los derechos económicos, sociales y culturales (al trabajo, salud, educación...).
- 4.2.* Derecho, en particular, a investigar todo tipo de problemas (origen de la vida, clonación...) sin limitaciones ideológicas, pero ejerciendo un control social que evite aplicaciones apresuradas o contrarias a otros derechos humanos.
- 4.3. Los derechos de solidaridad (a un ambiente equilibrado, a la paz, al desarrollo económico y cultural).

Cuadro 1.- Problemas y desafíos a los que debe hacer frente la humanidad

Queremos insistir en la estrecha vinculación de este conjunto de problemas y medidas a adoptar, de forma que cualquier intento de abordar aisladamente alguno de los problemas está abocado al fracaso. No es posible, por ejemplo, hacer frente a los problemas de contaminación ambiental sin tener en cuenta el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas o las necesidades perentorias de un población en vertiginoso crecimiento. Una visión correcta de los problemas del planeta exige tener presente *la globalidad* de los aspectos contemplados. A continuación se presenta una red para analizar en qué medida se presta atención de forma global a la situación del mundo:

Revista	Número artículos analizados	Número de artículos que tratan algún aspecto de la red (%)	Media de aspectos mencionados
Science Education	294	28 (9.5)	3.1
Journal of Research in Science Teaching	552	11 (2.0)	4.3
International Journal of Science Education	553	25 (4.5)	5.3
Studies in Science Education	66	8 (12.1)	4.9
Didaskalia	143	0 (-)	0.0
Aster	84	3 (3.6)	6.0
Science & Education	255	7 (2.7)	2.9
Australian Science Teachers Journal	450	34 (7.6)	3.8
School Science Review	556	31 (5.6)	2.8
Research in Science Education	336	6 (1.8)	2.7
Journal of College Science Teacher	389	24 (6.2)	3.0
Research in Science & Technological Education	155	12 (7.7)	3.8
Enseñanza de las Ciencias	329	17 (5.2)	5.6
Alambique	356	58 (16.3)	3.3
Investigación en la Escuela	239	17 (7.1)	6.6
Total artículos analizados	4.757	281 (5.9)	3.9

Tabla 1.- Artículos que tratan algún aspecto de la red en las revistas más citadas en el campo de didáctica de las ciencias.

Nuestra segunda tarea ha consistido en buscar artículos publicados en revistas de investigación e innovación en didáctica de las ciencias que traten alguno de los aspectos contemplados en el Cuadro 1, con objeto de ver, en los trabajos seleccionados, cuáles son los problemas, desafíos y medidas a adoptar considerados y en qué medida, repetimos, hay un planteamiento global de la situación del mundo.

En una primera fase hemos seleccionado doce de las revistas internacionales más citadas en el campo de la didáctica de las ciencias,

como *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, etc. y tres revistas españolas (*Enseñanza de las Ciencias*, *Investigación en la Escuela* y *Alambique*). La tabla 1 indica el número de artículos, publicados en cada una de las revistas, entre 1992 y 2000, que *trata* alguno de los aspectos de la red (Cuadro 1) y señala, así mismo, la media de los aspectos *mencionados* en dichos artículos seleccionados (del total de 19 incluidos en la red). Como muestra dicha tabla 1, se han analizado 4757 artículos, entre los cuales hemos encontrado 281 que abordan uno o más aspectos de la red.

En una segunda fase, hemos procedido a realizar un trabajo similar con otro conjunto de 15 revistas de educación científica de una cierta difusión pero, en general, más centradas en contenidos específicos, tales como *American Journal of Physics*, *Journal of Chemical Education*, etc., donde hemos hallado 210 trabajos más (de un total de 6326 artículos estudiados entre 1992 y 1998) que hacen alguna referencia a los aspectos contemplados en la red (ver tabla 2).

Revista	Número artículos analizados	Número de artículos que tratan algún aspecto de la red (%)	Media de aspectos tratados
American Journal of Physics	1154	9 (0.8)	3.1
Bulletin de l'Union des Physiciens	707	7 (1.0)	2.0
Caderno Catarinense de Ensino de Física	169	2 (1.2)	3.0
Education in Chemistry	236	11 (4.7)	1.9
Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	135	13 (9.6)	6.7
Journal of Biological Education	286	26 (9.1)	2.7
Journal of Chemical Education	1464	42 (2.9)	2.4
Journal of Geological Education	253	10 (4.0)	4.1
Journal of Science Education & Technology	91	4 (4.4)	4.5
Physics Education (India)	289	4 (1.4)	2.3
Physics Education (Reino Unido)	350	1 (0.3)	1.0
Revista de Enseñanza de la Física	99	1 (1.0)	9.0
Revista Española de Física	272	28 (10.3)	3.7
Teaching Earth Sciences	260	11 (4.2)	3.1
The American Biology Teacher	561	44 (7.8)	3.0
Total artículos analizados	6326	210 (3.3)	3.3

Tabla 2.- Artículos que tratan algún aspecto de la red en revistas más centradas en contenidos específicos.

No hemos incluido en este análisis revistas *específicas* de educación ambiental como *Journal of Environmental Education* o *Environmental*

Education Research, porque hemos centrado nuestro interés en el campo de la educación científica en general.

ÍTEMS DE CATEGORIZACIÓN DE LA RED DE ANÁLISIS	Artículos revistas de investigación N = 281	Artículos en otras revistas N = 210
	% (sd)	% (sd)
0. Desarrollo sostenible	16.7 (2.2)	7.1 (1.8)
1. Poner fin a un crecimiento agresivo con el medio	24.6 (2.6)	21.4 (2.8)
1.1 Urbanización creciente y desordenada	3.9 (1.2)	2.9 (1.1)
1.2 La contaminación ambiental y sus secuelas	50.5 (3.0)	63.3 (3.3)
1.3 Agotamiento de los recursos naturales	26.3 (2.6)	19.5 (2.7)
1.4 Degradación de ecosistemas	46.6 (3.0)	47.1 (3.4)
1.5 Destrucción de la diversidad cultural	2.5 (0.9)	1.4 (0.8)
2.1 El hiperconsumo	7.1 (1.5)	5.2 (1.5)
2.2 La explosión demográfica	14.9 (2.1)	18.6 (2.7)
2.3 Los desequilibrios	20.6 (2.4)	10.5 (2.1)
2.4 Las distintas formas de conflictos y violencias	13.5 (2.0)	7.1 (1.8)
3.1 Nuevo orden mundial	11.0 (1.9)	17.1 (2.6)
3.2 Una educación solidaria	72.9 (2.7)	42.9 (3.4)
3.3 Desarrollo científico-tecnológico favorecedor ..	22.1 (2.5)	33.8 (3.3)
4. Universalización de los derechos humanos	4.3 (1.2)	1.0 (0.7)
4.1 Los derechos democráticos de opinión, asociación	7.5 (1.6)	0.5 (0.5)
4.2 Los derechos económicos, sociales y culturales	3.2 (1.0)	0.5 (0.5)
4.2. Derecho, en particular, a investigar	35.9 (2.9)	19.5 (2.7)
4.3 Los derechos de solidaridad	4.3 (1.2)	4.3 (1.4)

Tabla 3.- Aspectos sobre la situación del mundo tratados en los artículos procedentes de revistas de investigación en didáctica de las ciencias (tabla 1) y en los procedentes de otras revistas centradas en contenidos específicos (tabla 2).

6.3. Resultados

Un primer resultado a destacar aparece con claridad en las tablas 1 y 2: el número de trabajos publicados en ambos bloques de revistas seleccionadas, que traten algún aspecto relacionado con los problemas globales del planeta, es bastante reducido (respectivamente el 5.9 % de un total de 4757 y el 3.3 % de 6326). Pero lo que quizás es más grave, es que cada uno de estos trabajos contempla, en general, muy pocos de los aspectos interconectados que reflejan la situación de emergencia planetaria: respectivamente 3.9 y 3.4 aspectos, por término medio, de un

total, recordemos, de 19 incluidos en los *Problemas y desafíos que debe hacer frente la humanidad*.

Para profundizar en este análisis hemos construido la tabla 3 que proporciona los porcentajes de estos trabajos seleccionados en ambos grupos de revistas que *hacen referencia* a cada uno de los aspectos de la red. Queremos insistir en que en los trabajos seleccionados hemos contabilizado como buena cualquier mención, cualquier referencia por superficial que sea, a los distintos aspectos de la red. Con este criterio, los resultados que recoge la tabla 3 proporcionan una imagen de la atención prestada a la situación del mundo por las revistas analizadas, que es más positiva que la que en realidad existe.

Lo primero que destaca en esta tabla 3 es que las tendencias generales en ambos grupos de artículos son muy similares, como se muestra muy claramente en la figura 1: los mismos aspectos que son más tratados en el primer conjunto de artículos lo son también en el segundo; y lo mismo ocurre con aquellos que son apenas señalados.

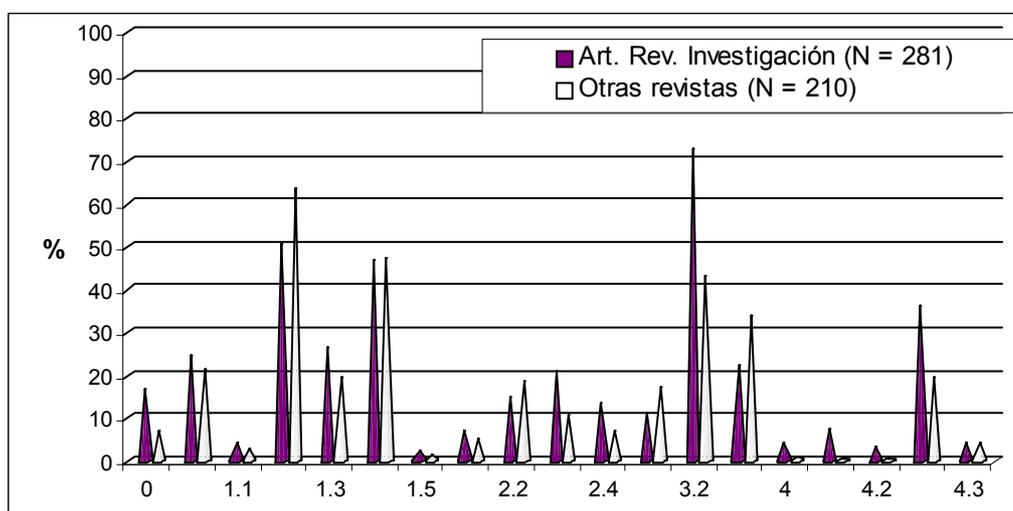


Figura 1.- Gráfica comparativa de aspectos tratados en artículos de revistas de investigación en didáctica de las ciencias (N = 131) y en otras revistas de educación en ciencias (N = 40)

En segundo lugar, hemos de resaltar que los aspectos que aparecen con porcentajes más altos son los relativos a cuestiones de degradación del medio físico, como la contaminación ambiental (ítem 1.2) y la pérdida de biodiversidad (ítem 1.4) y, muy en particular, a la necesidad de acciones educativas que fomenten el respeto al medio (ítem 3.2). Por el contrario aparecen porcentajes muy bajos las referencias a las causas de la situación de emergencia planetaria, tales como el hiperconsumo de las sociedades "desarrolladas" (ítem 2.1), así como a la cuestión central de la sostenibilidad (ítem 0) o a los derechos humanos. De hecho hemos encontrado muy pocos trabajos que hagan un tratamiento aceptablemente global de la situación del mundo (Sáez y Riquarts, 1996; Gayford, 1998; Robinson y Kaleta, 1999; García, 1999...).

Por otra parte, aunque no hemos extendido nuestro estudio a las revistas específicas de educación ambiental, hemos de señalar que, según González y de Alba (1994), la mayoría de los trabajos sobre educación ambiental "se enfocan exclusivamente a los problemas locales, sin derivar hacia la globalidad". A la misma conclusión llegan Hicks y Holden (1995) refiriéndose a un análisis de 25 años de educación ambiental en el Reino Unido.

6.4. Conclusiones y perspectivas

A la vista de los resultados presentados podemos afirmar que la literatura publicada en el campo de la didáctica de las ciencias está prestando una atención muy escasa a los problemas globales de la situación del mundo. Estos resultados, por otra parte, muestran una visión de los problemas y desafíos muy similar a la obtenida al estudiar las percepciones del profesorado de ciencias de distintos países (Edwards et al., 2001; Edwards et al., 2002; Praia et al., 2001), con el mismo carácter fragmentario y reduccionista que impide comprender la gravedad y urgencia de los problemas que ponen hoy en peligro la supervivencia de nuestra especie. Por otra parte, aunque es cierto que en las revistas de educación ambiental se han publicado trabajos sobre la situación del mundo con planteamientos más globales (Membiela, Nogueiras y Suárez, 1993; Fien, 1995; Hicks y Holden, 1995; Tilbury, 1995), podemos adelantar que un análisis semejante al aquí realizado de los artículos publicados en dichas revistas muestra resultados no muy diferentes.

En 1993, la revista *International Journal of Science Education* hacía un llamamiento al desarrollo de la investigación en este campo (Gayford, 1993). Podemos concluir que ese llamamiento ha sido hasta aquí escasamente atendido y debe ser renovado con mayor intensidad. Como afirma Orr (1995), no podemos seguir educando a los jóvenes como si no hubiera una situación de emergencia planetaria. Ello nos incumbe, muy en particular, a quienes reivindicamos una mayor atención de la educación científica a las relaciones CTS.

6.5. Referencias bibliográficas

Bybee, R.B. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). *Nuestro futuro común*, Madrid: Alianza Editorial.

Daly, H. E. y Cobb, J. B. (1989). *For the Common Good. Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston: Beacon Press.

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana Ed.

Edwards, M., Gil, D., Vilches, A. y Rueda, C. (2002). Las Concepciones de los profesores de ciencias mexicanos sobre la situación y futuro del mundo: una llamada de atención, *Educación en Química*, 13(1), 12-19.

Edwards, M., Gil-Pérez, D., Vilches, A., Praia, J., Valdés, P., Vital, M. L.,

Tricárico, H. y Rueda, C. (2001). La transformación de las concepciones docentes acerca de la situación del mundo. Primeros resultados, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 15, 37-76.

Ehrlich, P.R. y Ehrlich, A.H. (1994). *La explosión demográfica. El principal problema ecológico*. Barcelona: Salvat.

Fien, J. (1995). Teaching for a Sustainable World: the Environmental and Development Education Project for Teacher Education, *Environmental Education Research*, 1(1), 21-33.

Folch, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*, Barcelona: Ariel.

García, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental, *Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.

Gayford, C. (1993). Editorial. Where are we now with environment and education?, *International Journal of Science Education*, 15(5), 471-472.

Gayford, C. (1998). The perspectives of science teachers in relation to current thinking about environmental education. *Research in Science & Technological Education*, 16 (2), 101-113.

George, S. (2001). *Informe Lugano*, Barcelona: Icaria.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Astaburuaga, R. y Edwards, M. (2000). La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas, *Investigación en la Escuela*, 40, 39-56.

Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. & Oliveira, T. (2003). A Proposal to Enrich Teachers' Perception of the State of the World : first results, *Environmental Education Research*, 9 (1), 67-90.

González, E. y De Alba, A. (1994). Hacia unas bases teóricas de la Educación ambiental, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 66-71.

Hicks, D. y Holden, C. (1995). Exploring the future a missing dimension in environmental education, *Environmental Education Research*, 1(2), 185-193.

Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un Mundo Nuevo*. Barcelona: Círculo de Lectores.

Membiela, P., Nogueiras, E. y Suárez, M. (1993). Students' preconceptions about environmental problems in cities, with particular reference to solid urban waste. *Journal of Environmental Education* 24, 30-34.

Naciones Unidas (1992). *UN Conference on Environmental and Development, Agenda 21 Rio Declaration. Forest Principles*, Paris: Unesco.

Orr, D.W. (1995). Educating for the Environment. Higher Education's Challenge of the Next Century, *Change*, May/June, 43-46.

Praia, J., Gil, D. y Edwards, M. (2000). Percepções de professores de ciências portuguesas e espanholas da situação do mundo. En Martins J. (Ed.), *O movimento CTS na Península Ibérica*, (pp.147-160). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Praia, J., Edwards, M., Gil, D. y Vilches, A. (2001). As percepções dos professores de ciências portuguesas e espanholas sobre a situação do mundo, *Revista de Educação*, Vol X, 2, 39-53.

Robinson, M. y Kaleta, P. (1999). Global environmental priorities of secondary students in Zarbre, Poland. *International Journal of Science Education*, 21 (5), 499-514.

Sáez, M. J. y Riquarts, K. (1996). El desarrollo sostenible y el futuro de la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 175-182.

Tilbury, D. (1995). Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s, *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.

Vercher, A. (1998). Derechos Humanos y Medio Ambiente. *Claves de razón práctica*, 84,14-21.

Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Worldwatch Institute (1984-2003). *The State of the World*. New York: W.W. Norton. (Versiones en castellano, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria).

7. REPENSAR LOS MODELOS DE INNOVACIÓN CURRICULAR, INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LAS AULAS DESDE UNA PERSPECTIVA CTS

Aureli Caamaño e Isabel P. Martins

7.1. Introducción

Mejorar el aprendizaje de las ciencias en las aulas de modo que se refleje en los resultados de los exámenes nacionales o en los estudios de evaluación internacionales es uno de los objetivos principales de los profesores, de los investigadores y de los políticos de la educación. Esta cuestión se ha abordado de diferentes maneras, pero la opinión generalizada es que será necesario invertir de forma articulada en distintos frentes: la formación de profesores, los recursos didácticos y los currículos escolares.

A pesar del crecimiento de la investigación en educación en ciencias que se ha producido en las últimas décadas del siglo XX, se observan grandes lagunas en los aprendizajes de los alumnos a la vez que un menor interés y motivación por las ciencias. Una de las vías que hoy se reconoce que puede contribuir a minimizar estos problemas es la de orientar la enseñanza en una perspectiva CTS. Esta orientación propicia otras competencias en los alumnos además de los saberes sobre contenidos específicos.

La intención de este trabajo es la de reflexionar críticamente sobre lo que se ha sido hecho en la Península Ibérica en este sentido e identificar nuevas orientaciones.

7.2. Proyectos de innovación curricular de carácter CTS, investigación didáctica y formación del profesorado en España y Portugal

En el pasado Simposio sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad realizado en el VI Congreso de Enseñanza de las Ciencias, que tuvo lugar en setiembre del 2001 en Barcelona, se abordaron en diferentes comunicaciones la forma en que se había incorporado la dimensión CTS en los libros y manuales de ciencias en Portugal y España, las percepciones y prácticas del profesorado en torno a las mismas, los posibles cambios en la percepciones del alumnado y algunas experiencias en la formación del profesorado (Martins y Membiela 2001; Caamaño y Vilches 2001). En otras publicaciones recientes sobre la enseñanza de las ciencias se analiza también la presencia del enfoque CTS en el currículo escolar español y portugués (Caamaño 2001a, Pedrosa y Martins 2001, Martins 2002).

Por lo que respecta a España en la última década se han realizado cambios curriculares, experiencias y proyectos CTS en la educación secundaria :

- Experiencias CTS iniciadas en el antiguo bachillerato (utilización de los proyectos SATIS, APQUA).
- Intentos de introducir la naturaleza de la ciencia como un objetivo de la enseñanza de las ciencias en la ESO.
- Proyectos de ciencias con componentes de CTS elaborados en los inicios de la reforma: Axarquía, ACES, Ciencia 12-16, Ceres, Investigando/Comprendiendo la naturaleza 12/16, Gaia, Ciències 12-16.
- Participación en el proyecto europeo Ciencia a través de Europa (actualmente, Ciencias a través del mundo).
- Introducción de enfoques CTS en temas transversales de educación ambiental y para la salud (proyectos: La naturaleza en la ciudad, Cambio 2, La salud es cosa de todos, etc.).
- Nuevas materias con componentes CTS en el currículum de ciencias del bachillerato: Ciencias de la Tierra y del medio ambiente, en el bachillerato de Ciencias, y Tecnología industrial, en el bachillerato de Tecnología .
- Experiencias de adaptación y experimentación de proyectos CTS en materias optativas de la ESO (APQUA) o comunes del bachillerato (Química Salters).
- Materias optativas del nuevo bachillerato con carácter total o parcialmente CTS (Ciencia, tecnología y sociedad, Química Moderna y Física Moderna).

Varios de estos proyectos y experiencias fueron presentados en monográficos de la revista *Alambique* (Del Carmen 1994, Caamaño 1995) y más recientemente en el I Seminario Ibérico CTS (Martins 2000).

Por lo que respecta a Portugal se han hecho algunas intervenciones de orientación CTS a través de proyectos de investigación. Es de destacar el Proyecto "Nuevos Materiales Didácticos para una nueva Educación en Ciencias" (Martins 1998) y el Proyecto FIREES de diseño y desarrollo de estrategias de formación de profesores sobre temas sociales relevantes (Thomaz, Martins, Malaquias 1997). A nivel de aula algunos proyectos llevados a cabo han mostrado que es posible seguir esta línea, con resultados prometedores, en la enseñanza básica y secundaria (Manaia y Martins 2001; Gaspar y Martins 2001).

La enumeración de esta amplia relación de cambios en los diseños curriculares, proyectos y experiencias CTS en la enseñanza de las ciencias puede dar una visión excesivamente optimista de los cambios acaecidos en estos últimos años. De hecho, si nos circunscribimos a la influencia que los enfoques CTS han tenido en las materias que constituyen el núcleo común del currículum de ciencias en la educación secundaria obligatoria y en las materias científicas tradicionales del bachillerato: física, química, biología y geología, y tenemos en cuenta la falta de difusión de algunos proyectos elaborados al inicio de la reforma y la falta de generalización y consolidación de

otros proyectos innovadores experimentados, debemos concluir que los avances conseguidos han sido de muy corto alcance.

Por otro lado, son muchos los factores y las dificultades que han incidido en la aplicación de la reforma educativa en España y en el currículum de ciencias en particular (Pedrinaci 2001). Además, en España, la reciente revisión del currículo llevada a cabo por el Ministerio de Educación y Ciencia (MECD 2001) al poner un mayor énfasis en los contenidos teóricos tradicionales ha supuesto un claro retroceso a nivel normativo (Hernández, Solbes y Vilches 2001, Pedrinaci 2002, Caamaño 2003).

En Portugal la revisión curricular iniciada el 2001 en la enseñanza básica (12-15 años) con nuevos marcos legislativos, fue acompañado por primera vez de una publicación "Currículo Nacional. Competencias esenciales" (Setiembre 2001), donde se dan orientaciones explícitas para la enseñanza de las ciencias de acuerdo con una perspectiva CTS.

A nivel de la enseñanza secundaria la revisión curricular en curso ha implicado la formación de nuevos equipos de autores que han imprimido una orientación CTS al diseño curricular de las disciplinas con designaciones tradicionales: Física y Química, Biología y Geología. Consciente de la necesidad de crear las condiciones para una implementación efectiva de las nuevas orientaciones, el Ministerio de Educación portugués ha constituido una red de profesores-formadores asesores de las escuelas (Mendes 2001). Sin embargo, son muchos los profesores que se quejan de una falta de preparación para imprimir un nuevo enfoque a la enseñanza de las ciencias o de no tener recursos para sustentarlo, por ejemplo, laboratorios para los trabajos prácticos y materiales didácticos de soporte para las nuevas propuestas.

Las dificultades descritas no se han dado únicamente en España y Portugal, sino que son compartidas por países de nuestro entorno (Caamaño et al. 2002).

7.3. ¿Cuál ha sido la eficacia de las acciones realizadas?

Por el momento, los proyectos curriculares ejemplificadores de nuevos contenidos y de nuevas metodologías promovidas en los nuevos currícula de ciencias en España, han tenido una influencia importante en la formación del profesorado que ha participado en los proyectos y han servido como materiales de apoyo de múltiples cursos de formación del profesorado de ciencias (Caamaño, Gómez-Crespo, Gutiérrez, Llopis y Martín-Díaz 2001), pero no han conseguido cambios generalizados en la práctica de la enseñanza de las ciencias en las aulas. Varias han sido las modalidades ensayadas en la formación del profesorado de ciencias en estos últimos años: cursos, proyectos, seminarios, asesoramientos en centros (Oñorbe 1998, Caamaño 2001b), pero pocos los dirigidos especialmente a promover un enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias (Solbes, Vilches y Gil 2001).

Por lo que respecta a Portugal la formación de profesores de ciencia ha incorporado la temática CTS y sus objetivos y metodologías de enseñanza, en las disciplinas de Didáctica de casi todas las universidades. Sin embargo, el esfuerzo desarrollado está lejos de haber conseguido superar todas las

carencias y, sobre todo, de haber provocado una inversión de la práctica de la enseñanza de tipo transmisivo, enfocada sobre los contenidos específicos, que las disciplinas de las especialidades vehiculan. A nivel de la formación continua la situación es todavía más dramática. Son extremadamente raros los cursos para profesores con esta perspectiva y su necesidad es enorme ya que son muchos los que afirman tener un conocimiento muy reducido o nulo sobre este enfoque (Lopes 1997).

De las conclusiones de los trabajos citados se deduce la existencia de una serie de problemas todavía no resueltos que impiden conseguir cambios más relevantes en la práctica en el aula. Unos problemas tienen que ver obviamente con la falta de una mayor inversión en educación, lo que posibilitaría un mayor número de profesores para atender a la diversidad, recursos didácticos actualizados, asignaciones horarias para la preparación de trabajos prácticos, mayor número de clases desdobladas, programas de formación específicos para el área de ciencias, mayores facilidades e incentivación del profesorado para participar en los actividades de formación e innovación, etc. Otros problemas pueden provenir de la utilización de modalidades de formación que acaban teniendo poca incidencia en los centros y de la falta de consideración de ciertos factores, como las concepciones y hábitos del profesorado, el contexto escolar y las presiones del entorno educativo, que condicionan la implementación efectiva posterior en el aula de las propuestas trabajadas en cursos y seminarios, incluso en aquellos profesores que están convencidos de la necesidad de efectuar cambios en los contenidos, en los métodos de enseñanza y en la forma de evaluación de las ciencias. Por todo ello urge replantearse la manera más efectiva de introducir en la práctica del aula los nuevos enfoques CTS sobre la enseñanza de las ciencias.

7.4. Conclusiones: ¿Cómo mejorar la eficacia de la innovación curricular, la investigación y la formación del profesorado?

Una reflexión sobre las causas de la falta de éxito de los proyectos y acciones emprendidas en un pasado reciente para reorientar los contenidos y métodos didácticos en la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, tanto en el nivel obligatorio (ESO) como postobligatorio (bachillerato), debería guiarnos para encontrar una manera más eficaz de abordar estos cambios. En este sentido, son interesantes las conclusiones a que se llegan en un reciente estudio aparecido en la revista *Studies in Science Education* (Carlson y Anderson 2002), en el que se analizan los cambios en la práctica de los profesores de ciencias que han tenido lugar en los últimos años en los Estados Unidos de América, desde la doble perspectiva de los objetivos de la reforma de la educación científica (NRC 1996) y de los materiales curriculares que se han desarrollado para plasmar estos objetivos.

A nuestro modo de ver, la eficacia en la introducción de los nuevos enfoques CTS en la práctica del aula debe aunar el desarrollo de nuevos proyectos y materiales curriculares con una acción formativa de amplio alcance, que tenga en cuenta los factores que condicionan una implementación efectiva de las nuevas maneras de entender los objetivos y contenidos enseñanza de las ciencias en las aulas: el pensamiento tradicional del profesorado sobre cuáles son los contenidos de la ciencia que

deben ser enseñados y sobre la manera de enseñar y aprender las ciencias, el contexto escolar en el que se imparten las materias, los recursos disponibles, la función que desempeñan los libros de texto, las facilidades para realizar trabajos prácticos, el soporte recibido por parte de la dirección del centro, los padres y la inspección para la implementación de nuevos proyectos y metodologías didácticas, la actitud y colaboración de los compañeros del departamento didáctico, las acciones de las instituciones educativas encargadas del desarrollo curricular, de la innovación educativa y de la formación del profesorado, la influencia en el currículum de los exámenes externos, como las pruebas de acceso a la universidad o la futura reválida, etc.

La presente comunicación quiere aportar elementos de reflexión y debate para poder diseñar y llevar a término nuevos programas de desarrollo e innovación curricular y de formación del profesorado de ciencias que consigan mejorar de forma más efectiva la práctica de los profesores de ciencias en las aulas, teniendo en cuenta los materiales curriculares elaborados durante el período de reforma de la enseñanza secundaria y las experiencias de innovación curricular y de formación ya realizadas (Oñorbe 2002). Las ideas principales que se proponen son las siguientes:

- Elaborar nuevos materiales que se centren en las ideas y procedimientos básicos de la ciencia y que propongan actividades prácticas y CTS, centradas en el planteamiento de problemas relevantes y en su resolución mediante procedimientos de indagación por parte de los alumnos. No se trataría tanto de elaborar proyectos que cubrieran todos los contenidos del currículum, sino de seleccionar algunos problemas y actividades significativas para cada uno de los grandes bloques de contenidos del currículum y mostrar a través de ellas cómo puede realizarse una enseñanza de las ciencias más acorde con las nuevas propuestas didácticas.

- Aprovechar la realización de evaluaciones internas del currículum del área de ciencias de los centros para reflexionar sobre la idoneidad de las programaciones, las actividades, los trabajos prácticos, los recursos didácticos y los métodos de evaluación que se utilizan y ofrecer un asesoramiento en los aspectos que el profesorado considere que pueden ser mejorados. Por ejemplo, en la programación del conjunto de actividades prácticas a realizar durante el curso en las clases prácticas de una asignatura.

- Realizar cursos y seminarios en los que se discutan cuáles deben ser los contenidos básicos de las ciencias a enseñar y las dificultades de aprendizaje que presentan, y en los que se diseñen actividades de enseñanza para hacer frente a esas dificultades, que muestren el carácter indagatorio de la actividad científica y las relaciones de la ciencia con la tecnología y la sociedad.

- Proporcionar a los seminarios de ciencias de los centros participantes los materiales que puedan precisar para la realización de las actividades diseñadas y el asesoramiento para la implementación y seguimiento de las nuevas propuestas curriculares.

- Promover seminarios y grupos de trabajo de innovación e investigación didáctica ligados a la mejora de diferentes aspectos del currículum de ciencias, en colaboración con los departamentos de didáctica de las universidades.
- Planificar y desarrollar programas amplios de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado de ciencias en colaboración con las diferentes entidades educativas que inciden en una misma Comunidad: departamentos de innovación educativa y formación permanente de las consejerías de educación, inspección, centros de recursos y documentación en ciencias, centros del profesorado, departamentos de didáctica de las universidades, ICEs, colegios profesionales, seminarios permanentes, asociaciones de profesores de ciencias, etc.
- Incluir en los cursos de formación inicial del profesorado disciplinas de espectro amplio que permitan un conocimiento más amplio de saberes que los que son específicos de la actividad de enseñanza futura, y donde quepan las relaciones de la ciencia con la tecnología y la sociedad.
- Orientar el trabajo en las disciplinas científicas (y también en la Didáctica) mediante el método por proyectos. Algunas de las experiencias llevadas a cabo se han revelado enriquecedoras de la formación de los alumnos futuros profesores y permiten prever que podrán tener efectos positivos en sus actividades docentes futuras.
- Confrontar a los futuros-profesores y a los profesores en ejercicio con la vivencia de situaciones que supongan la exploración de nuevos temas y la resolución de problemas abiertos.
- Promover el intercambio de experiencias y la colaboración en proyectos curriculares y de investigación conjuntos con grupos de profesores e instituciones de las comunidades y países de nuestro entorno, especialmente del entorno europeo y latinoamericano.

En resumen se trata de incidir directamente en la mejora del currículum de ciencias de los centros, partiendo de los procesos de evaluación interna del área de ciencias que puedan llevarse a cabo y de la elección por parte del profesorado de cada centro de los aspectos del currículum de ciencias que deseen mejorar en primer lugar: la programación de las asignaturas, la mejora de la comprensión de los contenidos conceptuales, la selección y orientación de los trabajos prácticos, la introducción de actividades CTS, la evaluación, etc. Y combinar esta acción con la potenciación de grupos de innovación curricular y de investigación didáctica en colaboración con los departamentos de didáctica de las universidades y otras entidades educativas. En esta línea de acción en un futuro próximo deseáramos iniciar un proyecto común hispano-portugués de reflexión, investigación e innovación educativa sobre los contenidos y estrategias didácticas más adecuados del currículum de ciencias y, en particular, de química en la enseñanza secundaria obligatoria y en el bachillerato.

7.5. Referencias bibliográficas

Caamaño, A. (coord.) (1995). La educación ciencia-tecnología-sociedad. *Alambique*, 3, 4-84.

Caamaño, A. (2001a). Presencia CTS en el currículo escolar español. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 121-133). Madrid: Narcea.

Caamaño, A. (2001b). Formación del profesorado y desarrollo de actividades de enseñanza centradas en el análisis de las dificultades conceptuales de los contenidos de química. *VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI*. Tomo 1 (pp. 415-416). Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona

Caamaño, A. (coord.) (2003). Las ciencias en el bachillerato. *Alambique*, 36, 5-111.

Caamaño, A., Corominas, J., Düll, O., Furnémont, J., Maurel, J., Mouton, R., Ralle, B., Schwob, M., Serafini, R., Tinnes, J. (2002). La enseñanza de las ciencias en secundaria en Europa: Francia, Bélgica, Italia, Alemania y España. *Alambique*, 31, 7-32.

Caamaño, A., Gómez, M. A., Gutiérrez, M. S., Llopis, R., Martín-Díaz, M. J. (2001). Proyecto Química Salters: un enfoque CTS para la química del bachillerato. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 179-192). Madrid: Narcea.

Caamaño, A., Vilches, A. (2001). La alfabetización científica y la educación: CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. *Actas del VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI*. Tomo 2, (pp. 21-22) , Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Carlson, J. Anderson, R. D. (2002). Changing teachers' practice: curriculum materials and science education reform in the USA. *Studies in Science Education* , 37, 107-135.

Del Carmen, L. (coord.) (1994). Materiales curriculares. *Alambique*, 1, 6-112.

Gaspar, L., Martins, I. P., (2001). A utilização de combustíveis em automóveis - Uma abordagem CTS para o ensino Secundário de Química. *VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI*, Tomo II, (pp. 214). Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona

Hernández, J., Solbes, J., Vilches, A. (2001). Reflexiones sobre el decreto de física y química en el Decreto de Humanidades, *Alambique*, 29, 95-102.

Lopes, C. M. C. (1997). *Investigação em Didáctica e Ensino das Ciências: Percepções dos Professores de Física e Química*. Dissertação de Mestrado, não publicada. Universidade de Aveiro.

Manaia, M. S., Martins, I. P. (2001). Aditivos alimentares e o ensino elementar de Química - Uma proposta CTS. *VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI*, Tomo II, pp. 215. Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Martins, I. P. (1998). A construção de materiais didáticos como via de renovação da Educação em Ciências nos Ensinos Básico e Secundário. Simpósio no *IV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*, em *Programa e Resumos*, p. 112. Universidade de Aveiro.

Martins, I. P. (ed.). (2000). *O Movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, <<http://www.saum.uvigo.es/reec/Vol1Num1.htm>>.

Martins, I. P., Membiela, P. (2001). La problemática integración de CTS en los sistemas educativos portugués y español. *VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI*, Tomo II, pp. 23-24. Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

MECD (2001). Real decreto sobre las enseñanzas mínimas. BOE, n.14 (16 de enero de 2001).

Mendes, A. (2001). A dimensão CTS na formação de professores de ciências: estratégias de formação e construção de saberes. *VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI*, Tomo II, pp. 49. Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

NRC (National Research Council) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Oñorbe, A. (coord.) (1998). La formación del profesorado en ciencias. *Alambique*, 15, 5-67.

Oñorbe, A. (coord.) (2002). Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 5-83.

Pedrinaci, E. (coord.) (2001). Las ciencias en la ESO: una revisión crítica. *Alambique*, 27, 5-43.

Pedrinaci, E. (coord.) (2002). Ciencias en la ESO y contrareforma. *Alambique*, 33, 7-98.

Pedrosa, A. Martins, I. P. (2001). Integración de CTS en el sistema educativo portugués. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 107-119). Madrid: Narcea.

Solbes, J. Vilches, A., Gil, D. (2001). Formación del profesorado desde el enfoque CTS. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (163-175). Madrid: Narcea.

Thomaz, M. F., Martins, I. P., Malaquias, I. M. (1997). Household solid waste and environmental pollution: a workshop guideline. Em *FIREES Project Teacher and Trainer Pedagogical Guide* (pp. 85-100). DGXI EC.

8. UN ENFOQUE CTS TERRITORIALIZADO Y MULTICULTURAL EN LA FORMACIÓN DE LOS MAESTROS

Pedro Membiela

8.1. Introducción

Se presenta una experiencia en la que se ha desarrollado una orientación CTS en la formación de los maestros, en una materia denominada Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza que se imparte en la especialidad de Maestro de Educación Primaria (6- 12 años), con alumnos fundamentalmente procedentes de la provincia de Ourense y en su mayoría mujeres.

8.2. Líneas directrices de construcción del currículo

8.2.1. La enseñanza elemental de las ciencias desde el enfoque ciencia-tecnología-sociedad incorporando temas científicos de relevancia personal y social

Se pretende promover la alfabetización científica y técnica de los ciudadanos, para que puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología (Yager, 1996). Coincidiendo con algunas de las metas mencionadas por la NSTA (Harms y Yager, 1981), se busca potenciar el aprendizaje de las ciencias orientado a las necesidades personales, a preparar a los individuos para utilizar la ciencia en la mejora de sus propias vidas, y también aprender ciencia para colaborar en la resolución de los problemas sociales habituales, en conseguir ciudadanos informados, preparados para tratar con responsabilidad (Ramsey, 1993; Cross y Price, 1992) las cuestiones científicas con implicaciones sociales. En nuestro caso, y de acuerdo con Jenkins (1994), el aprendizaje de las ciencias amplía sus objetivos para ayudar a los estudiantes a desenvolverse en el ambiente social. Este enfoque sugiere la selección de contenidos teniendo en cuenta los siguientes criterios: que sean aplicables a la vida actual de los estudiantes, que sean adecuados al desarrollo cognitivo y la madurez social de los estudiantes, que sean temas importantes para el mundo actual y que probablemente lo sigan siendo en la futura vida adulta de los alumnos, y que sean contenidos por los que muestren interés y entusiasmo los estudiantes (Hickman, Patrick y Bybee, 1987). Por ello se ha elegido como temática para la propuesta de actividades la alimentación, por su relevancia tanto personal como social. Además, es muy pertinente la propuesta de integración de los aspectos naturales, sociales y culturales (incluida la cultura popular) en la alimentación frente a la visión sesgada e inadecuada que se promueve habitualmente en la enseñanza de las ciencias al limitarse a los aspectos anatómicos, fisiológicos ó bioquímicos.

8.2.2. *La territorialización del currículo de ciencias*

La importancia de la localidad en educación ha estado limitada por su contraposición con el pensamiento abstracto dominante, materializado en la falsa concreción habitual en los libros de texto o en los proyectos curriculares a gran escala (Orr, 1992). La educación debe ser un diálogo con la localidad (Orr, 1992, 1994; Sanger, 1997), importante por diversas razones (Orr, 1992): en primer lugar, porque requiere una combinación de intelecto y experiencia (observación directa, investigación, experimentación y destrezas en la aplicación del conocimiento); en segundo lugar, porque es relevante para los problemas de superespecialización, al ser las localidades verdaderos laboratorios de diversidad y complejidad, que mezclan funciones sociales y procesos naturales; y por último, porque sirve para reeducar a la población en el arte de vivir bien donde se está. Evidentemente, la territorialización debe ser parte de un currículo más amplio, pero en nuestro caso se manifiesta en mayor o menor grado en muchas de las actividades realizadas (itinerario urbano, propuesta de actividades sobre alimentación, trabajo voluntario de investigación del medio,...).

8.2.3. *La integración de los saberes tradicionales*

Aún estando de acuerdo con Elkana (1981) en que cada cultura tiene su ciencia o con Ogawa (1989) en que la ciencia occidental es solo una forma de ciencia entre las ciencias del mundo, no se ha considerado que los saberes tradicionales tengan un valor igual a la ciencia académica (Lewis & Aikenhead, 2001), al menos por su importancia en el currículo escolar de ciencias. Coincido con Cobern y Loving (2001) en defender el pluralismo epistemológico, pero al mismo tiempo situándonos lejos del relativismo científico y epistemológico que considera a todos los saberes como iguales. Se rechaza la simple negación que la ciencia académica hace de las etnociencias, porque éstas deben ser aprovechadas en la medida en que también representan parte del esfuerzo humano por comprender y dar sentido a nuestras existencias (Nader, 1996). Esta línea se manifiesta en primer lugar por la utilización en todos los materiales didácticos de la lengua propia de nuestra comunidad (gallego), y por la presencia de las denominadas etnociencias, en nuestro caso los saberes y creencias tradicionales ligados al mundo rural (agricultura y ganadería, climatología, cocina, medicina, artesanías,...).

8.2.4. *Otras líneas de construcción curricular*

Se han incluido *temas socialmente controvertidos* (Wellington, 1986), definidos como tales porque implican juicios de valor, y porque suponen debates en los medios de comunicación, entre expertos y/o entre ciudadanos. Estas controversias deben ser incluidas en la escuela, pues los estudiantes deben construir una opinión, fundada a través de evidencias documentales, de los problemas que se discuten socialmente como en nuestro caso el de las vacas locas.

8.3. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

8.3.1. Propuesta de actividades territorializadas y multiculturales sobre alimentación

Las actividades debían ser: (1) innovadoras, por el tipo de tareas que debían hacer los estudiantes y los profesores, por la temática que trataban, por los medios y recursos ó por los tipos de organización social (individual, pequeño o gran grupo) que empleaban; (2) territorializadas, por estar orientadas a la enseñanza en el entorno próximo o localidad (por ejemplo en el centro donde habían hecho las prácticas escolares), para contextualizar frente a las propuestas habituales (ej. libros de texto) que parecen situadas fuera del tiempo o el espacio; y (3) CTS, al menos en parte, por lo que debían evitar aquellas exclusivamente de medio natural, cada actividad al menos debe recoger también aspectos del medio social y cultural. Se recomendaba en total una extensión máxima de 4 páginas por actividad, incluida la introducción, y solo se debían incluir actividades, no relación con los objetivos y contenidos del currículo oficial, y debían estar escritas en detalle en el referente a las metodologías de enseñanza, tareas escolares, organización del trabajo escolar y materiales y recursos. Se indicaba explícitamente que se valoraría de manera especial el carácter innovador, territorializado y globalizado de cada actividad. Las actividades-tipo propuestas en las memorias presentadas por 54 futuros profesores fueron las siguientes:

8.3.1.1. Seguirle la pista a los alimentos: los temas propuestos por el profesor (habas ó huevos) fueron los más escogidos por los futuros maestros, aunque aparecieron otros (guisantes, leche, castañas, pimientos). La mayoría escogió las habas, y en la actividad propuesta se habla de semillas (*Procuraremos que las semillas sean autóctonas*) y de la importancia de su conservación, de la siembra (*Sembrar los guisantes tiene que ser de luna llena porque, aún que no está demasiado científicamente probado, siglos y siglos de experimentación dicen que así tiene que ser*), de los cuidados de la tierra y de las herramientas que se utilizan en el laboreo y abonado, de su cosecha, conservación (congelación) e incluso proponen recetas de cocina (guisantes con jamón) o venderlos en la feria. Algunas actividades ya habían sido diseñadas y puestas en práctica en su período de prácticas escolares, e incluso señalaba que esta actividad introduciría las ventajas de cultivar nuestras propias hortalizas.

8.3.1.2. En la actividad sobre elaboración de alimentos, se hicieron muy diversas propuestas, aunque la mayoría centradas en las conservas a indicación del profesor, y con recetas recogidas en el ambiente familiar tales como: membrillo, elaboración y conservación de chorizos, macedonia de frutas, cerezas o manzanas en almíbar, mermelada de naranja, fresas, moras, albaricoque, pera o fresa, compota de manzana, o setas en conserva. Otros propusieron hacer pan o aguardiente. Hay que destacar el interés de este verdadero trabajo de investigación, porque todas y cada una de ellas en algún aspecto y en mayor o menor medida se pueden considerar únicas.

8.3.1.3. La alimentación ayer y hoy

La propuesta del profesor era comparar una cocina cuando nuestros padres eran niños y otra de hoy en día, haciendo un dibujo, comentando y argumentando las diferencias y similitudes (ANTES: *Los utensilios son los imprescindibles...Los alimentos los cultivados por la familia...La fuente de energía era quemar madera...el trabajo lo hacía la mujer* AHORA: *Los utensilios son numerosísimos...Los alimentos son muy variados y especialmente envasados y precocinados...esto da rapidez...La fuente de energía fundamental es la electricidad...el trabajo está más repartido...La presencia de la televisión es importante. Otro cambio importante producido con respecto a las cocinas de antes y las de ahora es que antes se contaban cuentos al finalizar, que el comer no era solo ingerir los alimentos. Ahora hay mucha gente que a mediodía come fuera de su casa, y ese momento de comunicación que representaba el comer cambió en cierta medida*). Sin embargo, los futuros profesores han hecho otras propuestas didácticas (*Los estudiantes traerán de sus casas utensilios de cocina que utilizaban sus abuelos...traerán los mismo utensilios de ahora, Aprovechando que la persona que traemos para contar cuentos es mayor, aprovechamos para preguntarle por aspectos diversos relativos a la alimentación en las diferentes épocas de su vida*) y sus comentarios señalan esta actividad como interesante, porque permite a los estudiantes investigar y conocer nuestra cultura popular de una manera práctica, y fomenta la comunicación y las relaciones personales entre los estudiantes y sus familiares.

8.3.1.4. Las actividades propuestas relacionadas con la cultura popular sobre alimentación han recogido (en muchos casos en el ambiente familiar) cuentos, dichos, refranes, adivinanzas, canciones o trabalenguas para después hacer una puesta en común y/o recogerlas en un libro de clase para utilizar en el futuro. Otro proponía contactar con un cuentacuentos para que contara un cuento tradicional.

8.3.1.5. En la actividad sobre la problemática de la alimentación hoy en día, dónde la gran mayoría escogió hacer debate o juego de roles sobre los temas sugeridos por el profesor de gran actualidad y que eran de gran transcendencia social como la fiebre aftosa o las vacas locas (*la comarca donde se desarrollaría esta actividad es una comarca que mayoritariamente vive de la ganadería y apareció un caso de vaca loca...los niños a partir de una cierta edad no comían el filete de ternera ni la carne...*), mientras otros escogieron la elaboración de un menú saludable, el colesterol (*Un niño fue al médico y resulta que tiene el colesterol muy alto por culpa de la alimentación que lleva*), la agricultura biológica o la comida basura.

8.3.2. Las actividades de investigación del medio

En el último curso se realizaron 11 trabajos en pequeño grupo (entre dos y seis estudiantes) realizados durante el período lectivo antes del final de curso, y que en ningún caso calificaban negativamente. Se presentaban así por elevado número de alumnos matriculados (75) y la necesidad de hacer un seguimiento por parte del profesor durante el proceso de realización. Como introducción se presentaba un vídeo de una colección española que lleva por título *Oficios perdidos*. El aprendizaje cooperativo, en grupos pequeños, se centraba en problemas sociales, y representaba de alguna

manera una comunidad de ciencia en la práctica (Layton, Jenkins, MacGill y Davey, 1993), donde el aprendizaje entre iguales es de suma importancia.

El profesor sugiere temáticas en torno a: (a) ¿Cómo se hace?: el aguardiente, el jabón, el pan, el vino, el queso, la mantequilla, la lana, el lino...; (b) ¿Cómo funcionan?: los molinos ó (c) ¿Cómo trabajan?: los herreros, los fabricantes de zuecos, los zapateros,.. Se debían presentar en formato vídeo (se recomendaba 10', y no pasar de 15'), con al menos un montaje que escogiera las imágenes con un mínimo de calidad, y se ajustara a la duración indicada. Aparte se podía recoger sonido en directo, o facultativamente incluir música y/o sonido grabado. Se debía acompañar de una breve memoria explicando el proceso de realización del trabajo.

Los alumnos escogían la temática sobre la que quieren hacer su trabajo voluntario en grupo, eran ellos quienes elegían, en función de sus preferencias y de si conocían a alguien con un saber tradicional sobre el que se pueda realizar el trabajo. Aunque existían otras posibilidades de trabajo voluntario, sus elecciones se decantaban por temas relacionadas con los oficios o saberes tradicionales, y así en el último curso se han realizado sobre el funcionamiento de un molino harinero, la matanza del cerdo en una casa, el proceso de elaboración del pan en una panadería, como se fabrican embutidos de forma tradicional en una pequeña empresa familiar, la elaboración artesanal del queso en una casa, el trabajo de un ebanista. No obstante, otros grupos realizan trabajos voluntarios sobre otros temas (la cría y mantenimiento de los canarios, un bosque gestionado por una asociación ecologista o los balnearios de su localidad de nacimiento).

Los comentarios de los estudiantes coinciden en que la experiencia es interesante y motivadora (*"resultó un trabajo muy entretenido gracias a la colaboración de los propietarios de la fábrica, que nos facilitaron el acceso a ella y la explicación que nos dieron del trabajo que realizan todos los días"* (fabricación artesanal de embutidos) *"...de los oficios tradicionales todos podemos aprender muchas cosas"*) (trabajo de un ebanista), y al mismo tiempo señalaban los problemas técnicos debidos a su falta de experiencia en la grabación y montaje del vídeo. Además inciden en cuestiones tales como: *"Para finalizar, comimos todo lo que hicimos y estaba riquísimo. Quizás nos supieron mejor las cosas porque sabíamos el gran esfuerzo y trabajo que hay que hacer para obtenerlas"* (fabricación del pan en una panadería familiar) *"Pienso que tuvimos mucha suerte al encontrar una persona que nos mostrara su obra, sin ningún tipo de problemas, quizás no siempre es así e incluso no todo el mundo consigue expresar tan bien las cosas"* *"Sería necesario contactar con personas que estén dispuestas a recibir a alumnos sin ningún tipo de miedo o prejuicio, que conozcan y amen lo que hacen, pues estas personas no les importa enseñar su don, ya que les gusta poder compartirlo para que otros aprecien y se interesen por él"* (el trabajo del ebanista); *"ya no quedan en el pueblo gentes que se dediquen a esta faena, la gente joven "pasa" bastante del tema y se está perdiendo la tradición"* *"la labor del maestro, dentro de sus posibilidades, es promover que esto no desaparezca, aunque será bastante dar a conocer esta fiesta tan gallega"* (la matanza del cerdo en casa); *"siempre se asocia lo más hermoso e interesante con lo que se encuentra lejos de nuestro entorno, sin embargo esta experiencia nos resultó propicia para valorar aquellas cualidades que posee nuestra villa"* (balnearios de localidad natal)

"destacaría que este proceso debe ser aprendido por la gente joven, para que no se pierda esa tradición" "Lo que yo destacaría sería que es muy importante salvar nuestras viejas costumbres, ya que cada vez se les da menos importancia a nuestro pasado y lo estamos olvidando. Por eso, con esta actividad los niños pueden darse cuenta de que hay muchas cosas que no conocen o sobre las que no saben nada y que tienen muy cerca quien las pueda enseñar, en este caso los abuelos" (elaboración casera de queso) e incluso sus comentarios recogen opiniones contradictorias sobre el futuro de los saberes tradicionales: "según las personas que mostraron la elaboración del jabón, es prácticamente imposible que esta tradición finalice, puesto que es un labor que se va transmitiendo de madres a hijas al menos en los entornos rurales" "...nos parece una experiencia muy interesante tanto para nosotros como para los niños, ya que por medio de estas grabaciones se produce una revalorización de la elaboración de los productos artesanales que en estos tiempos se están perdiendo dado que hoy en día se opta más por lo industrial que por lo artesanal".

8.4. Conclusiones

El currículo se entiende y utiliza como una parcela de investigación e innovación educativa, y en tal sentido se señalan las principales directrices de construcción del currículo en la práctica educativa, que prioriza la integración de un componente multicultural a través de los saberes tradicionales ligados al mundo rural, gracias a la territorialización del currículo de ciencias.

En ese contexto y desde esas perspectivas las estrategias puestas en práctica fueron la propuesta de actividades sobre alimentación y los trabajos voluntarios de investigación del medio lograron de manera natural no forzada integrar una perspectiva CTS integrando aspectos del medio natural, social y cultural potenciando el conocimiento local en un marco de enseñanza para la diversidad.

Este conocimiento e investigación del entorno próximo, ha supuesto que futuros profesores educados en la cultura europea occidental sean capaces de integrar en su conocimiento profesional aspectos de su condición multicultural, representada por los saberes tradicionales asociados al mundo rural.

8.5. Referencias bibliográficas

Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining "science" in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85, 50-67.

Cross, R. T., & Price, R. F. (1992). *Teaching science for social responsibility*. Sydney: St. Louis Press.

Elkana, Y. (1981). A programmatic attempt at an anthropology of knowledge. In E. Mendelshohm & Y. Elkana (Eds.), *Science and culture: Anthropological and historical studies of the sciences* (pp. 1-77). Dordrecht: Reidel.

Harms, J., & Yager, R. (1981). *What research says to the science teacher*. (Vol. 3). Washington: NSTA.

Hickman, F. M., Patrick, J. J., & Bybee, R. W. (1987). *Science/technology/society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies*. Colorado: Social Science Education Consortium.

Jenkins, E. W. (1994). Public understanding of science and science education for action. *Journal of Curriculum Studies* 26, 601-611.

Layton, D., Jenkins, E., MacGill, S., & Davey, A. (1993). *Inarticulate science*. Naferton: Studies in Education.

Lewis, B. F., & Aikenhead, G. S. (2001). Introduction: Shifting perspectives from universalism to cross-culturalism. *Science Education*, 85, 3-5.

Nader, L. (1996). *Naked science*. New York: Routledge.

Ogawa, M. (1989). Beyond the tacit framework of "science" and "science education" among science educators. *International Journal of Science Education*, 11, 247-250.

Orr, D. (1992). *Ecological literacy*. New York: SUNY Press.

Orr, D. (1994). *Earth in mind*. Washington: Island Press.

Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77, 235-258.

Sanger, M. (1997). Sense of place and education. *Journal of Environmental Education* 29, 4-8.

Wellington, J. J. (1986). Introduction. In J. J. Wellington (Ed.), *Controversial issues in the curriculum*. Oxford: Blackwell.

Yager, R. E. (Ed.). (1996). *Science/Technology/Society: As reform in science education*. New York: SUNY Press.

9. DIMINUIR DISTÂNCIAS ENTRE ESCOLAS E CIDADÃOS-EXPERIÊNCIAS EM FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

M. Arminda Pedrosa y M. Helena Henriques

9.1. Introdução

Contribuir para o desenvolvimento pessoal, social e cultural dos alunos constitui um dos propósitos dos sistemas educativos que fundamenta e contribui para justificar a sua institucionalização e as reformas que neles se operam. No entanto, para diferentes países e níveis de escolaridade surgem diferenças nos enunciados de propósitos educativos e nos elencos de disciplinas e respectivos programas. Porém, apesar destas diferenças, as ciências integram a generalidade dos currículos da educação obrigatória em países ocidentais, em maior ou menor extensão. Assim, parece que os poderes instituídos reconhecem o papel relevante que as ciências escolares podem e devem desempenhar para concretizar tais propósitos de formação e de desenvolvimento dos alunos e da população em geral. De facto, cabe às ciências escolares proporcionar um olhar próprio sobre o mundo e sobre problemas das sociedades contemporâneas, contudo policromático dada a diversidade epistemológica (e metodológica) que a designação ciências alberga. Tais olhares, não sendo únicos, são ímpares e, por isso, indispensáveis para promover desenvolvimento pessoal, social e cultural dos alunos e contribuir para construir entendimentos sobre como se pode e deve exercer a cidadania (Pedrosa & Mateus, 2000). O carácter interdependente e global de problemas das sociedades contemporâneas reclama iniciativas inovadoras para encontrar formas que permitam aos alunos compreender os problemas da vida entendida no seu sentido mais amplo, não apenas como vida natural, mas também pessoal, ética, social, etc. (Molero, 1999). A educação científica afigura-se, assim, decisiva para a construção de saberes específicos interrelacionados com a vida quotidiana e para o desenvolvimento de competências, valores e atitudes coerentes com a promoção de desenvolvimento sustentável em democracias participativas. Todavia, o desenvolvimento de atitudes relacionadas com as ciências, um dos objectivos do movimento educativo abreviadamente designado CTS (ciência-tecnologia-sociedade), depara-se com múltiplas dificuldades de implementação prática, incluindo as referentes a valores associados a actividades científicas e tecnológicas, interrelações de ciências com tecnologia e com sociedade e à respectiva avaliação das aprendizagens dos alunos (Manassero & Vázquez, 2002).

Dos desafios e exigências que hoje se colocam à educação formal, fortemente influenciados por necessidades de mercados abertos e mutáveis, resultam aspectos comuns em reformas educativas de diversos países, designadamente a ênfase na formação básica geral e desenvolvimento de competências, em integração de conhecimentos e articulação entre teoria e prática, em aproximação entre o abstracto e o concreto, bem como a

existência de disciplinas de ciências e incorporação tecnológica em todos os ciclos de ensino (Costa & Domènech, 2002). Como as expectativas já não são de emprego seguro e para toda a vida, a rapidez de mudanças tecnológicas e a globalização de mercados, incluindo dos de trabalho, ajuda a melhor compreender e interpretar requisitos e exigências que se colocam aos sistemas educativos e que se traduzem nas reformas em curso, nomeadamente requisitos de boas competências de comunicação, de adaptação e de empenho para aprender ao longo da vida. Por outro lado, da importância crescente de temáticas e questões científicas resulta o imperativo de ensino das ciências que estimule a emergência de populações com conhecimento e competências suficientes para acompanhar debates com dimensões científicas e se envolverem em questões de ciência e tecnologia que lhes dizem respeito, quer individualmente, quer à sociedade em geral (Millar & Osborne, 1998). Assim, estes autores advogam que os currículos de ciências na educação obrigatória, em vez de se perspectivarem para prosseguimento de estudos, como primeiras etapas de carreiras académicas, devem constituir um "fim em si mesmos" (*ibid*, pg. 4), cuja estrutura e conteúdos deve pautar-se pela necessidade de promover *literacia científica* de crianças e jovens, independentemente das suas aptidões ou aspirações de vida académica. Embora pareça indispensável perspectivar o ensino secundário para prosseguimento de estudos, a sua estrutura, conteúdos e estratégias de ensino e de aprendizagem das ciências, devem apresentar-se como respostas à necessidade mais geral de promover e aprofundar *literacia científica* de jovens criando oportunidades para se perceberem a natureza transdisciplinar dos problemas que as sociedades contemporâneas actualmente enfrentam.

O termo *literacia científica* só recentemente aparece em contextos educativos, admitindo-se que tal facto não seja alheio à controvérsia das "duas culturas", surgida em meados do séc XIX e ressurgida no séc XX (Shamos, 1995, pg. 101), fortemente associada ao debate recorrente relativo à relação entre ciências e cultura em geral, e entre ciências e artes, em particular, e à percepção que passou a integrar a sabedoria popular de que efectivamente há duas culturas: ciências e o resto (Gregory & Miller, 1998, pg. 46). Este paradoxo cultural parece omnipresente, de um modo geral, em agendas culturais, a diversos níveis (local, regional, nacional ou global) e na comunicação social, designadamente pela forma como jornalismo falado e escrito organiza e trata informações científicas e páginas ou programas culturais, geralmente editados em secções separadas!

Problemas de aprendizagem de ciências e de literacia científica manifestados por diversas populações estudantis, e pela população em geral, configuram dificuldades e contradições com que há muito se confronta a educação formal em ciências, apenas circunstancialmente destacados por meios de comunicação social, por exemplo aquando da publicação de relatórios de organizações internacionais relativos a este assunto, ou da organização e publicação de "rankings" de escolas com base em resultados de exames nacionais.

Apesar da complexidade de problemas de aprendizagem, de literacia e de cultura e da multiplicidade de variáveis que neles intervêm, aos sistemas educativos, em geral, às escolas e professores de ciências, em particular, cabem responsabilidades inalienáveis e únicas em necessárias mudanças de

rumo. Embora não ignorando partilhas de poder, de responsabilidades e de deveres entre diferentes componentes do sistema educativo, reconhece-se que, na prática, inovar ensino das ciências depende fortemente dos professores, particularmente dos seus conhecimentos, competências, empenho e conforto tranquilo, entusiasmo esclarecido, inquietado e catalisador, porque não reconhecê-lo? Ora, ensinar ciências para promover literacia e cultura requer inovações profundas devidamente fundamentadas, planeadas, monitorizadas e avaliadas e forte envolvimento dos professores, pressupondo motivação e empenho indispensáveis para romper o *status quo*, contribuir para resolver contradições e assumir-se catalisadores nas mudanças indispensáveis.

Este artigo centra-se na concepção, desenvolvimento e implementação de uma projecto concretizado num programa de formação inicial para professores do ensino secundário (este ciclo de ensino destina-se a população estudantil entre 15 e 18 anos - com progressão académica normal) de biologia e geologia, no âmbito do quinto (e último) ano dos *ramos educacionais* das licenciaturas em biologia e em geologia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC) no presente ano lectivo (Serviço de Documentação e Publicações da Universidade de Coimbra, 2001). É neste quinto ano que os estudantes da FCTUC (futuros professores) exercem, pela primeira vez durante um ano lectivo, actividade docente institucionalmente reconhecida. Estes estudantes, que têm responsabilidades docentes numa turma, desenvolvem as actividades previstas integrados num núcleo de estágio, pelo que os designaremos *professores estagiários*. As actividades realizadas no âmbito de cada núcleo, que integra entre dois e quatro professores estagiários, decorrem com intervenção de três orientadores: o "orientador pedagógico", professor efectivo da escola secundária onde os professores estagiários foram colocados, e dois "orientadores científicos", um de geologia e o outro de biologia.

O projecto desenvolvido foi apresentado pela orientadora de geologia (a segunda autora deste artigo) a três professores estagiários, o núcleo de estágio de biologia e geologia de uma escola secundária de Coimbra, como um "desafio", em oposição a uma "tarefa" tradicional de natureza e características por eles conhecidas. O desafio era o de representar publicamente, aos orientadores, à população escolar e ao público em geral, o tema *Génese, identificação e aplicação dos produtos geológicos: minerais, fósseis e rochas*. Na concepção, desenvolvimento e implementação do projecto, que se descreverá em "Desenvolvimento do tema", pretendeu-se ajudar os três professores estagiários a trilhar percursos de construção de conhecimento e de desenvolvimento de competências indispensáveis à efectiva interligação entre geologia e objectos do quotidiano exteriores a espaços escolares, por um lado, e à sua divulgação a comunidades locais, por outro. Pretendeu-se, pois, *Diminuir Distâncias entre Escolas e Cidadãos*, implementando estas *Experiências em Formação Inicial de Professores de Ciências*, e contribuir para estimular e promover, de algum modo, *literacia científica*, pelo menos dos visitantes da exposição cujo contexto, recursos e estratégias utilizados e alguns pressupostos subjacentes se descrevem em *Desenvolvimento do tema*

9.2. Metodologia

Desenvolvimento de trabalho cooperativo com três professores estagiários de biologia e geologia, no âmbito da orientação científica em geologia no quinto (e último) ano dos *ramos educacionais* das licenciaturas em biologia e em geologia, da FCTUC tendo em vista:

- Produzir artigos sobre temáticas de geologia para serem publicados (mensalmente) no jornal da escola como meio de sensibilização para a representação do tema *Génese, identificação e aplicação dos produtos geológicos: minerais, fósseis e rochas*, a apresentar posteriormente ao público;
- Planear, preparar e montar a representação deste tema, designada por "Alice no Planeta das Maravilhas", na sala de exposições da escola secundária em que os professores estagiários desenvolviam o seu "estágio pedagógico";
- Conceber e desenvolver recursos multimedia expositivos e interactivos, "guias pedagógicos", questionários e livro do visitante;
- Elaborar um comunicado à imprensa sobre a exposição, a data da inauguração e a presença de uma figura pública conotada com a divulgação científica;
- Preparar e realizar visitas guiadas à exposição "Alice no Planeta das Maravilhas".

9.3. Desenvolvimento do tema

Nesta secção descrevem-se aspectos do contexto, recursos e estratégias relevantes na concepção, preparação e implementação da exposição "Alice no Planeta das Maravilhas", explicitando-se, simultaneamente, alguns pressupostos subjacentes. Referem-se recursos mobilizados para a divulgar junto do público da cidade/região, dimensões consideradas relevantes para a sua avaliação como objecto educativo e recursos utilizados para o efeito, bem como aspectos da organização e gestão das visitas guiadas.

A escolha do tema e a ideia da exposição radicou na importância que se atribuí a ajudar crianças, jovens, professores estagiários e, em geral, comunidades educativas a relacionar ciências com objectos e fenómenos de quotidianos diversos dos escolares convencionais, motivando-os para aprender ciências e sobre ciências. Escolheu-se um tema que engloba conteúdos programáticos aparentemente encarados por populações estudantis, incluindo professores estagiários de biologia e geologia, como desinteressantes, pretendendo-se, assim, contribuir para despertar reconhecimento de relevância e interesse indispensáveis ao esforço necessário para aprender. A orientadora científica de geologia (segunda autora) seleccionou o tema *Petrologia*, que tradicionalmente apela demasiado à memorização e é pouco apreciado, quando não ignorado, por alunos de qualquer nível de ensino e pelo público em geral.

Constatou-se que a aversão inicial ao tema era idêntica para os três professores estagiários envolvidos no desenvolvimento da exposição (um da licenciatura em geologia e dois da licenciatura em biologia). O trabalho com eles desenvolvido ao longo do ano lectivo foi orientado para que, em

primeiro lugar, recolhessem informação acerca da incorporação, em objectos de uso quotidiano, de tipos litológicos mais comuns (granito, xisto, calcário, argila). Esta tarefa permitiu que se envolvessem e interessassem pelo tema e, conseqüentemente, aprendessem melhor sobre ele do que aprenderiam se a tarefa fosse simplesmente a realização de um trabalho monográfico sobre Petrologias Sedimentar, Metamórfica e Ígnea – requisito convencional e generalizadamente adoptado por orientadores científicos dos estágios dos ramos educacionais das licenciaturas da FCTUC. Terminada esta primeira fase, solicitou-se aos professores estagiários que estudassem as condições de génese dos tipos litológicos referidos, que resultou na necessidade de elaborarem um texto síntese sobre este assunto. Essa informação consta de um CD-ROM interactivo integrado na exposição, acessível aos visitantes e disponível para ser utilizado pelos que o desejassem.

Adquirida informação científica mínima e construído conhecimento indispensável ao diálogo equilibrado e profícuo entre professores estagiários e orientadora, concebeu-se a exposição, que deveria traduzir a utilidade dos produtos geológicos no dia-a-dia, consoante os tipos litológicos seleccionados que, por sua vez, provinham de ambientes genéticos diferenciados: sedimentar, metamórfico e ígneo. A expressão dos ambientes surge com relações cognitivo-funcionais do tipo: granito – castelo, areia – praia, mármore – casa-de-banho. A exposição consistiu, pois, de três módulos correspondentes a estes três ambientes, requerendo-se, então, um enredo (guião) que, articulando e conferindo sentido à sucessão destes ambientes, agradasse aos visitantes e lhes despertasse interesse pelos objectos e informação sobre eles disponibilizada. O guião deveria articular uma história em torno de uma ideia central: *a utilidade das pedras*. Estas surgiriam num ambiente coincidente com um dos episódios do seu processo genético que, por surpreendente, seria apelativo para construir conhecimento usando estímulos mobilizados e informação disponibilizada. A decisão foi para “Alice” e a sua viagem fantástica, mais fantástica ainda nesta versão “geológica”.

O título da exposição, “Alice no Planeta das Maravilhas”, não remetia para o mundo das ciências, invocava o mundo da ficção e destacava uma personagem fictícia, que é um referente intemporal, e para um “planeta”, muito mais que um simples país, das maravilhas, e não para mundos inacessíveis de objectos de estudo científico. Assim, “Alice” viaja nas estrelas e aterriza numa praia, passa pelo castelo da Rainha de Copas e vê-se ao espelho de uma casa-de-banho feita de mármore.

A função dos guias da exposição (professores estagiários e orientadora de geologia) foi contar uma “verdadeira história de Alice”, de como ela se deslumbra com um planeta, que é uma fonte de matérias-primas de enorme utilidade em objectos e materiais do nosso quotidiano, e que é, afinal, o Planeta Terra, a fonte de matérias primas imprescindíveis ao quotidiano dos cidadãos. Em cada módulo, os guias integravam explicações das condições físicas e químicas em que as rochas típicas do ambiente representado se formavam. Para enquadrar a transmissão de informação em envolventes mágicas havia música ambiente, a banda sonora do filme da Disney, e todos os módulos integravam representações da história de Alice (modelos de Alice, Rainha e Rei de Copas, soldados de Copas).

No primeiro módulo, onde se recria um ambiente de praia que se refere aos processos sedimentares, assinala-se estarmos num mundo de fantasia que empresta um colorido particular ao dos cidadãos. Este módulo também incluía o visionamento de uma apresentação multimedia, em formato de filme mudo e a preto-e-branco, de alguém que tinha decidido viver sem produtos geológicos, e para quem a vida na Terra se tinha, naturalmente, tornado insuportável. Sem os produtos geológicos não podia lavar os dentes, andar de carro, utilizar o telemóvel, etc. O visitante identifica, assim, o problema, relaciona-o de algum modo consigo, está disponível e curiosos para saber mais acerca da sua resolução.

O segundo módulo reforça o vínculo com o tema, e o visitante vê-se no Castelo da Rainha de Copas, construído em granito, um produto típico do ambiente ígneo, jazida preferencial, entre outros materiais, das gemas ou pedras preciosas e dos metais, que o visitante facilmente reconhece em objectos do seu próprio quotidiano e/ou imaginário.

Já no terceiro módulo, relativo ao ambiente metamórfico, representa-se uma casa-de-banho, revestida com mármore, mas reforça-se a componente ficcional do guião, através da representação de um banquete, onde o menu é totalmente constituído por receitas cujos constituintes incluem todos os tipos litológicos descritos nos módulos anteriores. A ideia é que, embora os produtos geológicos sejam essenciais ao Homem e sirvam para todas as suas actividades, não se podem comer... Excepto no mundo da ficção, que é o da Alice.

Imediatamente antes de sair, o visitante dispunha de um livro para registar, se assim o desejasse, comentários ou impressões despertados pela sua incursão no "Planeta das Maravilhas".

A orientação científica em geologia iniciou-se e desenvolveu-se em torno de desafios que conduziram à concretização da exposição e que envolveram o grupo de professores estagiários e a orientadora em trabalho cooperativo de concepção, desenvolvimento, aquisição de recursos, diálogo e negociações com a direcção da escola secundária, montagem dos equipamentos e visitas guiadas. Trabalho cooperativo foi também realizado na produção de artigos sobre temáticas de geologia, publicados mensalmente no jornal da escola ("Garras"), estratégia de sensibilização da comunidade escolar, para conceber e produzir recursos multimedia expositivos e interactivos, "guias pedagógicos", questionários e livro do visitante. O Professor Galopim de Carvalho, director do Museu Nacional de História Natural, uma figura pública de reputado prestígio, a nível nacional, no domínio da divulgação científica foi convidado para a inauguração de "Alice no Planeta das Maravilhas", aceitou o convite e a sua presença foi anunciada num comunicado à imprensa relativo ao evento. Alguns media, locais e nacionais, fizeram-se representar na inauguração e noticiaram-na.

A exposição esteve 12 dias aberta ao público e foi visitada por cerca de 3000 pessoas, maioritariamente público infanto-juvenil escolar, para quem estava preparado um guia pedagógico. Este incluía, para cada módulo, um conjunto variável de questões, cuja resposta constava de informações disponibilizadas no módulo. Por exemplo, que ambiente está representado neste módulo? ou com qual das rochas típicas deste ambiente se faz pasta

de dentes? A visita completa, de acordo com o que se planeou, requeria no mínimo meia hora.

A avaliação do caso que se sumariamente se descreveu poderia incidir em dimensões tão diversas como:

- Construção de conhecimento e desenvolvimento de competências pelos professores estagiários envolvidos, bem como convicções que manifestem acerca do valor de objectos e recursos não convencionais do tipo dos aqui descritos para a educação em ciências, em articulação com os fundamentos que elaborem para as sustentar;

- Aprendizagens realizadas por alunos visitantes em articulação com propósitos educativos por nível de escolaridade;

- Apreciação dos alunos visitantes e sua relação com eventuais referências a ciências que se ensinam nas escolas por nível de escolaridade e área de estudos;

- Impacto público;

- Apreciação dos professores visitantes e sua relação com formação académica.

Apresenta-se em “Conclusões” alguns dados que permitem uma avaliação preliminar do percurso cooperativo trilhado pelos professores estagiários com a orientadora de geologia, nalgumas destas dimensões, com incidência em impacto público, em geral.

9.4. Conclusões

A avaliação da exposição recorrerá, em termos de impacto público, a indicadores junto dos media e recepção junto dos visitantes, via conteúdo de respostas aos questionários e de registos no livro do visitante, embora, por se estar no processo de análise das respostas não se apresente ainda informação obtida através de questionários. Em relação ao impacto nos media, importa salientar que se produziram artigos sobre temáticas de geologia, publicados mensalmente no jornal da escola (“Garras”), numa secção, intencionalmente criada no início do ano lectivo, designada “Geopágina”. Esta estratégia de sensibilização decorreu nos quatro meses anteriores à exposição. Pretendeu-se, assim, junto da população escolar, criar o hábito de consumo de informações sobre geologia, uma das ciências que aparenta invisibilidade mediática (Henriques, 2001).

A inauguração da exposição foi divulgada à Comunicação Social e contou com a presença do Professor Galopim de Carvalho, como já se referiu, que terá funcionado como “opinion maker”. Os media tornaram o facto num acontecimento, e a exposição foi noticiada num jornal diário nacional de referência (“Público”), nos dois jornais diários regionais concorrentes (“As Beiras” e “Diário de Coimbra”, que se referiram à exposição várias vezes enquanto esta esteve em exibição, designadamente porque se tornou necessário alargar o período de abertura ao público para horário nocturno), na televisão pública (edição regional em “prime-time”, programa “Tele-regiões”) e na rádio pública (emissões regional e nacional, várias vezes e em “prime-time”).

O percurso que se descreveu pode representar um meio interessante de ajudar professores estagiários a aprender e desenvolver competências necessárias para ensinar ciências tendo em vista contribuir para promover *literacia científica*. À “Alice no Planeta das Maravilhas” reconhece-se um enorme potencial, ainda não explorado: o de também ajudar a estimular a aprender outras ciências, para além de geologia, bem como o de desafiar a “Alice” a explorar outras dimensões de literacia científica, designadamente as relativas à natureza das ciências (Crawford *et al.*, 2000).

Mas, é um desafio difícil o de incluir *literacia científica* como propósito educativo em todos os níveis de ensino das ciências, particularmente para intervir na promoção e aprofundamento do nível cultural das populações estudantis, criando oportunidades para que percepcionem a natureza transdisciplinar dos problemas que as sociedades contemporâneas actualmente enfrentam. Requer, para além de decisões apropriadas de política educativa, empenhamento de comunidades científico-educativas e esforço cooperativo entre as diversas comunidades. Assim se poderá, por um lado, superar tradicionais entrincheiramentos disciplinares e, por outro, romper o isolamento do mundo das ciências que se ensinam e aprendem do mundo dos cidadãos.

O caso aqui descrito logrou envolver os professores estagiários, ajudá-los a aprender sobre o tema *Petrologia*, desenvolver competências, designadamente as requeridas em trabalho de equipa e de comunicação com populações de diversas faixas etárias e níveis de instrução. E, não menos importante, materializando e vivendo uma forma inovadora de apresentar ciências, aprender a ajudar a aprender que afinal as ciências se relacionam intrinsecamente com o mundo dos cidadãos. A generalidade dos registos expressos no livro do visitante reflectem apreço e entusiasmo de professores e alunos. Transcrevem-se, a seguir, alguns exemplos que o testemunham.

“Devo dar os mais sinceros parabéns, visto que esta exposição está fantástica, bem ao estilo Expo98. Fantástico e Genial.” (Aluno do 11º ano)

“Acho que é uma exposição de interesse para todos e, além disso, cativa, porque transborda originalidade. Sem dúvida, a melhor exposição desta escola em 3 anos que eu cá estive.” (Aluna do 12º ano)

“Muito obrigada por me terem dado a conhecer um outro espaço (realmente fantástico) desta mesma escola. Parabéns!” (Professora Estagiária de Português/ Francês)

“gostei muito.” (Aluna do 1º ano: 6 anos)

“Gostámos! Eu e os meninos. E deliciámo-nos com os acepipes... Se me permitem uma sugestão: não juntem os grupos; façam algum compasso de espera, no caso de se juntarem e marquem os grupos com tempo suficiente, consoante o seu nível etário. Parabéns e Bem - hajam!”

“Aterrizada directamente desde Madrid para disfrutar este tremendo esfuerzo de imaginación y didáctica. Felicidades! MARAVILHOSO!” (Paleontóloga da equipa de Atapuerca, Universidade Complutense de Madrid)

Finalmente, realce-se que os professores tendem a reproduzir modelos de actuação a que foram expostos na sua própria formação (e.g., Claxton, 1991), pelo que importa, e urge, criar oportunidades para que professores de ciências se envolvam em formas inovadoras de ajudar a aprender, designadamente as que se orientem para ajudar os alunos a interligarem mundos quotidianos com o mundo das ciências. O percurso cooperativo de concepção e implementação da exposição, aqui descrito, logrou, apesar dos receios e hesitações associados ao desconhecido, entusiasmar e despertar interesse, em todos os intervenientes e em diversas fases — crucial para aprender e prosseguir. Viver este percurso terá proporcionado olhares mais integradores do mundo dos cidadãos e do das ciências. Divulgar aspectos deste caso e discuti-los abrirá outras janelas e caminhos de exploração, designadamente através de iniciativas que mobilizem especialistas com formações diversificadas para construir interfaces interdisciplinares — cruciais para, no quotidiano das práticas docentes, articular e interligar currículos escolares com realidades que importam aos cidadãos.

Agradecimentos são devidos a todos os que contribuíram para o desenvolvimento e êxito da exposição "Alice no Planeta das Maravilhas", pelo que se agradece especial e particularmente aos três professores estagiários.

9.5. Referencias bibliográficas

Claxton, G. (1991). *Educating the Inquiring Mind: The Challenge for School Science*. London: Harvester Wheatsheaf.

Costa, A.; Domènech, G. (2002). Distintas Lecturas Epistemológicas en Tecnología y su Incidencia en la Educación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 159-165.

Crawford, T.; Kelly, G.J.; Brown, C. (2000). Ways of Knowing beyond Facts and Laws of Science: an Ethnographic Investigation of Student Engagement in Scientific Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 237-258.

Gregory, J.; Miller, S. (1998). *Science in Public: Communication, Culture, and Credibility*. New York: Plenum Press.

Henriques, M.H. (2001). A Ciência e os Media: a Geologia e o "Público" de Janeiro de 1998. En P. Dias y C. Freitas (Org.), *Actas da II Conf. Intern. Challenges '2001/Desafios '2001* (pp. 177-198). Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho.

Manassero, M.A.; Vázquez, Á. (2002). Instrumentos y Métodos para la Evaluación de las Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 15-27.

Millar, R.; Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future. The Report of a Seminar Series Funded by the Nuffield Foundation*. London: King's College London.

Molero, F. M. (1999). *La Didáctica ante el Tercer Milenio*. Madrid: Síntesis.

Pedrosa, M. A.; Mateus, A. (2001). Educar em escolas abertas ao Mundo – Que cultura e que condições de exercício da cidadania. En Departamento

do Ensino Secundário, Ministério da Educação (Ed). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências – Ensino Experimental das Ciências* (pp. 141-154). Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação,.

Serviço de Documentação e Publicações da Universidade de Coimbra (Ed.) (2001). *Prospecto da Universidade de Coimbra 2000-2001* [online] <http://www.uc.pt/sdp/prospecto/0001/>.

Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Jersey: Rutgers University Press.

10. CIÊNCIAS NO 1º CICLO NA PERSPECTIVA CTS: MODELOS E PRÁTICAS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Isabel P. Martins

10.1. Introdução

Promover mudanças no ensino das Ciências que fomentem nos alunos e, conseqüentemente, nos cidadãos uma visão mais equilibrada e completa da importância do conhecimento científico no progresso efectivo das sociedades é hoje um dos grandes objectivos dos educadores, dos cientistas, dos políticos da educação e de muitos pensadores. Os grandes fóruns internacionais e até mundiais que têm sido organizados para promover a discussão da importância da Ciência na sociedade, têm vindo a congregar um número cada vez maior de países, de associações científicas e de especialistas (destaca-se a Conferência Mundial sobre a Ciência, realizada em Budapeste, em Junho-Julho 1999). No entanto, não é fácil concretizar as mudanças necessárias por quatro razões principais:

(1) existem diversos modos de encarar as modificações a introduzir mesmo por parte daqueles que estão de acordo com os princípios da mudança;

(2) existem outros interesses e "culturas" instalados na sociedade que funcionam como verdadeiros obstáculos à difusão da Ciência (destaca-se a proliferação de crenças e superstições);

(3) os sistemas educativos, os currículos escolares, a organização das escolas e o pensamento dos professores são estruturas complexas que se articulam (bem ou mal) entre si e que precisariam de ser mudadas em conjunto;

(4) os efeitos de qualquer reforma são lentos pelo que não é possível poder apreciar o impacto de mudanças, ainda que conceptualmente bem estruturadas, a curto prazo. Tal demora, inevitável, faz com que muitos proclamem ou a ineficácia das medidas tomadas ou acusem os promotores de inovação como incapazes de inverter a situação.

A intenção do presente trabalho é apresentar como na Universidade de Aveiro se organiza o curso de formação inicial de professores do 1º ciclo do Ensino Básico, nos fundamentos e práticas, com vista a potenciar nas escolas do 1º ciclo um ensino das Ciências de orientação CTS.

10.2. Formação de professores do 1º Ciclo do Ensino Básico

Em Portugal a formação inicial de professores do 1º ciclo é obtida por qualificação ao nível de Licenciatura (4 anos de ensino superior, desde 1998/99), em cursos concebidos especificamente e orientados de raiz para este fim, e visa preparar profissionais para leccionarem em regime de monodocência. A lei de autonomia das Universidades Portuguesas permite que cada instituição formadora construa os seus currículos de formação de

professores, pelo que existe uma grande diversidade. (Estivo em curso um processo de Acreditação dos Cursos, a nível nacional, cuja finalidade era conferir (ou não) certificação para a docência, que foi suspenso em Maio de 2002 por decisão do governo).

O plano de formação da Universidade de Aveiro assenta nos seguintes princípios:

1- A divulgação dos resultados dos estudos de âmbito nacional e internacional na década de noventa tornou público os baixos níveis de literacia, em geral, da população portuguesa levando a sociedade a (co)responsabilizar a Escola por tais desaires. Reconceptualizar o modelo de formação de professores com vista a capacitar os futuros profissionais para um desempenho mais eficiente e uma resposta mais eficaz da escola foi uma orientação seguida.

2- A organização de modelos e práticas de formação de professores deve basear-se em investigação educacional específica.

3- As competências de um professor do 1º ciclo na sociedade actual e futura deverão permitir que este seja detentor de um leque alargado de saberes que lhe permitam fazer a leitura continuada do mundo, de resolver problemas e de intervir de forma qualificada na formação de crianças do 1º ciclo do Ensino Básico.

4- No que respeita à formação para o ensino das Ciências, o plano de formação deve proporcionar uma perspectiva de educação em Ciências das crianças do 1º ciclo, por oposição a uma mera instrução científica.

10.3. Formação de professores para uma educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

Para que os futuros professores possam perspectivar o ensino das Ciências segundo uma orientação CTS importa que eles mesmos experimentem um percurso de formação nesse sentido, já que é bem conhecida a influência das práticas de formação nas práticas de acção dos professores (Carvalho e Gil, 1995).

A concretização desta intenção exige a articulação entre teoria e prática, ao longo do curso, a dois níveis. O primeiro, de carácter *macro-estrutural*, diz respeito à articulação, ao longo do Plano de Estudos, das disciplinas que constituem a área curricular das Ciências Naturais. O segundo, de carácter *micro-estrutural*, está relacionado com o programa das disciplinas que integram a área, nas interrelações que se estabelecem entre aspectos teóricos e aplicações práticas/resolução de problemas. Importa, pois, que nestes dois níveis os alunos reconheçam as finalidades das disciplinas e as respectivas articulações longitudinais e transversais com outras de outras áreas curriculares. Este aspecto parece de importância fundamental para que o professor do 1º ciclo possa ser capaz de gerir as aprendizagens das crianças de forma integrada, por oposição a uma lógica de mosaico disciplinar.

Para concretizar esta intenção, e no que respeita ao nível macro-estrutural, a área curricular das Ciências Naturais organiza-se segundo uma sequência disciplinar que evolui de aspectos mais teóricos (conhecimento sobre conteúdos específicos), para abordagens didácticas de reflexão sobre

estratégias e processos de ensino-aprendizagem, passando no final para uma abordagem do tipo meta-disciplinar de carácter integrador.

Assim, no 1º e 2º anos, as disciplinas de fundamentos *Ciências Integradas da Natureza I e II* (75h cada), visam proporcionar uma visão ainda que simplificada do “Planeta Terra como um sistema estruturado em vários subsistemas, profundamente interactivos em cujo equilíbrio a espécie humana tem responsabilidades” (conforme programa da disciplina). Os diversos temas abordados seguem uma orientação integrada de domínios de conhecimento que tradicionalmente são vistos em disciplinas distintas. O corpo docente que orienta estas disciplinas é proveniente de diversas áreas científicas (Geologia, Física, Biologia, Química) e a sua intervenção no curso segue uma orientação por temas (definidos em conjunto), por oposição a uma orientação modular. Pretende-se assim dotar os futuros professores de saberes específicos do domínio das Ciências que serão indispensáveis para a construção do conhecimento didáctico para o ensino das Ciências no 1º ciclo.

É no 3º ano que surge a disciplina de *Didáctica das Ciências Integradas* (60h) orientada para a prática de sala de aula, de modo a que os alunos possam alcançar conhecimentos e desenvolver capacidades e atitudes que lhes permitam tornar-se professores conscientes da importância da aprendizagem das Ciências desde os primeiros anos, na perspectiva de uma cultura científica de base (Ayala, 1996; Charpak 1996). Os temas desenvolvidos procuram mostrar a evolução da investigação em Didáctica das Ciências e das orientações que daí decorrem para o ensino das Ciências, em sala de aula e em ambientes não-formais. O trabalho prático investigativo a desenvolver com crianças é um tema central no programa da disciplina e é consonante com a orientação CTS para o ensino das Ciências, permitindo aprofundar dimensões de educação *em* Ciências, de educação *sobre* Ciências e de educação *para* (ou através) as Ciências.

Posteriormente, os alunos poderão seguir (opção) disciplinas de carácter integrador de saberes transcurriculares onde a educação em Ciências é o eixo principal. É o caso de *Projectos Educativos em Ciências* (60h), no 3º ano, e de *Seminário-Ciências* (240h), no 4º ano. Ambas as disciplinas têm uma forte orientação para a prática, embora com novas dimensões formativas.

Em *Projectos Educativos em Ciências*, os alunos desenvolvem competências que sustentem uma intervenção alargada numa diversidade de temáticas transcurriculares com interacções sociais diferenciadas e ajustadas a contextos locais. Particular ênfase é dado ao desenvolvimento de um quadro integrador de múltiplas formas de articulação Ciência-Tecnologia-Sociedade numa lógica de *Projecto Educativo*. Exploram-se também espaços de ensino não-formal das Ciências, como Museus e Centros de Ciência, Parques Temáticos (por exemplo, Jardins Botânicos e Zoológicos) a utilizar com crianças do 1º ciclo.

No *Seminário-Ciências* o trabalho é desenvolvido na modalidade de trabalho de projecto e no formato de projecto de investigação. Os alunos (grupo de 3 ou 4 elementos) analisam criticamente materiais didácticos existentes para o ensino das Ciências, e desenvolvem para uma temática pertinente educacionalmente, recursos didácticos para alunos e professores

que validam empiricamente em sala de aula. Os temas escolhidos privilegiam finalidades de educação para o consumo, para o ambiente, para a saúde, para a diversidade e preservação das espécies, para a paz e o desenvolvimento.

Ao nível micro-estrutural, isto é, no âmbito de cada uma das disciplinas atrás referidas, a organização dos trabalhos de formação dos alunos segue metodologias diversificadas próprias duma orientação CTS. As abordagens são contextualizadas, privilegiam-se os temas com significado pessoal e social em detrimento dos conceitos por si mesmos, discutem-se aspectos éticos da Ciência, princípios e valores do conhecimento científico, contrapõe-se a Ciência como interpretação do mundo a outras formas de conhecimento, discute-se a relação Ciência-Cultura, a natureza da Ciência, as controvérsias científicas e as implicações sociais do conhecimento científico e do desenvolvimento tecnológico. Os alunos são confrontados com problemas para resolver experimentalmente (Ciências Integradas da Natureza), por oposição à realização de tarefas segundo protocolos pré-fornecidos. Desenvolvem auto-reflexão sobre o que são atitudes científicas e não-científicas e confrontam pontos de vista, discutem formas de trabalhar com crianças pequenas o que é a actividade científica e desconstruir estereótipos sobre tal (Didáctica das Ciências Integradas).

10.4. Formação inicial de professores e inovação no ensino das Ciências

Nesta secção pretende-se evidenciar alguns resultados obtidos por alunos futuros professores no final da sua formação inicial na área das Ciências, exemplificando para um caso particular, "Os materiais plásticos". O trabalho foi desenvolvido na disciplina de Seminário (4º ano) e envolveu dimensões de investigação sobre as ideias das crianças sobre os materiais plásticos (a sua origem, o tempo de existência, as finalidades de uso, algumas propriedades e processos de reaproveitamento e/ou de eliminação). Inquiriram-se por escrito 318 crianças de 8-9 anos através de questionário construído para o efeito e validado logicamente por um grupo de professores experientes e, empiricamente, por crianças num estudo piloto prévio. Com base nas ideias identificadas foi possível conceber e construir um *kit* didáctico para ensinar as crianças a distinguir materiais plásticos de outros e a diferenciar tipos de plásticos. O *kit* foi validado empiricamente com um grupo de crianças de 9 anos e posteriormente tem sido utilizado com outras crianças e usado em *workshops* de formação de professores do 1º ciclo.

A importância deste projecto não reside apenas em ter-se constituído como uma via para o aparecimento de um novo recurso didáctico e de uma ou mais estratégias de exploração, embora isso, em si mesmo, pudesse ser considerado uma mais-valia educativa. A importância é também de natureza educativa e formativa dos alunos destinatários pois os materiais plásticos estão hoje largamente disseminados na sociedade e constituem grande parte dos objectos utilizados pelas crianças desde muito cedo, dado que apresentam relativamente a outros materiais algumas vantagens apreciáveis no que respeita à segurança e facilidade de manipulação. Ora, sendo o conceito de "material" um dos que importa que as crianças construam desde cedo, com vista à compreensão do mundo em que vivem,

consideramos que manter omissos nessa abordagem materiais plásticos é condicionante de uma apreciação e interpretação do mesmo. Não havendo no actual programa português do 1º ciclo qualquer referência a materiais plásticos, e dado os manuais escolares não fazerem também qualquer alusão a isso, é pouco provável que os professores, por si sós, o façam. Por outro lado, a imagem socialmente construída sobre os plásticos é de pendor acentuadamente negativo apesar dos benefícios sociais do seu uso serem enormes. Importa, por isso, que o ensino formal desde muito cedo aborde o tema e permita que as crianças possam identificar onde existem plásticos, as vantagens e inconvenientes do seu uso, o que fazer com os objectos plásticos após a sua utilização. A formação/educação é o oposto da endoutrinação e a escola deve assumir a sua quota de responsabilidade na construção de uma opinião pública. Os projectos de pendor CTS como este são uma forma de concretizar este objectivo. Além disso, o projecto constitui ainda uma evidência de que é possível introduzir inovação no ensino das Ciências através do próprio programa de formação dos professores. Por um lado, capacitando os alunos futuros professores envolvidos para serem eles próprios a desenvolverem novos recursos didácticos (o percurso investigativo seguido é em si mesmo fonte inspiradora para outros projectos a encetar no futuro) e, por outro lado, ao enriquecer o património educativo com propostas didácticas validadas em percursos investigativos. Mais, do ponto de vista da investigação sobre a orientação CTS para o ensino das Ciências as carências identificadas por vários autores (por exemplo, nos estudos apresentados em Membiela, 2001; Santos, 2001) sobre abordagens próprias para os primeiros anos de escolaridade, ficam aqui um pouco compensadas o que representa também um estímulo para o prosseguimento desta via.

Em resumo, de entre vários caminhos de inovação para o ensino das Ciências que a orientação CTS pode constituir apontámos o modelo e práticas dos cursos de formação inicial, no caso escolhido ao nível do 1º ciclo do Ensino Básico. Mostrámos como organizámos a articulação do plano de formação e como o percurso escolhido capacitou os próprios formandos para serem promotores de inovação. Fica sem resposta, por enquanto, o que no futuro estes professores poderão continuar a fazer.

10.5. Referências bibliográficas

Ayala, F. (1996). La Culture Scientifique de Base. Em *Rapport Mondial sur la Science 1996* (pp. 6-11). Paris: UNESCO,.

Carvalho, A. M. P. e Gil-Pérez, D.(1995). *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo: Cortez Editora.

Charpack, G. (1996). *As Ciências na Escola Primária. Uma proposta de acção*. Mem Martins: Editora Inquérito.

Membiela, P. (ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea Ediciones.

Santos, M. E. (2001). *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares. O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.

11. PRÁTICAS DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO ORIENTADAS NUMA PERSPECTIVA CTS—PC: IMPACTE DE UM PROGRAMA DE FORMAÇÃO

Rui Marques Vieira e Isabel P. Martins

11.1. Introdução

Neste início de século XXI, pese embora a diversidade de pontos de vista sobre a ciência e o seu ensino, têm havido um esforço no sentido de procurar alguns consensos. Entre estes destaca-se a “Declaração sobre a Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico” adoptada pela Conferência Mundial sobre a Ciência, realizada em Budapeste (UNESCO e ICSU, 1999). Neste documento, proclama-se que a colaboração activa em todos os domínios do trabalho científico pode contribuir, entre outros, para que as Ciências, por um lado, permitam a todos um conhecimento mais aprofundado da natureza, tecnologia e sociedade, uma qualidade de vida melhor e um ambiente são e sustentável para as gerações actuais e futuras e, por outro lado, promovam o pensamento científico cuja essência é a capacidade de examinar problemas de diferentes perspectivas e procurar explicações dos fenómenos naturais e sociais, submetendo-as constantemente a um pensamento crítico e livre, que é essencial num mundo democrático. Assim é possível desenvolver e expandir “uma alfabetização científica de base em todas as culturas e sectores da sociedade, assim como a capacidade de raciocínio e competências práticas e uma sensibilidade para os valores éticos, de modo a melhorar a participação pública na tomada de decisões relacionadas com a aplicação de novo conhecimento” (UNESCO e ICSU, 1999, p. 9).

De facto, fruto de movimentos de reforma, de reformulação ou ainda de reorganização curricular, a alfabetização científica tem-se destacado como ideal central e organizador do currículo de Ciências. O entendimento deste conceito tem levado ao emergir de diferentes finalidades e / ou metas para o ensino das Ciências, sendo que duas, verosivelmente, surgem como as mais visíveis e referidas. Uma tem a ver com as inter-relações CTS, como é salientado por investigadores como Acevedo-Díaz (2001), Martins (2002) e Membiela (2001). A outra meta diz respeito às capacidades de pensamento, dado que ser cientificamente alfabetizado implica não só o uso de conhecimento científico, mas também de capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico (Bybee e DeBoer, 1994; Tal, Dori, Keiny e Zoller, 2001; Yager, 1993).

Neste contexto, começa-se por evidenciar a perspectiva CTS e o pensamento crítico como finalidades da educação em Ciências. Depois, foca-se o desenvolvimento de um programa de formação [PF] continuada de professores com foco CTS—PC [Ciência-Tecnologia-Sociedade—Pensamento Crítico]. No final apresentam-se resultados e conclusões

ligadas ao impacto do referido PF nas práticas de professoras do ensino básico.

11.2. A Perspectiva CTS e o Pensamento Crítico como Finalidades da Educação em Ciências

As finalidades da educação em Ciências passaram, efectivamente, a dar ênfase particular à formação de cidadãos esclarecidos, com capacidades de pensamento crítico no contexto de interações sócio-científico-tecnológicas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000; Iozzi, 1987; Tal et al., 2001). Estes últimos autores citados e outros como Bybee e DeBoer, (1994) defendem mesmo que o desenvolvimento de capacidades de pensamento, em particular de pensamento crítico, de resolução de problemas reais e de tomada de decisão, para cidadãos informados é um importante foco do movimento CTS.

A relação entre o pensamento crítico e a perspectiva CTS tem sido aludida por diferentes autores. Estes, de um modo global, argumentam que: (i) quer a resolução de problemas quer a tomada de decisão referenciadas na educação CTS exigem o pensamento crítico e requerem dos alunos e seus professores maiores e diferentes exigências do que as utilizadas, habitualmente, no processo de resolução de exercícios (Iozzi, 1987); (ii) os resultados a nível de capacidades e de conhecimentos científicos conseguidos por alunos do ensino básico e secundário ilustram o poder de desenvolver as capacidades de pensamento dos alunos num contexto CTS (Yager, 1993). Este especialista complementa: "Aparentemente, quando a Ciência é ensinada com pensamento crítico como meta os alunos revelam uma melhoria significativa na compreensão e domínio das capacidades de pensamento" (p. 273); e (iii) Parafraseando Hodson (1992), o propósito de confrontar os alunos com temas CTS deve ser o de desenvolver o seu pensamento crítico e as competências de tomada de decisão que constituem o alfabetismo científico crítico.

Efectivamente, na tomada de decisões racionais, sobre questões ou problemas sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia é fundamental o uso de capacidades de pensamento crítico. Este tem sido apontado, também, por ser necessário e mesmo indispensável ao adequado funcionamento da sociedade, na qual se destaca a educação das pessoas para uma cidadania reflexiva e actuante.

Todavia, tem sido pouco explorada a forma de desenvolver capacidades de pensamento crítico de alunos numa perspectiva CTS, ou seja, que o ensino das Ciências tenha uma orientação CTS—PC. Pese embora o seu interesse, na educação em Ciências quer o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico, quer as orientações CTS têm tido dificuldades em afirmar-se (Prieto et al., 2000). Enquanto finalidades educativas, a educação CTS e o pensamento crítico não têm sido explicitamente conjugadas no processo de ensino / aprendizagem das Ciências, apesar de "[a] educação CTS focada nas capacidades de pensamento crítico fornecer aos alunos, entre outras, a oportunidade de analisar dados criticamente e de estabelecerem conexões entre *bits* de informação" (Yager, 1993, p. 273).

Para que tal situação seja invertida assume relevância a formação de professores de Ciências. É esta formação que regulará o impacte de qualquer reforma, reorganização ou proposta inovadora (Carvalho e Gil-Pérez, 1995; Paixão e Cachapuz, 1995) como as que se referem à integração do CTS—PC com vista à alfabetização científica.

Na formação de professores de Ciências, decidiu-se privilegiar a continuada, essencialmente, por cinco razões: (i) a maioria dos professores está e vai continuar no sistema educativo, pelo que esta modalidade de formação necessita de investimento, uma vez que o sistema educativo nos próximos anos vai funcionar essencialmente com os que já se encontram a exercer a docência; (ii) a grande maioria destes professores em exercício tem acesso, anualmente, a pouca formação continuada, especialmente em Didáctica das Ciências; (iii) esta formação continuada de professores ser uma realidade pouco preocupada com as necessidades, interesse e aspirações formativas dos professores e muito mais com a sua progressão na carreira; (iv) num contexto de reforma ou reorganização educacional, os professores precisam de formação continuada que lhes permita apropriarem-se das directrizes da reforma ou da mudança e, por conseguinte, adoptar, adaptar e alterar as suas práticas; e (v) os professores na generalidade não possuem conhecimentos e experiências no seu campo de ensino concordantes com as exigências e finalidades actuais, como as relativas ao CTS—PC. Além disso, no caso português, optou-se pela formação continuada por ser, também, a menos desenvolvida (Martins, 2002) e porque é necessário começar por formar os professores que já estão nas escolas, por força da reorganização curricular iniciada, no ano lectivo de 2001/2002 no ensino básico (na qual a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente é uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos e do desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico).

Eis porque, se desenvolveu um programa de formação continuada de professores do ensino básico. Efectivamente, sem uma aposta efectiva na formação de professores qualquer reforma ou mudança curricular na educação em geral e nas Ciências em particular, provavelmente, falhará. Com efeito, não se podem ignorar as implicações da integração do pensamento crítico e da perspectiva CTS na formação dos docentes.

11.3. Programa de Formação Continuada de Professores de Ciências

Considerando que os professores têm de ser preparados para a concretização das finalidades relativas à perspectiva CTS e ao pensamento crítico desenvolveu-se (concebeu-se, produziu-se, implementou-se e avaliou-se) um programa de formação em Ciências de professoras principiantes do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico (alunos de 6 a 12 anos) com orientação CTS—PC. Pretende-se, entre outras metas, levar os professores a modificar as suas práticas de forma a torná-las consistentes e explicitamente focadas na articulação da perspectiva CTS e do pensamento crítico como duas tendências actuais da educação em Ciências.

No desenvolvimento do PF teve-se como referência o quadro teórico decorrente da Didáctica das Ciências no que se refere à educação CTS e ao

pensamento crítico. Nesta base equacionaram-se, desde logo, as vertentes a integrar neste programa de formação. Neste quadro e entrando também em linha de conta com os resultados de avaliação de alguns programas ou módulos de formação de professores (por um lado de investigadores como Prieto, González e España (2000) quanto à educação CTS e por outro de Tenreiro-Vieira (1999) no que diz respeito ao pensamento crítico) crê-se que um programa de formação de professores com foco CTS—PC deve incidir em três vertentes de formação: (i) conhecer as concepções dos professores sobre CTS e caracterizar as suas práticas pedagógico-didáticas; (ii) proporcionar a partir destas concepções e práticas, a (re)construção de conhecimentos sobre um ensino CTS—PC; e (iii) Construir e implementar, a partir dos conhecimentos (re)construídos, materiais curriculares com foco CTS—PC.

Este programa de formação foi concebido, produzido e implementado, ao longo dos anos lectivos de 2000/2001 e 2001/2002, a quatro professoras principiantes (três primeiros anos da carreira docente) portuguesas dos 1º e 2º ciclos do ensino básico tendo-se começado por fazer o levantamento das suas concepções sobre CTS (Vieira e Martins, 2001a). As questões a que se pretende dar resposta são duas. O programa de formação em Ciências com orientação CTS—PC contribui para que as professoras do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico: 1— (re)construam as suas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade? e 2— desenvolvam práticas pedagógico-didáticas com orientação CTS—PC: 2.1— logo após a formação? 2.2— um ano após a formação?

Para isso procedeu-se à recolha de dados das práticas destas professoras antes e após a implementação do PF. Nesse sentido recorreu-se às técnicas de inquérito, observação e análise fazendo-se uso de instrumentos como questionários, entrevistas e diários do Investigador / formador. Quer as práticas iniciais (que foram escolhidas pelas próprias professoras), quer as práticas de implementação dos materiais curriculares CTS—PC da unidade temática "Poluição da Água" (desenvolvidos no âmbito da 3ª vertente do PF) foram gravadas em vídeo.

Para avaliar o impacte do PF nas práticas de cada um dos casos em estudo (que neste estudo foram as 4 professoras principiantes) concebeu-se um instrumento de caracterização de práticas pedagógico-didáticas CTS—PC, o qual começou por ser desenvolvido para práticas com orientação CTS (Vieira e Martins, 2001b). As categorias ("I — Perspectiva do processo de ensino / aprendizagem" e "II — Elementos de concretização deste processo"), respectivas dimensões de análise e indicadores deste instrumento servirão de base de apresentação dos resultados, incluídos no ponto seguinte. Estes dizem respeito, neste contexto, à questão 2.1.

11.4. Resultados

No que diz respeito à primeira categoria relativa à "I — Perspectiva do processo de ensino / aprendizagem" do instrumento que serviu de base à caracterização das práticas, estas 4 professores começaram por evidenciar um ensino das ciências internalista centrado na transmissão de conhecimentos científicos. A aprendizagem consistia na aquisição, essencialmente memorística, destes conhecimentos. Possuíam, entre

outras: (i) uma visão estereotipada de trabalho experimental, no qual apesar de usarem protocolos, guiões e o “V de Gowling” não predomina o pluralismo metodológico e (ii) a concepção da Ciência como conhecimento objectivo produzido por cientistas que não são influenciados no seu trabalho.

Logo após o PF, as professoras, nesta mesma categoria, apresentam globalmente, embora com diferente ênfase, um ensino focado em questões sociais envolvendo conceitos científicos centrado em oportunidades diversificadas de promoção de capacidades de pensamento crítico. A aprendizagem centrou-se em situações-problema para a resolução das quais os alunos tinham de usar o seu pensamento crítico sobre questões da ciência e da tecnologia bem como das suas inter-relações com a sociedade. Passaram a: (i) fundamentar as suas opções no que concerne à promoção de capacidades de pensamento crítico com base num quadro conceptual, destacando deste a promoção de capacidades de pensamento crítico de clarificação elementar; (ii) encarar o cientista com uma imagem mais humanizada; e (iii) encarar a tecnologia mais como um conjunto de ideias e técnicas do que de máquinas e artefactos.

Relativamente à segunda categoria do citado instrumento (II — Elementos de concretização do processo de ensino / aprendizagem), as práticas iniciais das professoras revelam a utilização de actividades / estratégias de ensino / aprendizagem como o jogo, o questionamento e o trabalho de grupo. Os recursos / materiais curriculares usados foram essencialmente fichas de trabalho desenvolvidas pelas próprias professoras e o manual escolar. O ambiente de ensino / aprendizagem, embora diferente para cada caso, caracterizou-se, de um modo global, por pouca interactividade e alguma empatia.

Aquando da implementação dos materiais curriculares CTS—PC produzidos no PF as práticas destas professoras passaram a ser caracterizadas, nesta segunda categoria, por utilização diversificada de actividades / estratégias de ensino / aprendizagem, como o questionamento orientado para um apelo a capacidades de pensamento crítico com um tempo de espera maioritariamente de 3 a 6 segundos, análise de materiais como artigos de jornal e revistas, debates / discussão, inquérito / pesquisa, mapas de conceitos e trabalho de grupo. Os recursos utilizados foram as 6 actividades elaboradas para uma abordagem de questões de interacção Ciência-Tecnologia-Sociedade promotoras de capacidades de pensamento crítico. O ambiente pautou-se: (i) por uma crescente cooperação, interactividade, empatia e aceitação no qual reconheciam a diversidade dos alunos e das suas opiniões, questões e posições; (ii) pelo criar de oportunidades para o desenvolvimento da compreensão com significado de conceitos e fenómenos científicos e tecnológicos, através quais se pretendiam estabelecer, principalmente, contrastes e comparações; e (iii) pelo reconhecimento aos alunos do direito de questionarem e exigirem razões.

11.5. Conclusões

Os resultados obtidos levam a concluir que, de um modo global, o programa de formação em Ciências com orientação CTS—PC desenvolvido

contribui para que as professoras do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico desenvolvam práticas pedagógico-didáticas com orientação CTS—PC logo após a formação.

De facto, a situação inicial das práticas destas professoras, tendo em conta o instrumento de caracterização produzido, aponta para uma realidade não consentânea com o CTS—PC, na medida em que nas duas categorias desse instrumento as professoras apresentam indicadores como os relativos, por um lado, a um ensino das ciências internalista centrado na transmissão e posterior memorização pelos alunos de conhecimentos científicos o qual era suportado por uma concepção da Ciência como conhecimento objectivo produzido por cientistas que não são influenciados no seu trabalho e, por outro lado, concretizado com poucas actividades / estratégias de ensino / aprendizagem na qual se destacava o questionamento centrado em conhecimentos que tinham de aplicar em fichas de trabalho desenvolvidas pelas próprias professoras e no manual escolar. Esta situação não poderia ser diferente, uma vez que as estas professoras revelaram (numa das entrevistas efectuadas) não ter tido formação sobre CTS e apenas terem tido oportunidade, no contexto de um dos tópicos de uma das disciplinas da sua formação inicial, a uma breve formação sobre o pensamento crítico.

Pelo contrário, logo após o PF e nas mesmas categorias referenciadas, a análise efectuada aponta no sentido de estas professoras passarem a apresentar práticas pedagógico-didáticas CTS—PC. Entre os indicadores que mostram a integração destas duas finalidades da educação em Ciências nestas práticas destaca-se, em primeiro lugar, a resolução de situações-problema nas quais os alunos tinham de usar o seu pensamento crítico, principalmente de capacidades de clarificação elementar, sobre questões da ciência e da tecnologia bem como das suas inter-relações com a sociedade e, em segundo lugar, a utilização diversificada de actividades / estratégias de ensino / aprendizagem e dos materiais curriculares CTS—PC elaborados no PF.

Pode-se, pois, afirmar que a primeira avaliação deste PF é positiva e que, por isso, o mesmo se configura como uma proposta concreta para levar os professores de Ciências do ensino básico, a configurarem nas suas práticas as finalidades da perspectiva CTS articulada com a promoção do pensamento crítico. Mas, desde já, pelo menos duas interrogações se podem formular. Uma delas tem a ver com a transferência da formação recebida para outras temáticas científicas. Isto é, será que estas professoras são capazes de desenvolver outros materiais curriculares CTS—PC em outras unidade temáticas dos seus respectivos currículos de Ciências? Outra prende-se com as concepções das professoras sobre CTS e com as suas práticas a longo prazo. Ou seja, será que o programa de formação em Ciências com orientação CTS—PC contribui para que estas professoras (re)construam as suas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade (questão 1) e desenvolvam práticas com orientação CTS—PC, pelo menos, um ano após a formação (questão 2.2 do estudo)?

11.6. Referências bibliográficas

Acevedo-Díaz, J. A. A. (2001). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Boletín del Programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, Junho*. Organización de Estados Iberoamericanos. En línea en <www.oei.es/ctsi15.htm>.

Bybee, R. W., e DeBoer, G. E., (1994). Research on goals for the science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (357-387). New York: Macmillan.

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas do ensino das Ciências: Contributos para uma nova orientação curricular — ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 9 (1), 69-79.

Carvalho, A. M., e Gil-Pérez, D. (1995). *Formação de professores de Ciências (2ª edição)*. São Paulo: Cortez Editora.

Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 73 (264), 65-78.

Iozzi, L A. (1987). *Science-Technology-Society: Preparing for tomorrow's world. Teacher's guide. A multidisciplinary approach to problem-solving and critical thinking*. Longmont, CO: Sopris West.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1). En línea en <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>.

Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad — Formación científica para la ciudadanía* (91-103). Madrid: Narcea.

Paixão, M. F., e Cachapuz, A. (1995). A reforma curricular lida através das práticas pedagógicas dos professores. *Revista Aprender*, 18, 60-67.

Prieto, T., González, F. J., e España, E. (2000). Las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado. In I. Martins (Org.), *O movimento CTS na Península Ibérica* (161-169). Aveiro: Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.

Tal, R. T., Dori, Y. J., Keiny, S., e Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STEMS project approach. *International Journal of Science Education*, 23 (3), 247-262.

Tenreiro-Vieira, C. (1999). *A influência de programas de formação focados no pensamento crítico nas práticas de professores de Ciências e no pensamento crítico dos alunos*. Dissertação de doutoramento não publicada, Universidade de Lisboa.

UNESCO e ICSU (1999). *Ciência para o século XXI — Um novo compromisso*. Paris: UNESCO.

Vieira, R. M., e Martins, I. P. (2001a). *Concepções de professores principiantes do ensino básico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade*. Poster

apresentado no VI Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona, Espanha.

Vieira, R. M., e Martins, I. P. (2001b). *Concepção de um instrumento de caracterização de práticas pedagógico-didáticas com orientação CTS*. Comunicação apresentada no IX Encontro Nacional de Educação em Ciência, Viseu, Portugal.

Yager, R. E. (1993). Science and critical thinking. In J. H. Clarke e A. W. Biddle (Eds.), *Teaching critical thinking: Reports from across the curriculum*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

12. EL ANÁLISIS DE PUBLICIDAD EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

M^a del Carmen Cid Manzano y Emilia Nogueiras Hermida

12.1. Introducción

Los mensajes ofrecidos por medio de la publicidad no sólo persiguen la venta, el consumo y conservación de valores, sino lo que es más importante unificar a los receptores en gustos, actitudes, y conductas.

En la actualidad es imposible demostrar indiferencia ante la publicidad, su afán de persuasión la lleva, en muchas ocasiones, a mostrar la realidad de forma engañosa. Con el fin de amortiguar la masificación y manipulación originada por la publicidad se hace imprescindible la alfabetización sobre este tema.

En la formación de futuros docentes es imprescindible el abordaje del estudio de la publicidad ya que ellos/as tendrán que ser los encargados de instruir a alumnos/as de edades infantiles y adolescentes. La alta exposición de los niños/as y los jóvenes a la publicidad, hace que sea necesario que se trabaje este tema porque la publicidad consigue muchas veces influir en nuestras decisiones, sin que seamos conscientes de ello.

“En el día a día, los maestros son testigos de lo vulnerable que se encuentra el alumnado ante los insistentes y cautivadores argumentos publicitarios” (Grupo Consumo y Escuela, 1999, pag. 17), esto hace pensar en la imprescindible necesidad de introducir, sobre todo en la enseñanza obligatoria, actividades de aula que hagan hincapie en ofrecer a los estudiantes un ensayo, una preparación para la vida (Dapía, 2001).

La escuela tiene la importante misión de estimular el desarrollo de la persona, siendo crítica con el sexismo, evitando patrones que nos lleven a las desigualdades sociales y a situaciones que incrementen los riesgos para la salud y el medio ambiente y debe reflejar una actitud responsable frente al consumo de productos innecesarios (Gonzalez, 1993). Desde esta perspectiva presentamos algunos ejemplos de análisis de publicidad utilizados en las asignaturas optativas de *Didáctica de la Educación para la Salud* y *Didáctica de la Educación Ambiental* en la titulación de Magisterio de la facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Vigo

12.2. Actividades sobre publicidad

Las actividades que tienen como base el análisis de publicidad no buscan formar en detalle al alumnado en esta materia, sino mostrarle de la forma más objetiva posible el funcionamiento del sistema publicitario, uno de los paradigmas de la sociedad de consumo en la que se desarrolla nuestra vida.

La propuesta comienza con la preparación y motivación de los estudiantes hacia la actividad que van a realizar. A continuación se examinan anuncios formulándose preguntas como: ¿Qué nos quieren

vender?; ¿A quién va dirigido el anuncio? ¿Qué parte es información y cuál es fantasía?; ¿Qué recursos utiliza para convencernos?; ¿Qué otras cosas trata de vender además del producto en cuestión?; ¿Qué argumentos utiliza?; ¿Es convincente?.

En otros casos se realizan fichas, con información más sistematizada, en las que se recoge la descripción de producto anunciado (texto e imagen), técnica publicitaria utilizada, mensaje que transmite y la valoración crítica. La finalidad de estas actividades es que cada estudiante sea capaz de resumir el significado del anuncio y expresarlo con sus propias palabras. A continuación se comparan las diferentes opiniones existentes y por último se formulan opiniones sobre la validez de las afirmaciones hechas por el mensaje publicitario y las contradicciones en las que ha podido caer.

12.2.1. Publicidad y consumo de alcohol

En 1995 entre las estrategias que proponía la OMS para la prevención del abuso del alcohol, se encontraba la aplicación de controles estrictos sobre la publicidad directa e indirecta de bebidas alcohólicas y las formas de publicidad específicamente dirigidas a los jóvenes. Según los últimos datos sobre el consumo de alcohol en España: el alcohol es la droga más consumida, como lo evidencia el hecho de que un 86% de los españoles de 15-29 años lo hayan consumido alguna vez y que un 65,5% lo hiciera en el último mes.(Delegación del Gobierno del Plan Nacional sobre Drogas, 2001). Pasado el tiempo vemos que las recomendaciones de la OMS sobre publicidad, no se han cumplido y teniendo en cuenta, que el alcohol es la droga más consumida en España, contando con importantes niveles de uso entre los jóvenes, se hace imprescindible, sobre todo trabajar este tema en las aulas.

En el caso del alcohol, al ser una bebida, tendría que satisfacer necesidades que nacen de impulsos fisiológicos como la sed o el placer, sin embargo en la mayoría de los anuncios de bebidas alcohólicas es más frecuente que nos ofrezcan de forma subliminal: aceptación, cariño e integración en el grupo; promesas de "status" socioeconómico de prestigio; estímulo del lujo y confort; sugerencias de dominio, éxito y triunfo... Esto puede llevar al equivoco de que comprar y consumir una determinada bebida alcohólica lleva emparejada una mayor autoestima, el amor, el prestigio, el éxito, la felicidad, etc.

Es frecuente que los publicista utilicen para persuadirnos de que consumamos una determinada marca una larga serie de anuncios que aparecen cada semana en periódicos y revistas, utilizando la misma idea o recurso. Este es el caso de la campaña *sin duda*, que publicita a un conocido güisqui. En ella se recogen una serie de dilemas éticos que existen en nuestra sociedad: legalización de las drogas, transplantes, eutanasia, inmigración... Podemos posicionarnos sobre una de las dos posibles alternativas que se proponen, aunque a veces es difícil y esto nos puede hacer dudar sobre la opinión definitiva. Sin embargo, los anuncios no tienen duda sobre el whisky que es mejor. El análisis de estos anuncios servirá de excusa para identificar y examinar dilemas y clarificar valores morales, a través de la reflexión y el debate. Podremos percibir un claro contraste: frente a la mayoría de la publicidad comercial, que suele mostrarnos un

mundo perfecto, donde todo es bello y claro, estos anuncios reflejan una realidad muy diferente, dudosa o por lo menos opinable. Otra campaña de interés para analizar es la del güisqui *Ballantine's, momentos de inspiración*, en la que se alude a conocidos mitos del alcohol: capacidad de potenciar la creatividad, ayuda para solucionar las dificultades y problemas, potenciador del sexo,...

12.2.2. Publicidad y alimentación

“El mundo de hoy, convertido en una *aldea global* y bajo la presión de las multinacionales que hacen de la publicidad un valioso instrumento de convicción, obtiene una gran uniformidad en los hábitos alimentarios, especialmente entre los más jóvenes” (López *et al.*, 1999, pag.19). Sabiendo además que los productos alimentarios ocupan los primeros lugares en la inversión de todos los sectores publicitarios y la tendencia natural entre la población joven a no considerar como factor de riesgo para la salud, una alimentación inadecuada, se hace imprescindible el análisis crítico de los medios de comunicación y de la publicidad para contrarrestar su influencia en la compra de alimentos.

En la publicidad alimentaria podemos encontrar tendencias como: la existencia actual de una gran preocupación en relación con la contaminación producida en los alimentos que se administran al ganado (recuerdese la crisis de las vacas locas), así aparece en la publicidad frases como *Alimentado sin productos de origen animal*; la mitificación de lo natural como garantía de seguridad alimentaria se expresan como *compromiso con lo natural*; sobrestimar el valor nutritivo de sustancias como la soja, el polen, etc., cuando en gran parte se consumen por moda; la cultura de la alimentación light...También se pueden trabajar aspectos concretos como: la sobrevaloración de algunos alimentos, sirva de ejemplo el de las pastillas para hacer caldo, *doble caldo de carne*, cuando en lugar de carne lo que en realidad tienen son aditivos; frases fraudulentas como en el caso del pan de molde *proteínas frescas*, cuando en realidad resulta de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal y agua, fermentada por la acción de microorganismos; presentar en grandes letras *sin colesterol* cuando los cereales no tiene colesterol o *sin conservantes ni colorantes* en alimentos que la Reglamentación Técnico Sanitaria no lo permite.

Según el último informe, realizado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre la evolución de alimentos en España, uno de los datos que llama más la atención es el aumento importante en el consumo de platos preparados frente a un descenso en el consumo de fruta. Este tipo de alimentos son muy demandados por la población infantil y juvenil. Los establecimientos de comida rápida, muy extendidos en nuestro país lo conocen, su publicidad trata de atraer a sus consumidores más fieles, por lo que es necesario su análisis con el fin de contrarrestar su influencia.

La moda, la publicidad, el cine, los medios de comunicación..., contribuyen a que la delgadez corporal se asocie con belleza, elegancia, estar en forma y aceptación social. Estas connotaciones han hecho que la delgadez se convierta en un valor por si mismo. La presión por adelgazar se ejerce sobre todo sobre las mujeres, lo que puede traer consigo trastornos en la alimentación como la anorexia y la bulimia. Estos problemas hacen

necesario ser crítico y trabajar para hacer frente contra las presiones por el ideal estético que nos imponen, por ejemplo por medio de la publicidad. El análisis de anuncios como *adiós a los michelines, así se cuida un cuerpo danone, modelar la silueta...* nos llevará a comprobar que la publicidad ofrece mayoritariamente una imagen de las mujeres y de los hombres que, generalmente, no es real. Presentan modelos que no responden a la pluralidad. Es importante que los alumnos/as analicen de forma crítica los modelos corporales que nos quieren vender la publicidad, para comprender que el querer igualarnos a modelos prefijados puede crear mucha insatisfacción, dada la originalidad del cuerpo de cada persona. Además debemos denunciar la utilización de estos modelos estándar identificándolos con el éxito, el prestigio y el reconocimiento social.

12.2.3. Publicidad y tabaquismo

En este caso para persuadirnos que consumamos tabaco los publicistas utilizan gente joven, atractiva, sana, divirtiéndose. Estas mismas imágenes podrían utilizarse para cualquier producto saludable porque no reflejan ninguno de los problemas perniciosos que el consumo de tabaco trae consigo, sino que reflejan un futuro de placer y bienestar lo cual no es cierto. La casi totalidad de la publicidad directa sobre este tema se dirige específicamente a los adolescentes, sin que la prohibición al respecto parezca ejercer ningún efecto (Mosella, 2000).

La solidaridad está de moda y muchas empresas privadas, invierten parte de sus ganancias en colaborar con ONGs unas veces desinteresadamente y otras para promocionar sus productos entre los/las jóvenes, el colectivo más ligado a las agrupaciones humanitarias. Entre una de las campañas más sonadas se encuentra la de Fortuna del 0,7. Sobre ella podemos cuestionar preguntas como: ¿Es acertado que las empresas privadas financien proyectos humanitarios?; ¿Cabe cualquier dinero si los objetivos son fines de ayuda social? ¿Sería necesario que las organizaciones no gubernamentales definan, con mayor claridad posible, sus códigos ético para evitar que los anuncios que promocionan non entren en contradicción con sus principios? ¿Con que empresas, las ONGs, deberían evitar que se las relaciones?.

La estrategias que utiliza la publicidad de tabaco son muy diversas así, algunas junto con la marca anunciada nos quieren vender todo lo relacionado con la cultura americana, otros sin embargo la defensa de lo español frente a lo americano y por ejemplo las hay que utilizan como reclamo a deportistas de élite, esto nos puede llevar al debate de la utilización del deporte como reclamo para promocionar el consumo de drogas legales como el tabaco o el alcohol.

12.2.4. Sexismo y publicidad

La utilización del sexo como reclamo publicitario es una constante en nuestra cultura de la imagen. Abusar del cuerpo de la mujer, dejarla en ridículo o presentar roles y estereotipos de género es una práctica ampliamente difundida en los spots publicitarios. Al analizar el sistema sexo-género en la publicidad se pone de manifiesto las relaciones opuestas y jerárquicas que existen entre lo masculino y lo femenino. Se siguen

constatando las características atribuidas al sexo masculino (inteligencia, agresividad, fuerza) frente a las femeninas (belleza, ternura, intuición).

Debemos trabajar con anuncios que usen el cuerpo humano como mero objeto erótico o sexual, para promocionar productos que nada tienen que ver con la imagen mostrada; anuncios en los que las mujeres aparecen como seres dependientes tanto económicamente como en su capacidad decisoria del hombre; aquellos que transmiten la idea de que las tareas domésticas y cuidado de las personas dependen casi exclusivamente de las mujeres; publicidad que presenta imágenes estereotipadas de hombres y mujeres. Por lo que respecta a las niñas, con aquellos anuncios de juegos y juguetes que tienen que ver con ideas de cuidado, sumisión o para deslumbrar al varón frente a los de los niños en los cuales se premia la inteligencia y la creatividad.

Una alternativa que proponemos es la realización de contrapublicidad, con el fin de diseñar anuncios que sean respetuosas con la dignidad personal de hombres y mujeres y eviten su uso como objeto sexual; que muestren la diversidad de estilos de vida que desempeñan hombres y mujeres en la actualidad y que fomenten las relaciones equitativas, respetuosas y de cooperación entre varones y mujeres.

12.2.5. Publicidad verde

Cada vez son más los ciudadanos y ciudadanas sensibilizados ante los problemas que sufre el medio ambiente natural. Esta nueva conciencia hace que muchos de nosotros reclamemos medidas de protección, entre ellas, la elaboración de productos que no perjudiquen ni la salud de los usuarios ni el medio. Esta dinámica social es aprovechada por las industrias para ofrecer productos que responden a esta demanda, por medio de la llamada publicidad verde (Cid *et al.* , 1991).

Las empresas de publicidad pronto se dieron cuenta de que añadir a un producto las palabras mágicas *ecológico, natural,...* hace que el comprador se sienta una persona responsable, en vez de un consumista inconsciente. Al mismo tiempo vieron la posibilidad de convertir al industrial en un servicial benefactor de la humanidad, lejos de su negra imagen de explotador contaminante.

Los mensajes publicitarios suelen utilizar la naturaleza en dos vertientes: unas veces incluyen un gran número de elementos naturales en los anuncios, en otros casos productos o empresas que nada tienen que ver con la naturaleza, apelan a la solidaridad ante uno de los más graves problemas de nuestro tiempo, la degradación del medio ambiente.

Así se realiza la promoción de productos ecológicos que intentan convencernos de su impacto nulo sobre el medio ambiente o bien que causan menos perjuicios que los considerados normales, con frases como: *Un especial gusto por lo natural*, de una marca de PVC; *Pielsa: ecológicos y legendarios*, de una marca de zapatos; *La ecología ya tiene su hora*, intenta vendernos un reloj; *Cegasa pone más luz sobre las pilas ecológicas,...*

Otra publicidad intenta mejorar la imagen de la empresa, que nos vende, no productos, sino a la propia empresa como protectora del medio ambiente con frases como: *Entre todos podríamos hacer muchas cosas por el medio*

ambiente, Estamos de acuerdo con la naturaleza, Respetuosa con el medio ambiente,...

12.3. Conclusiones

La capacidad de leer y analizar anuncios publicitarios es una destreza que se aprende y se mejora con la práctica, es por lo tanto la enseñanza formal la que debe de disponer de tiempo para proporcionar este tipo de experiencias de aprendizaje. "La escuela no debe aproximarse a la publicidad con el objetivo de formar publicitarios o especialistas, sino para educar a consumidores de publicidad reflexivos y críticos" (Ferrés i Prats, 2000, pag. 66).

La modificación de los comportamientos y hábitos no saludables o que dañen al medio ambiente no es tarea fácil, pero la creemos posible, sobre todo si se empieza en las primeras etapas escolares y la escuela asume un papel activo introduciendo este tipo de actividades en su proyecto educativo y en el quehacer diario de las aulas. Este tipo de actividades ayudarán a los estudiantes a mirar cada día con ojos más críticos a la omnipresente publicidad, así mismo a hacerles reflexionar sobre nuestras verdaderas necesidades frente a la llamada continua de un consumismo irracional.

Creemos que mediante el análisis de publicidad podemos comprender mejor la sociedad en la que estamos inmersos y, lo que es más importante, ser conscientes de las características culturales y sociales que debemos de intentar que cambien, con el fin de lograr condiciones más tolerantes, solidarias e igualitarias.

12.4. Referencias bibliográficas

Cid, M.C.; Membiela, P.; Suárez, M.; Nogueiras, E.; Camba, M.J. y Latorre, P. (1991): A educación para o consumo frente a publicidade verde. *Boletín das Ciencias*. Especial IV Congreso.

Dapía, M.D. (2000): *A Educación para a saúde como reto do século XXI*. Vigo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Vigo.

Delegación del Gobierno Plan Nacional sobre Drogas (2001): *Informe sobre el alcohol y los jóvenes*. Madrid: Delegación del Gobierno Plan Nacional sobre Drogas. Ministerio del Interior

Ferrés y Prats, J. (2000): Como ver la publicidad. *Cuadernos de Pedagogía*, 297, 65-68.

Gonzalez Lucini, F. (1993): *Temas transversales y educación en valores*. Madrid: Alauda.

Grupo Consumo y Escuela (1999): El desafío de la publicidad. *Cuadernos de Pedagogía*, 278, 17-20.

López, C.; García Cuadra, A.; Migallón, P.; Pérez, A.M.; Ruiz, C.; Vázquez, C. (1999): *Nutrición saludable y prevención de los trastornos alimentarios*. Madrid: CIDE/ MEC.

Mosella, M.C. (2000): *La publicidad del tabaco y los adolescentes*. Bruselas: Unión Internacional contra el Cáncer.

13. HISTÓRIA DA QUÍMICA EM MANUAIS DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA: LAVOISIER E A CONSERVAÇÃO DA MASSA

Maria de Fátima Paixão

13.1. Introdução

Ninguém duvida que a sociedade em que vivemos, na esfera do que designamos de desenvolvida, está impregnada de ciência e de tecnologia. O século XXI acelerou ainda mais o ritmo vertiginoso do uso da tecnociência e, portanto, acentuará ainda mais a diferença entre os cientificamente cultos e incultos, entre aqueles que podem fazer um uso adequado e esclarecido da ciência e dos seus produtos, ao mesmo tempo que podem participar de forma esclarecida nas decisões que implicam ciência e tecnologia (e são muitas!) e aqueles que se afastam cada vez mais dessa possibilidade (Hurd, 1994). Nem a escola nem os manuais são os únicos, mas são ainda um espaço e um meio com grande responsabilidade na obtenção de saber científico e na construção das imagens de ciência que os cidadãos apresentam (Irwin, 1996). Desse saber e dessas imagens depende a relação que os cidadãos podem/conseguem estabelecer com a sociedade e com a natureza. Em particular para aqueles que não seguirão carreiras profissionais centradas na ciência e na tecnologia, estes saberes e estas imagens têm que se tornar úteis e interessantes.

Os conceitos científicos, se apresentados (ensinados e aprendidos) num contexto de aparente neutralidade, sem ligações com os seus dinâmicos processos de construção e sem relação com as suas controversas implicações sociais e tecnológicas, não servem os propósitos da literacia científica desejável para a construção de uma cidadania mais responsável, crítica, activa e culta. Como referem alguns autores (Cachapuz et al., 2000; Paixão & Cachapuz, 2000; Martins, 2002) o ensino das ciências tem de deixar a sua lógica de instrução científica de cariz internalista e passar a uma lógica de educação científica orientada para uma visão externalista e racionalista da ciência.

A história da ciência pode desempenhar um papel relevante na compreensão dos aspectos que referimos, e que se prendem com a compreensão da natureza da ciência e dos processos de construção do conhecimento científico (Esteban, 2001), bem como da relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. É nesta ordem de ideias que se apoia a defesa do contexto da descoberta e não apenas do contexto da justificação como perspectivas de abordagem de temáticas científicas relevantes nos manuais escolares, em particular no que respeita ao ensino básico e obrigatório.

A história da ciência desejável não é uma narrativa de feitos heróicos, isenta de conturbações e de polémicas, aproblemática e aparentemente neutra, sem ligação com as grandes questões políticas, económicas ou

éticas, acumulando situações de êxito, em que um único homem em momento bem definido, é responsável por uma descoberta científica pacificamente aceite pela comunidade científica (Níaz & Rodríguez, 2000; Vázquez Alonso & Manassero Más, 1999).

Há temáticas que, tratadas no contexto da história da ciência, oferecem excelentes oportunidades para a compreensão da natureza da ciência, da sua construção e das suas múltiplas inter-relações. A conservação da massa é um desses temas fortes em que muitos ingredientes se juntam. É um tema pré-requisito para a progressão na totalidade dos estudos subsequentes em química. Do ponto de vista científico, a compreensão do princípio da conservação da massa, bem como o conhecimento da teoria geral das reacções químicas, são imprescindíveis para a compreensão de toda a estrutura da Química, como ciência das propriedades e transformações das substâncias. Do ponto de vista epistemológico, o estudo da controvérsia que acompanhou a interpretação de umas das mais vulgares, mas também das mais importantes, transformações químicas, a combustão, e o estabelecimento de uma teoria geral para as reacções químicas, em que o princípio da conservação da massa que guiou Lavoisier no estabelecimento da sua teoria se transformou em lei empírica, não pode ser subestimado. Reconhece-se, em particular, o valor histórico-cultural da temática pela correspondência a um período da História da Humanidade e da História da Ciência forte de implicações económicas, sociais, políticas, científicas. Após a comemoração dos 200 anos da morte de Lavoisier, a literatura disponível sobre este período da História da Química tem vindo a aumentar, em quantidade e qualidade (indicamos, por exemplo, Bensaude-Vincent & Martin, 1993; Serres, 1989; ... e ainda edições *fac-similae* do *Traité Élémentaire de Chimie*).

Deste modo, pretende-se conduzir um estudo que possa contribuir para uma melhor compreensão da imagem da ciência passada pelos manuais escolares ao nível da escolaridade obrigatória. O objectivo da comunicação é apresentar e discutir o modelo do instrumento de análise construído e em fase de validação. A temática eleita foi, pelos motivos apresentados, a conservação da massa.

13.2. Metodologia

A primeira fase do estudo incluiu a construção e validação de um instrumento de análise. Numa segunda fase o estudo será desenvolvido, em paralelo, sobre manuais escolares portugueses do 8º ano da Escolaridade Básica e sobre manuais escolares espanhóis da Enseñanza Secundária Obligatoria usando o mesmo instrumento de análise comum. Numa terceira fase pretendemos comparar os resultados obtidos em cada um dos estudos parcelares com vista a estabelecer pontos de ligação entre as duas realidades educativas, portuguesa e espanhola, sendo parceira nesta fase do estudo Soledad Esteban da UNED de Madrid.

A escolha dos manuais recaiu sobre alguns dos mais amplamente seleccionados em cada um dos dois países.

Trata-se de um estudo centrado na análise de conteúdo dos manuais escolares: conteúdo das imagens e dos textos, na procura de indicadores

relevantes que atestem a presença ou ausência das categorias e sub-categorias definidas com base no quadro teórico que desenvolvemos.

O instrumento de análise comum que foi construído, e tem vindo a ser utilizado, em Portugal e em Espanha, integra duas principais categorias:

A - Abordagem dos conceitos e processo da ciência

B - Consideração da história da ciência (incluindo aspectos da natureza da ciência e das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS).

Especificam-se alguns indicadores que são guias na análise dos manuais e que conferirão aos dois estudos paralelos maior validade interna.

13.3. Desenvolvimento do tema

No desenvolvimento do tema apresentaremos a justificação da pertinência do assunto escolhido e ainda o instrumento de análise construído, apresentando as categorias, sub-categorias e o conjunto de indicadores que as especificam. Dá-se ainda conta de alguns aspectos de análise já efectuada.

A selecção do tema justifica-se pela sua importância no contexto CTS actual e previsivelmente futuro - domínios industriais, sociais etc., em particular das reacções de combustão e do conceito de conservação da massa: fogos florestais, incineradoras e reciclagem, centrais térmicas, etc.-, assuntos que dominam o interesse público e sobre os quais os cidadãos devem construir opiniões fundamentadas e críticas para uma intervenção activa.

Trata-se de um assunto que foi motivador de ampla controvérsia, ao seu tempo, com o estatuto de "revolução", como o próprio Lavoisier o apelidou. Assistiu-se à substituição de uma teoria por outra, ao destronamento de um modo de pensar e de um corpo teórico por outro mais poderoso e de mais amplo espectro interpretativo e previsivo. Abundam os ingredientes históricos e epistemológicos que podem ajudar a criar imagens mais consistentes sobre ciência, controvérsia científica, comunidade científica, discussões na comunidade científica, dificuldade em fazer passar "novas" teorias, tecnologia aliada com a ciência, papel dos correspondentes, das publicações e da comunicação de resultados, implicações sociais, económicas e políticas que tal período veio a desencadear..., enfim, as influências do período conturbado da Revolução Francesa, no desenvolvimento do estatuto da Química como ciência moderna. A "lei da conservação da massa" é considerada geralmente, por professores e alunos, muito simples e facilmente compreensível, porque não tem um grande aparato matemático à sua volta e porque a sua definição é facilmente memorizável. Por tanto, a sua utilização não se analisa e supõe-se correcta em qualquer problema químico. Contudo, a sua aplicação supõe uma compreensão simultânea de muitos outros conceitos fundamentais, como substância, matéria, massa, volume, densidade... Relativamente à combustão, onde a transformação sofrida pela matéria é muito maior, admite-se com mais facilidade o desaparecimento de matéria. Concepções Alternativas relativamente a estes assuntos foram identificadas.

No que diz respeito à construção do instrumento de análise especificaram-se indicadores que melhor poderiam traduzir as categorias e sub-categorias definidas em seguida:

A primeira categoria - Abordagem dos conceitos e processo da ciência - foi subdividida em cinco sub-categorias.

A - Abordagem dos conceitos e processos da ciência

1.1. Enunciado do princípio da conservação da massa (Lei (empirismo)/ Princípio (racionalismo) e de que modo é apresentado o enunciado de Lavoisier)

1.2. Abordagem dos conceitos de forma problematizadora / aproblemática

1.3. Referência à existência de Concepções Alternativas identificadas

1.4. Actividades experimentais problemáticas / aproblemáticas (combustões, gases / precipitações...)

1.5. Uma situação experimental / diferentes situações experimentais (explicitado o critério de selecção)

A segunda categoria - Consideração da história da ciência - com vista a obter uma imagem mais detalhada da história da química e das inter-relações CTS passadas nos manuais analisados, subdivide-se em cinco sub-categorias.

B - Apresentação da História da Ciência

2.1. Modo de Integração

2.1.1. Ausente

2.1.2. Integrada no texto (central na apresentação do tópico / escassa)

2.1.3. Suplementar (sobressai do texto / lateral / como apêndice)

2.2. Forma de integração

2.2.1. Texto/ imagens com legenda / texto e imagens

2.3. Imagem da construção da ciência e da produção do conhecimento científico

2.3.1. Questiona a objectividade e considera o contexto social, cultural, político no qual o conhecimento foi produzido

2.3.2. Enfatiza a falibilidade e "característica humana" da produção do conhecimento

2.3.3. Considera o papel do erro e a falibilidade da ciência

2.3.4. Apresenta a inevitável progressão da ciência e a competição de teorias rivais

2.3.5. Considera o contexto da descoberta / Mostra uma visão fragmentada da descoberta

2.4. Natureza da Ciência

2.4.1. Evidencia a relação teoria - observação - experimentação

2.4.2. Considera a mudança de teoria como mudança de paradigma - competição de teorias rivais

2.4.3. Admite a falibilidade da ciência / Toma o conhecimento científico como irrefutável e imutável corpo de conhecimentos

2.5. Relações CTS

2.5.1. Evidencia uma perspectiva humana da ciência - Mostra a Ciência como empreendimento colectivo / Ciência individual

2.5.1.1. Apresenta retratos de cientistas (isolados / em acção)

2.5.1.2. Mostra uma visão do cientista como figura heróica (só sucessos)/ humana (sucessos e fracassos)

2.5.1.2. Apresenta o contributo de muitos cientistas - referencia antecedentes

2.5.1.3. Apresenta o papel da comunidade científica - apoiantes/ adversários / disputa científica / papel das academias / publicações

2.5.2. Realça a importância das circunstâncias e o contexto da época

2.5.2.1. Clarifica a interdependência da ciência com a tecnologia e a sociedade

2.5.2.2. Refere o papel da tecnologia - referência a instrumentos e técnicas (laboratório, balança...)

2.5.3. Realça o valor da descoberta e suas implicações

2.5.3.1. Evidencia implicações da teoria do oxigénio (explicação das combustões, pesos e medidas, nomenclatura da química...)

2.5.3.2. Releva as circunstâncias envolventes da mudança

Com o instrumento de referência apresentado se iniciou já a análise de manuais escolares.

13.4. Conclusões

A primeira fase está concluída e o instrumento de análise tem-se vindo a mostrar adequado aos objectivos do estudo, permitindo a consideração de múltiplos aspectos e a detecção das ausências. Contudo, não é ainda intenção desta comunicação apresentar resultados detalhados da análise dos manuais mas, em particular como apontado nos objectivos, apresentar o instrumento de análise e discutir a pertinência da sua adequabilidade ao estudo de análise de manuais escolares.

Podemos, contudo, e de modo global no que se refere a análise prévia já efectuada sobre os manuais portugueses, referir que a história da ciência não está ausente mas que é extremamente reduzida e apresentada numa perspectiva muito pobre, afastada do quadro teórico considerado desejável. É uma história da ciência marginal à ciência a que corresponde, principalmente com um papel ilustrativo, pondo em relevo a figura de Lavoisier, mas afastada do contexto epocal, das controvérsias e da

consideração das múltiplas inter-relações que contribuíram para o desenvolvimento da ciência.

13.5. Referências bibliográficas

Cachapuz, A.F. (org) (2000). *Perspectivas de Ensino. Textos de apoio*. Porto: Centro de Estudos em Educação em Ciência.

Esteban, S. (2001). *Role of the History of Chemistry in Science Education*. ECRICE. CD-ROM-Proceedings: University of Aveiro.

Hurd, P. H. (1994). New minds for a new age: prologue to modernizing the science curriculum. *Science Education*, 78(1), 103-116.

Irwin, A. (1996). A survey of the historical aspects of science in school textbooks. *School Science Review*, 78(282), 101-107.

Martins, I.P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 1(1).

Níaz, M. & Rodríguez, M.A. (2000). Teaching Chemistry as a rhetoric of conclusions or heuristic principles – A history and philosophy of science perspective. *Chemistry Education: Reserach and Prcatice in Europe*. 1(3), 315-322.

Paixão, M.F. & Cachapuz, A.F. (2000). Mass conservation in chemical reactions: the development of an innovative teaching strategy based on the History and Philosophy of Science. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 1(2), 201-215.

Vázquez, A. & Manassero, M.A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 377-395.

14. LAS BEBIDAS: MATERIALES DIDÁCTICOS CON ENFOQUE CTS

A. Blanco, C. Uruga, J.A. Barea, L.F. Garrido, F.J. Guijarro, M.C. Guijarro, R. Pozas y J.A. Piano

Grupo QUIMESCA (Centro de Profesorado de Málaga)

14.1. Introducción

El Grupo de trabajo Quimesca (Química-Escuela-Casa), adscrito al Centro de Profesorado de Málaga, se dedica desde hace varios años a la elaboración de materiales didácticos sobre las bebidas, como centro de interés para tratar objetivos y contenidos de las Ciencias de la Naturaleza en la ESO con un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) (Blanco et al., 2001). Además, el grupo escribe artículos de divulgación y participa en Jornadas, Seminarios y Congresos sobre Química y Vida Cotidiana y sobre las relaciones CTS (Garrido et al., en prensa). Una descripción más pormenorizada de los objetivos y de las actividades del grupo puede consultarse en <http://es.geocities.com/quimesca>.

Hemos elegido el tema de las bebidas porque constituyen un conjunto de productos cotidianos de gran incidencia en nuestra vida y, especialmente en la de los adolescentes por su relación con las bebidas alcohólicas. Utilizando estos productos es posible abordar en las clases muchos conocimientos de química y, a su vez, aspectos relacionados con la salud, la tecnología, el consumo, las relaciones sociales... Consideramos que la enseñanza de las ciencias en general, y de la química en particular, en la Educación Secundaria debe estar conectada con las experiencias y vivencias cotidianas de los alumnos (Blanco, Trujillo y Uruga, 1993). Se trata, en suma, de un contexto excelente para relacionar la química con la vida cotidiana y, a la vez, para tratar aspectos relevantes de algunas materias transversales incluidas en el currículum.

14.2. Elaboración de materiales didácticos

El objetivo central de nuestro trabajo es la elaboración de materiales didácticos para el profesor y para el aula. Estos materiales, a los que hemos denominado *Cuadernos Didácticos*, versan sobre:

- ζ Café, té y chocolate
- ζ El alcohol y las bebidas alcohólicas
- ζ Refrescos, zumos y licores sin alcohol
- ζ El agua

Los *Cuadernos Didácticos* tratan algunos aspectos de las distintas vertientes que consideramos relevantes en este tema: tipos de bebidas (alcohólicas y no alcohólicas), elaboración y fabricación, su influencia en el organismo, bebidas y relaciones sociales y bebidas y publicidad. De cada

uno de los cuatro grupos de bebidas se elaboran un cuaderno del profesor y un cuaderno de actividades.

El *Cuaderno del Profesor* contiene una serie de informaciones y un guión didáctico para llevar a la práctica el cuaderno de actividades.

La información hace referencia, de modo sintético, a contenidos de distinta índole que le permita al profesor conocer los aspectos más destacados, desde nuestro punto de vista, de forma cómoda y rápida. Por ejemplo, en el cuaderno didáctico sobre "Café, té y chocolate" (Uraga et al., 2001a), esta información abarca los siguientes puntos: breve historia, aspectos técnicos, aspectos químicos, preparación de la bebida, legislación, bibliografía e Internet.

El guión didáctico pretende ayudar al profesor a trabajar en clase distintos aspectos del tema. Para ello se le ofrecen: objetivos, ideas clave, estrategias didácticas, información sobre materiales y recursos necesarios, comentarios sobre las actividades propuestas y sus relaciones con el currículum.

El *Cuaderno de Actividades* dirigido a los alumnos contiene un conjunto de actividades de diferentes tipos: experimentales, de búsqueda e interpretación de información, de lectura y debate, etc., preparadas para ser desarrolladas en clase.

14.3. Actividades de enseñanza sobre el Café, Té y Chocolate.

El primero de los Cuadernos de Actividades publicados versa sobre el Café, Té y Chocolate (Uraga et al.; 2001b). Partiendo del estudio de estos productos pretendemos que los alumnos:

- Aprendan y reflexionen sobre algunas cuestiones relacionadas con estas bebidas.
- Apliquen conocimientos de química trabajando con estos productos.
- Reconozcan que estos conocimientos son útiles para mejorar nuestros hábitos de alimentación y de consumo y, en general, nuestra salud.
- Tomen conciencia de que la química forma parte de nuestra vida diaria.

El Cuaderno se estructura en una serie de apartados con cierta independencia entre sí, de forma que cada uno de ellos pueda ser tratado por los profesores cuando lo estimen oportuno. También se pueden utilizar algunos de ellos o todos los apartados como una unidad didáctica completa. Los apartados se denominan:

- ζ Sustancias excitantes
- ζ Composición del chocolate
- ζ En las moléculas encontramos la explicación
- ζ Diferencias entre medicina y droga
- ζ Los prospectos de los medicamentos
- ζ Aplicamos conocimientos de química
- ζ Infusiones y suspensiones

- ζ Métodos de separación de los componentes de las mezclas
- ζ Vamos a hacer números: cálculos con las concentraciones
- ζ ¡Vamos al laboratorio!
- ζ Asuntos de moléculas
- ζ Pequeños recolectores de cacao
- ζ Valoración final

En las páginas siguientes presentamos, como ejemplos, algunas de las actividades planteadas a los alumnos, relativas a los apartados *Sustancias excitantes* y *Pequeños recolectores de cacao*, del *Cuaderno de Actividades*. Añadimos también algunos de los comentarios que aparecen en el Guión didáctico del *Cuaderno del Profesor*.

Sustancias excitantes

Dentro de este apartado, se propone una reflexión sobre las denominadas "bebidas energéticas". Para ello, se presenta a los alumnos la siguiente actividad:

Actividad 8.- Seguro que has oído hablar de las bebidas energéticas (tipo Redbull®)

A. Lee detenidamente la etiqueta de una cualquiera de esas bebidas y anota su composición.

B. ¿Cuál crees que es la verdadera razón por la que el fabricante de este tipo de bebidas la anuncia como "energética"?

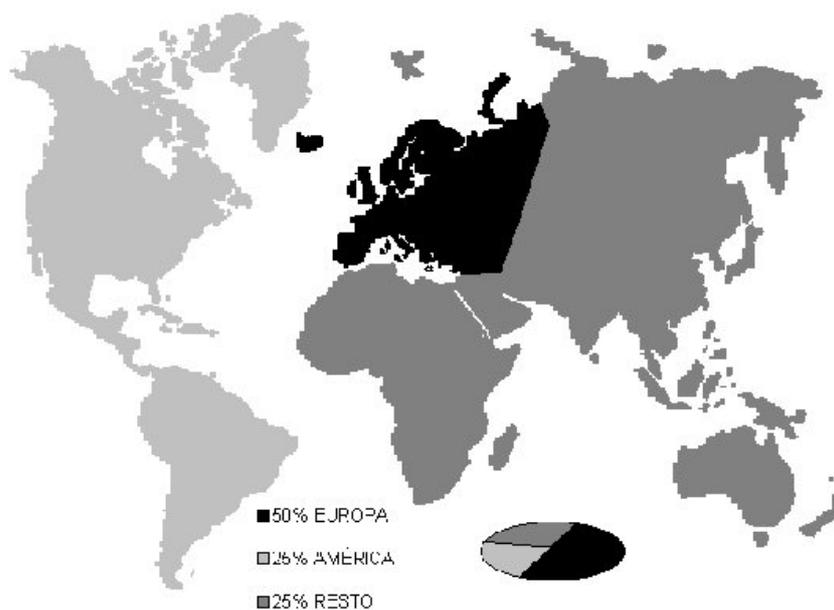
Pretendemos que los alumnos comprendan el uso incorrecto por parte de la publicidad de términos como "energético". Desde el punto de vista biológico y nutricional, un alimento es energético cuando entran a formar parte de su composición fundamentalmente glúcidos o hidratos de carbono y lípidos. Es evidente que el fabricante (o el publicista) considera los efectos de la cafeína (reducción de la sensación de cansancio muscular, excitación nerviosa, etc.) como una demostración de que la bebida es "energética" ("te da alas", "revitaliza cuerpo y mente") y de que los consumidores así lo perciben. Sin embargo, a la vista de la lectura de la etiqueta y de lo que se ha comentado en las actividades anteriores, los alumnos deben darse cuenta de la inexactitud de la publicidad.

En el guión didáctico del Cuaderno del Profesor se ofrece la información que aparece en la etiqueta de la bebida Redbull®. El contenido en cafeína (0'03%) equivale aproximadamente a unos 70-75 mg de cafeína (30 mg/100 ml). Según explican otras marcas de bebidas similares, este es el contenido medio de una taza de café. Si comparamos estos valores con los de una bebida como la CocaCola® (clásica), resulta que el contenido en cafeína para un volumen similar es de unos 45 mg, por lo que es bastante evidente el efecto que una bebida tipo Redbull® puede producir en el organismo.

Sería interesante que después de la actividad, el profesor propusiera a los alumnos la elaboración de un eslogan más a tono con la realidad para esa bebida.

Pequeños recolectores de cacao

Con este apartado pretendemos que los alumnos tomen conciencia de la situación privilegiada en la que se encuentran por vivir en el llamado "Primer Mundo" y sensibilizarlos sobre la situación de la infancia en muchos de los países del denominado "Tercer Mundo". La idea de tratar este tema surgió a partir de las informaciones de prensa relacionadas con el barco "Etireno" que durante varios días del mes de abril de 2001 fue objeto de atención en todos los medios de comunicación como supuesto transporte de niños esclavos, y que permitió airear el caso de este mercado de esclavos que trabajan en las plantaciones de café y cacao de varios países del Golfo de Guinea.



Para situar a los alumnos en el tema se les propone las siguientes actividades:

Actividad 45.- Investiga, consultando atlas y libros de geografía, en qué países se cultiva el cacao y rellena la siguiente tabla, ordenando los datos de producción de mayor a menor.

País	Toneladas	% del total

Actividad 46.- Localiza en un mapamundi los países productores de cacao.

Actividad 47.- Compara tus datos de la tabla anterior con el siguiente mapamundi en el que se representa el porcentaje de consumo de cacao (materia prima del chocolate). ¿Qué conclusiones puedes sacar?

Tienen como finalidad que los alumnos reconozcan la diferencia entre los países que producen la materia prima (cacao) y los países que consumen el producto elaborado (chocolate). Se pueden hacer también comentarios acerca de la explotación de recursos de los países pobres por parte de los países ricos y del valor añadido de los productos elaborados. En el guión didáctico se recogen los datos que los alumnos deben recopilar para la actividad 45 y cómo quedará el mapamundi de la actividad 46.

A continuación se propone las lecturas y elaboración de conclusiones sobre las noticias del periódico antes citadas (Actividades 48 y 49) y que las contraste con la información aparecida en un folleto divulgativo de una conocida marca de chocolate (Actividad 49) en la que ésta pone especial hincapié en la forma de obtener las materias primas. Pretendemos que, tras la realización de estas actividades, los alumnos lleguen a las siguientes conclusiones:

- Existen graves desigualdades entre países ricos y países pobres.
- Hay millones de niños en edad escolar que no pueden formarse en las escuelas porque tienen que trabajar.
- En los países ricos se consumen productos elaborados con materias primas procedentes de países pobres en los que se utiliza mano de obra en condiciones de explotación.

Finalmente, se propone la siguiente pregunta para involucrar a los alumnos en la búsqueda de soluciones: ¿Cómo se puede tomar conciencia en el Primer Mundo de estas circunstancias y qué tipo de medidas habría que adoptar?

14.4. Referencias bibliográficas

Blanco, A.; Trujillo, J. y Uraga, C. (1993). *La química de los productos cotidianos en la ESO*. Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona 13 a 16 de Septiembre.

Blanco, A. et al. (2001). *Materiales didácticos para un enfoque CTS: Las bebidas*. Comunicación presentada en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona 12 a 15 de Septiembre.

Garrido et al. (en prensa). Formación en grupos de trabajo. La Experiencia del grupo Quimesca. *Educare, Revista da Escola Superior de Educação de Castelo Branco*. Portugal.

Uraga, C. et al. (2001a). *Las bebidas. Café, té y chocolate. Cuaderno del Profesor*. Málaga. Los autores.

Uraga, C. et al. (2001b). *Las bebidas. Café, té y chocolate. Cuaderno de Actividades*. Málaga. Los autores.

15. EXPERIMENTACION Y ADAPTACIÓN DEL PROYECTO QUIMICA SALTERS EN ARGENTINA: UNA INVESTIGACION EN CONTEXTO CTS EN CURSOS DE QUIMICA DE NIVEL MEDIO

Alejandro Drewes, Lucía Iuliani y Aureli Caamaño

15.1. Introducción

Se presentan resultados preliminares de un plan de trabajo (octubre 2001 - diciembre 2003) centrado en la investigación de las posibilidades de aplicación del Proyecto Química SALTERS, en su versión española adaptada, de cara a la reformulación de las prácticas tradicionales de los profesores de Química y asignaturas afines (Físico - Química, Física), y la superación de su correlato de visiones empiristas y descontextualizadas de la enseñanza del currículum disciplinar, descritas en otros trabajos de los autores (Drewes, Iuliani, 2003). El trabajo es parte del desarrollo de la etapa de transferencia de un Proyecto institucional de la Universidad Nacional de General San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina, en el marco de una convocatoria del Programa de Promoción de Calidad de la Educación Superior del Ministerio de Educación de la República Argentina (Drewes, Iuliani, 2001), en colaboración con el profesor Aureli Caamaño, del equipo español de adaptación del Proyecto Química Salters (Caamaño, Gómez, Gutiérrez Julián, Llopis, Martín-Díaz, 2001), a partir de un Seminario CTS preliminar que tuvo lugar en la UNSAM, Buenos Aires (julio 2001), y con el permiso del Grupo Salters de la Universidad de York (Burton, Holman, Pilling, Waddington, 1995), y de los coordinadores y autores del proyecto español adaptado (Grupo Salters, 2000).

Los objetivos de aplicación del presente programa de experimentación del Proyecto SALTERS en el sistema educativo argentino (PBA y CBA) pretenden:

1. Evaluar la aplicabilidad del Proyecto SALTERS en dos subsistemas educativos con currícula de Química diferenciados (Provincia de Buenos Aires: nivel Polimodal y Ciudad de Buenos Aires: Bachillerato).
2. Determinar evidencias de cambio conceptual y metodológico en docentes y alumnos de Química y asignaturas relacionadas, mediado por el desarrollo de actividades en contexto CTS apoyadas en el formato didáctico del Proyecto SALTERS.

15.2. Desarrollo del tema

El grupo de profesores de Química y Físico - Química participantes¹ ha rediseñado sus planificaciones en los cursos indicados de acuerdo a la elección de módulos recogida en el cuadro 2.

¹ Grupo de trabajo integrado por los profesores: Cecilia Candurra, Jorge Casen, Lidia Contini, Ricardo Cressa, Ana González, Claudia Martínez y Sylvia Roberts.

CURSO/ NIVEL	MODULO	TRIMESTRE
Trayecto Técnico Profesional 1° Polimodal (15- 16 años)	M2 (Combustibles)	1°/2°
Química 4° Bachillerato (16- 17 años)	M1 (Elementos Químicos)	1°/2°
Química 5° Bachillerato (17-18 años)	M5 (La Revolución de los Polímeros)	3°
Química Orgánica y Biología 1°/ 2° Polimodal (15/ 17 años) Orientación: Bienes y Servicios	M2 (Combustibles)	1°
Metalurgia 5° Bachillerato	M2 (Combustibles)	1°
Química 1° Polimodal	M1 (Elementos Químicos)	1°/2°
Físico - Química 1° Polimodal	M1 (Elementos Químicos)	1°/2°

Cuadro 2.- Elección de Módulos.

15.3. Metodología

Basada en estrategias de apoyo tutorial de los Directores del Programa (LI y AD) a un grupo de profesores/as de Química y Físico - Química de Provincia de Buenos Aires, PBA (currículo afectado a la Reforma) y de Ciudad de Buenos Aires, CBA (currículo no afectado a la Reforma). Los mismos eligieron voluntariamente participar del Programa, y se acordó un plan de trabajo con las siguientes etapas:

Etapas 1 (octubre - diciembre 2001)

- Selección del grupo de profesores de Química y asignaturas afines (Provincia de Buenos Aires: nivel Polimodal; Ciudad de Buenos Aires: Bachillerato), a cargo de los grupos escolares participantes del Proyecto. Dichos profesores se han formado en su mayoría en la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias de la UNSAM, lo que les otorga un sólido conocimiento de las metodologías CTS.

- Reuniones organizativas entre los Directores del Programa de Evaluación del Proyecto SALTERS y los profesores participantes, para acordar pautas generales del plan de trabajo.

Etapas 2 (febrero - marzo 2002)

- Reformulación de planificaciones trimestrales y anuales (año lectivo 2002) en contexto CTS por parte de los profesores participantes, con actividades tomadas/ adaptadas de los módulos elegidos del Proyecto SALTERS.

- Consultorías, coordinadas por los Directores del Programa, destinadas a reorientaciones y eventuales reajustes de las planificaciones contextualizadas.

Etapas 3: (abril - diciembre 2002)

- Aplicación y evaluación de actividades planificadas en contexto CTS por los profesores a cargo de los grupos escolares participantes.

- Elaboración por los profesores a cargo de los grupos asignados al Programa, de informes trimestrales de evaluación de actividades, según pautas sugeridas por los Directores.

Etapas 4: (diciembre 2002 - marzo 2003)

- Evaluación final de resultados de aplicación de actividades del Proyecto SALTERS a espacios curriculares y asignaturas de Química en los diferentes subsistemas educativos

- Elaboración de informe final/ documento de conclusiones de evaluación del Programa, y de recomendaciones pedagógicas orientadas a reformular las prácticas tradicionales de Química y asignaturas afines.

Actualmente, al cierre de la Etapa 2, la mayoría de los profesores participantes ha elegido actividades CTS tomadas/ adaptadas de diferentes Módulos SALTERS, a incorporar a las planificaciones trimestrales/ anuales de Química, Física-Química, etc., en los niveles Polimodal y Bachillerato. Dicho trabajo está siendo supervisado por los Directores del Programa (observaciones participantes), con reajustes en los casos que lo requieren. Por otra parte, se han diseñado *pautas de evaluación* de contenidos de los Módulos SALTERS, a fin de facilitar el trabajo docente de análisis de resultados de aplicación. Los profesores realizan la evaluación de los Módulos de acuerdo a criterios empleados en la adaptación del Proyecto original británico a la currícula de Química Bachillerato en España, condensados en la Parrilla de Evaluación (ver tabla 4), que valora los siguientes aspectos en la adaptación de los Módulos elegidos a diferentes unidades didácticas:

1. *Nivel educativo de aplicación (PBA: Polimodal, CBA: Bachillerato, etc.)*
2. *Año y edad promedio del/ los grupos de trabajo*
3. *Espacios curriculares o asignaturas de Química de aplicación*
4. *Unidades de cada programa o unidades didácticas de aplicación*

La parrilla de evaluación se complementa con un formulario anexo de justificación de las puntuaciones otorgadas a cada ítem, y de registro de las dificultades halladas en el trabajo de adaptación. Junto con los objetivos generales y específicos correspondientes a la planificación docente de las unidades didácticas a las cuales se han de adaptar los Módulos del Proyecto SALTERS, se propone la evaluación trimestral de diferentes aspectos de los procesos de aprendizaje, recogidos en la Planilla de Evaluación y Ajuste (ver Tabla 5). Para ambos instrumentos se proponen puntuaciones a cada ítem según consistencia observada del material didáctico español con las propuestas y objetivos curriculares locales, en una escala de 1 a 10: 1 a 4: regular; 5 a 7: buena; 8 a 10: muy buena.

ÍTEM EVALUADO	CONSISTENCIA CON PROPUESTAS Y OBJETIVOS CURRICULARES LOCALES (PBA) O PROGRAMAS/ PEI (CBA)		
	Regular (1 a 4)	Buena (5 a 7)	Muy buena (8 a 10)
Contenidos conceptuales del Módulo N°			
Contenidos procedimentales del Módulo N°			
Contenidos actitudinales del Módulo N°			
Organización del/ los Módulos			
Valoración de las lecturas			
Valoración de las actividades propuestas			
Fundamentación didáctica			
Objetivos de aprendizaje			
Otros			

Tabla 4.- Parrilla de evaluación.

ÍTEM EVALUADO	Puntaje	Puntaje	Puntaje	Observaciones
	1° T	2° T	3° T	
Carga horaria insumida por la/s unidad/es CTS				
Relación tiempo/ actividades CTS				
Nivel de comprensión de la lectura Química - Sociedad				
Valoración de los ejercicios				
Valoración de los problemas (Sección Conceptos químicos)				
Secuenciación de contenidos				
Facilidad de lectura / comprensión por los alumnos				

Tabla 5.- Planilla de evaluación y ajuste.

15.4. Conclusiones

a) Las actividades propuestas deben adaptarse/ modificarse, a causa de la baja carga horaria establecida para las asignaturas (espacios

curriculares) de Química/ Física, en el caso de profesores en el ámbito de PBA (período 1995-2001), a partir de la Reforma.

b) La valoración de contenidos conceptuales presentada es adecuada (de buena a muy buena, según indicadores de la Grilla I).

c) Con la excepción de aquellas centradas en contenidos de estructura atómica, las actividades de lectura y trabajo sobre textos son acordes con el nivel de preparación de los alumnos, tanto en grupos de PBA como de CBA.

d) La secuenciación general, con series de actividades experimentales y problemas a continuación de los contenidos disciplinares, no facilita la tarea docente, de cara a enfocar actividades en contexto CTS.

e) Algunas actividades experimentales deberían tener un formato más flexible, en cuanto a los materiales e instrumental requeridos. De otra forma, esto hace muy limitativa su aplicación en instituciones educativas con escasos recursos.

El Programa de experimentación del Proyecto Química SALTERS en su adaptación al sistema educativo argentino muestra puntos fuertes (a, b y c) a criterio de los profesores de Química, a validar en función de los resultados de los primeros informes trimestrales (junio 2002) sobre sus grupos de trabajo, aunque requiere flexibilización en cuanto a la secuenciación propuesta de contenidos teóricos y trabajos prácticos, y redistribuciones horarias para su aplicación integral eficaz.

15.5. Referencias bibliográficas

Burton, W.G., Holman, J.S., Pilling, G.M., Waddington, D.J. (1995). *Advanced Chemistry Salters*. Oxford: Heinemann.

Caamaño, A., Gómez, M.A., Gutiérrez, M.S., Llopis, R. y Martín-Díaz, M.J. (2001). Proyecto Química Salters: un enfoque CTS para la Química del Bachillerato. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 179-192). Madrid: Narcea.

Drewes, A. y Iuliani, L. (2001). Proyecto: Química, Física y Medio Ambiente: un Proyecto basado en el enfoque CTS para la Formación del Profesorado de Química en el Nivel de Educación Superior. Centro de investigación receptor: Universitat Autònoma de Barcelona, España, período: febrero/ marzo 2001, Profesora Pasante: Lucía Iuliani). Buenos Aires: Ministerio de Educación de la República Argentina, *Programa de Promoción de la Calidad de la Educación Superior, Capacitación Docente para el Fortalecimiento de Disciplinas Núcleo en las Universidades Nacionales*. www.ses.me.gov.ar, sitio "Calidad"

Drewes, A. M. e Iuliani, L. (2003). Educación ambiental CTS y enseñanza de la Química. Estudio de caso en los profesorados español y argentino. En J. Herkovits (Ed.) *Toxicología y Química Ambiental. Contribuciones para un desarrollo sustentable*. Cap. 10: Educación (pp. 305-307). Buenos Aires: SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry Press).

Grupo SALTERS (2000). *Química Salters* (versión experimental). Madrid: Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE). *Química Salters*

(Bachillerato)alters. BachiGeneralitat Valenciana, Consellería de Cultura i Educació: *Química Salters (Batxillerat)* . Materials de treball. Generalitat de Catalunya, Departament d' Ensenyament.

16. Interrelações CTS e aprendizagens significativas em química: Recursos para uma intervenção

M. Laura Matos, M. Arminda Pedrosa y José Manuel Canavarro

16.1. Introdução

Investigação em didáctica das ciências evidencia a existência de problemas na educação científica: os alunos aprendem cada vez menos e interessam-se pouco pelo que aprendem (Pozo & Gómez-Crespo, 2001). Não aprendem as ciências que se ensinam, ou que se tem intenção de ensinar, apresentando dificuldades e detectando-se problemas de aprendizagem ao nível de concepções, de procedimentos e de atitudes.

De acordo com Canavarro (1999), a imagem pública da ciência, em Portugal bem como na maior parte dos países, é fraca e socialmente mal distribuída. Numa investigação realizada em Portugal, em 1997, partindo de uma amostra de 500 estudantes com menos de 20 anos, a frequentar pela primeira vez o 1º ano do ensino superior, identificaram-se e caracterizaram-se concepções de ciência, relacionando-as com actividades escolares e não escolares (Canavarro, 2000). Neste estudo, identificaram-se e caracterizaram-se concepções *adequadas e ingénuas* de ciências. As primeiras manifestaram-se sobretudo em estudantes oriundos de níveis sócio-económicos alto ou médio-alto, de meio urbano. As segundas predominaram em estudantes oriundos de níveis sócio-económicos baixo ou médio-baixo, de meio rural. Baseando-se nos resultados, o autor destaca que para os estudantes envolvidos neste estudo:

- as concepções de ciências não são significativamente influenciadas pela frequência, durante três anos (ensino secundário), de disciplinas de ciências;
- o que mais terá contribuído para concepções mais adequadas de ciência terá sido o recurso a meios informais não-escolares, como leitura de revistas de divulgação científica e tecnológica ou visita a Museus de Ciência e de Tecnologia.

Estes resultados têm necessariamente implicações, designadamente no questionar do papel da escola, em geral, do ensino das ciências, em particular, na construção de imagens públicas destas áreas de conhecimento, que parecem longe de níveis desejáveis de literacia científica.

Estas deveriam constituir razões de preocupação de governantes e de profissionais com responsabilidades nos sistemas educativos, que deveriam traduzir-se no repensar do que se ensina e como se ensina e a agir em conformidade. Assim, não só se devem conceber e adoptar novos métodos, mas também, e sobretudo, repensar e reformular metas para a educação científica, procurando desenvolver uma cultura educativa inovadora que se

enraíze em paradigmas construtivistas, cuja ideia essencial reside no reconhecimento da importância, e conseqüente valorização, da participação e envolvimento activos dos aprendizes na construção do seu próprio conhecimento.

Perspectivas construtivistas de ensino de química devem, pois, valorizar e contribuir para aprendizagens significativas, as quais requerem estratégias de ensino que promovam intenso envolvimento intelectual, necessário à articulação entre conhecimento teórico-conceitual e prático-processual e ao estabelecimento e compreensão de relações entre actividades de química, nas quais os alunos se envolvem, e outros quotidianos com conseqüente reconhecimento de relevância pessoal, social e cultural (Pedrosa, 2000).

É neste quadro que emerge e se tem alargado o designado movimento CTS (Ciência-Tecnologia –Sociedade). Martins (2002) sustenta que nesta filosofia de ensino deixa de ter sentido ensinar conceitos pelos conceitos, não por estes não terem valor intrínseco, mas porque a sua importância se perceberá melhor se os alunos forem estimulados a fazer sentido do que se questiona.

Neste movimento, releva-se a importância de ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade das conclusões e a saber formular questões. Os objectos de estudo devem integrar problemas abertos em que os alunos se envolvam, pesquisando informação, valorizando ligações inter e transdisciplinares, desenvolvendo competências (onde a criatividade e o espírito crítico têm um valor primordial), atitudes e valores relevantes do ponto de vista pessoal e social (Cachapuz, 2000, citado por Martins 2002).

Ao integrar interrelações CTS em ensino das ciências, os recursos e estratégias utilizados assumem-se como relevantes para dar sentido a temas e problemas e para, simultaneamente, ajudar os alunos a fazerem sentido deles. É uma via que se afigura promissora para motivar os alunos para aprender ciências e, simultaneamente, lhes proporcionar oportunidades para construir uma visão mais autêntica das ciências e da sua relação com tecnologia, bem como da influência destas na sociedade e, por seu turno, desta nas próprias ciências e tecnologia, isto é, para construir uma visão mais autêntica de interrelações CTS. Será também uma forma de as ciências que se ensinam e aprendem na escola contribuir para superar o paradoxo das "duas culturas", que radica na percepção de que efectivamente existe ciências e o resto, que passou a integrar a sabedoria popular (Gregory & Miller, 1998, pg. 46). Ou seja, as ciências que se ensinam e aprendem na escola têm que, aos olhos dos alunos, e do público em geral, preencher requisitos de interesse, importância e relevância tais que alunos, e público em geral, conceptualizem conhecimento científico como uma dimensão (indispensável) de cultura, contribuindo, assim, para superar aquele paradoxo cultural. E, não menos importante, para que educação científica se assuma como requisito insubstituível para exercícios efectivos de direitos e de deveres de cidadania nas sociedades democráticas contemporâneas.

Neste artigo descreve-se a fase preparatória de uma intervenção em cenário escolar cujos objectivos são identificar concepções alternativas em química relacionadas com a temática *água*, quer a nível conceptual de química, quer em perspectivas do quotidiano, algumas já referidas na literatura (e.g., Pedrosa & Dias, 2000) e, tendo-as em consideração, conceber, desenvolver, implementar e avaliar estratégias de ensino que, integrando interrelações CTS, se adequem para ensinar e sejam (mais) eficazes para aprender "ligação química". Nesta intervenção pretende releva-se o que Aikenhead (1994) designa como *dimensões cognitiva, pessoal e sociológica*, que inclui problemas, hipóteses, teorias, leis, observações empíricas, bem como valores que lhes estão subjacentes, como rigor, coerência, utilidade e simplicidade. A intervenção a implementar terá essencialmente características da categoria "conteúdo CTS através de uma disciplina específica" (*ibid.*, pg 55-56)

A intervenção desenvolver-se-á recorrendo à temática abrangente *água* e explorando-a de modo a que emerja como contexto e recurso de articulação em processos de construção de conhecimento requeridos à consecução dos objectivos estabelecidos para "ligação química", unidade constante do programa da disciplina "Ciências Físico-Químicas" do 11º ano do ensino secundário (população estudantil de 15 a 18 anos - para progressão académica normal).

16.2. Metodologia

Cerca de cem alunos, distribuídos por 5 turmas, que frequentam a disciplina "Ciências Físico-Químicas" do 11º ano de uma escola secundária (Escola Secundária da Lousã) responderão, por escrito, a perguntas (de diversos formatos) de um questionário de diagnóstico de concepções relativas a *água*, e a processos em que intervém ou que se lhe referem, em perspectivas de química e do cidadão utilizador deste recurso.

Com este teste diagnóstico pretende-se detectar concepções alternativas relativas a fenómenos e conceitos relacionados com *água*, bem como concepções de pureza, de consumo e de poluição de *água*.

Uma vez analisadas as respostas dos alunos a todas as questões, desenvolver-se-á, apenas numa das turmas, a intervenção, cuja preparação se centra em estratégias e recursos de ensino estimulantes de aprendizagens significativas, designadamente Vês de Gowin e mapas de conceitos. O seu desenvolvimento irá privilegiar trabalho cooperativo em pequenos grupos, incluirá análise e discussão de pequenos textos, diagramas ou outros registos com o objectivo específico de identificar dificuldades de aprendizagem e ajudar a resolvê-las. Por outro lado, integrará o recurso a espaços e objectos exteriores à escola, parte da estratégia de contemplar e explorar interrelações CTS.

16.3. Desenvolvimento do tema

Porque será difícil aprender química? A resposta a esta pergunta terá necessariamente a ver com interacções entre as características específicas da disciplina, de como é apresentada e ensinada, e os processos como os alunos aprendem. Mas, conhecendo dificuldades que se apresentam aos

alunos e as suas origens mais prováveis, poderá melhor intervir-se para ajudar a superar dificuldades e melhorar aprendizagens.

De uma longa listagem de dificuldades específicas de aprendizagem em química, que se retém do estudo de literatura de investigação neste domínio, destaca-se, por exemplo, noções de que a matéria é contínua e estática; indiferenciação entre materiais, substâncias e suas entidades constituintes; indiferenciação entre diferentes interações envolvendo entidades constituintes de materiais e substâncias, inter e intra entidades, e entre diferentes processos envolvidos nas suas transformações; conceptualização de entidades sub-microscópicas (moléculas, iões ou átomos) com atributos macroscopicamente observáveis da matéria; dificuldades em distinguir entre elementos químicos e substâncias elementares; dificuldades em conceptualizar pureza de substâncias e, em particular, articular consistentemente critérios referidos a propriedades termodinâmicas com os referidos a entidades sub-microscópicas (e.g., Garnett *et al.*, 1995).

A investigação de concepções alternativas (CAs) - concepções que divergem perceptivelmente das socialmente aceites pelas comunidades científicas (apropriadas e relevantes) - tem mostrado que os alunos desenvolvem concepções diferentes das que se supõe que aprendam, e que tais concepções podem influenciar aprendizagens subsequentes, podendo mesmo apresentar-se fortemente consolidadas e muito resistentes à mudança (*ibid.*). Segundo estes autores, muitas das CAs resultam de vários factores, nomeadamente, carência de rigor na linguagem, simplificação excessiva de conceitos, uso de múltiplos modelos e definições, e pré-concepções adquiridas pelos estudantes nas suas vivências particulares. A identificação de CAs e dos factores que podem contribuir para a sua formação, assim como o conhecimento de umas e de outros pelos agentes educativos, poderão contribuir decisivamente para mudar estratégias e recursos de ensino e melhorar aprendizagens de química.

Aprender química não se resume a adquirir domínio de terminologia e procedimentos avulsos que, sendo necessários, são largamente insuficientes. É também necessário aprender e utilizar adequadamente a lógica e os procedimentos próprios da disciplina, aprendendo a procurar e incorporar informação, interpretá-la e transpô-la de um código ou formato para outro (Pozo & Gómez-Crespo, 2001), compreendendo os seus significados e estrutura, e desenvolvendo capacidades e competências, não só de interpretar e compreender explicações formuladas, mas também de elaborar e formular explicações plausíveis e inteligíveis. Estes autores defendem que concretizar estes requisitos melhorará, significativamente, se forem ensinados num currículo dirigido a aprender a aprender química.

Autores de estudos de investigação nesta área, defendem que modelos de ensino e de aprendizagem que envolvam os alunos em percursos de investigação genuínos e privilegiem integração de interrelações CTS, promovem o desenvolvimento de capacidades, competências e atitudes que dificilmente se desenvolveriam em abordagens baseadas em modelos de ensino tradicional.

Investigação de orientação construtivista tem vindo a mostrar que recursos heurísticos, como Vês de Gowin e mapas de conceitos, se afiguram

potencialmente poderosos para ajudar os alunos a aprender, por um lado, e para auxiliar os professores a delinear estratégias e organizar material de aprendizagem (Novak e Gowin, 1996), por outro. Mais, se elaborados pelos alunos, traduzem formas como constroem conceitos e os interrelacionam.

Usando um destes recursos heurísticos e um esquema orientador da integração de interrelações CTS com os requisitos da unidade "ligação química", que se apresentam em Anexo 1 e 2, sintetiza-se aspectos relevantes da orientação que se pretende para a intervenção.

16.4. Conclusões

Nos programas da disciplina de Ciências Físico-Químicas do ensino secundário português não se vislumbram incentivos à contextualização do ensino da química, muito menos propostas que ajudem a concretizar, nas práticas docentes, eventuais contextualizações. Também não se identificam incentivos à integração e articulação de episódios das vivências quotidianas dos alunos, ou incorporação de temas e problemas de relevância social, interesse científico e/ou tecnológico. Por outro lado, tão pouco indiciam preocupações com problemas de aprendizagem conceptual, particularmente associados às concepções alternativas.

Trata-se de programas orientados para ensino por transmissão e não para estratégias de ensino orientadas para mudança conceptual e/ou para investigação (Pedrosa & Martins, 2001). Estas, requerendo identificação e compreensão de problemas, como tal entendidos pelos alunos, destacam-se como meios para construir, disciplinar e multidisciplinarmente, soluções educativa e culturalmente relevantes. Esta perspectiva de integração de interrelações CTS nos currículos de qualquer ciência parece estimulante, já que contribuirá para que se tornem, aos olhos dos alunos, "mais reais, compensadoras e práticas" (Rop, 1999, pag. 235), afigurando-se, contudo, um enorme, e difícil, desafio. De entre as dificuldades que tal desafio encerra, salienta-se as relacionadas com o facto de a maioria dos professores (de qualquer das ciências) ter sido educada na tradição de ensino disciplinar, centrado na lógica de desenvolvimento da própria disciplina.

Espera-se com este trabalho contribuir para aumentar o interesse dos alunos para construir conhecimento, melhorar as suas competências e atitudes contribuindo, simultaneamente, para formar cidadãos científica e tecnologicamente mais esclarecidos e com (melhores) condições para, em situações problemáticas do dia a dia, tomarem decisões razoáveis e racionais. Espera-se, igualmente, contribuir para ajudar os alunos a tomar consciência de problemas relacionados com *água*, compreender e discutir comportamentos pessoais e sociais que possam intervir neles, quer na sua génese, quer para a sua resolução.

16.5. Referências bibliográficas

Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching?. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education –International perspectives on reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.

Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

Garnett, P.J.; Garnett, P. J.; Hackling, M.W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*. 25, 69-95.

Gregory, J.; Miller, S. (1998). *Science in Public: Communication, Culture, and Credibility*. New York: Plenum Press.

Martins, I. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), Artículo 2. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Novak, J. D.; Gowin, D. B. (1996). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Pedrosa, M. A. (2000). Aprendendo a Olhar, a Ver e a Reparar... Água em Química Escolar. En I. P. Martins (Org.), *O Movimento CTS na Península Ibérica* (pp.133-142). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Pedrosa, M. A. (2000). Trabalho prático em Química-Questionar, Reflectir, (Re)conceptualizar. En M. Sequeira et al. (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 481-496). Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho.

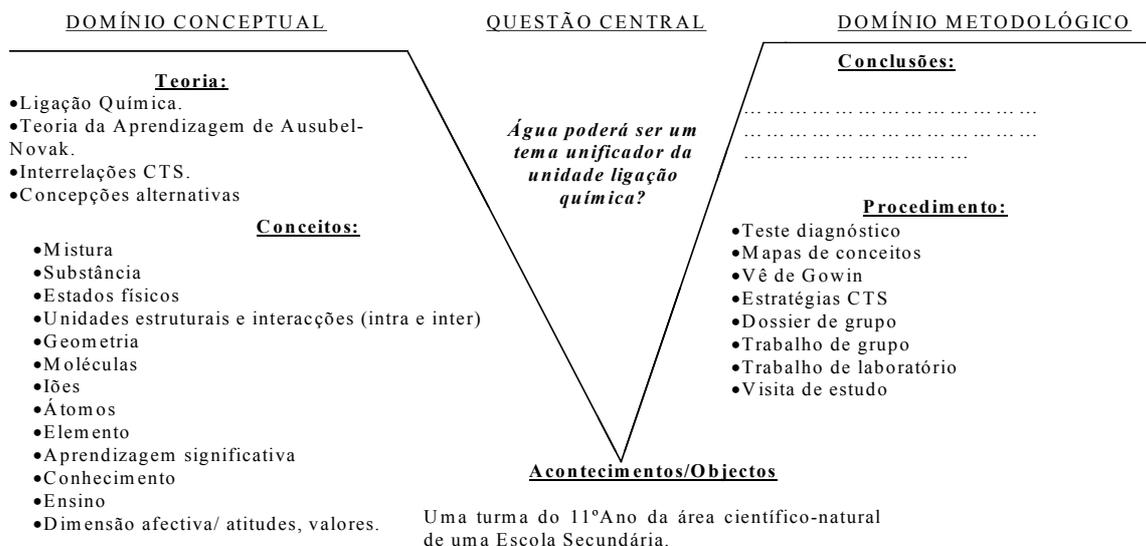
Pedrosa, M. A.; Dias, M. H. (2000). Water in Context: Many Meanings for the Same Word. *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 97-107. http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie

Pedrosa, M. A.; Martins, I. P. (2001). La Integración de CTS en el Sistema Educativo Portugues. En P. Membiela (Ed.), *La Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Una aproximación a la formación científica para la ciudadanía* (pp. 107-119). Madrid: Narcea S. A. de Ediciones.

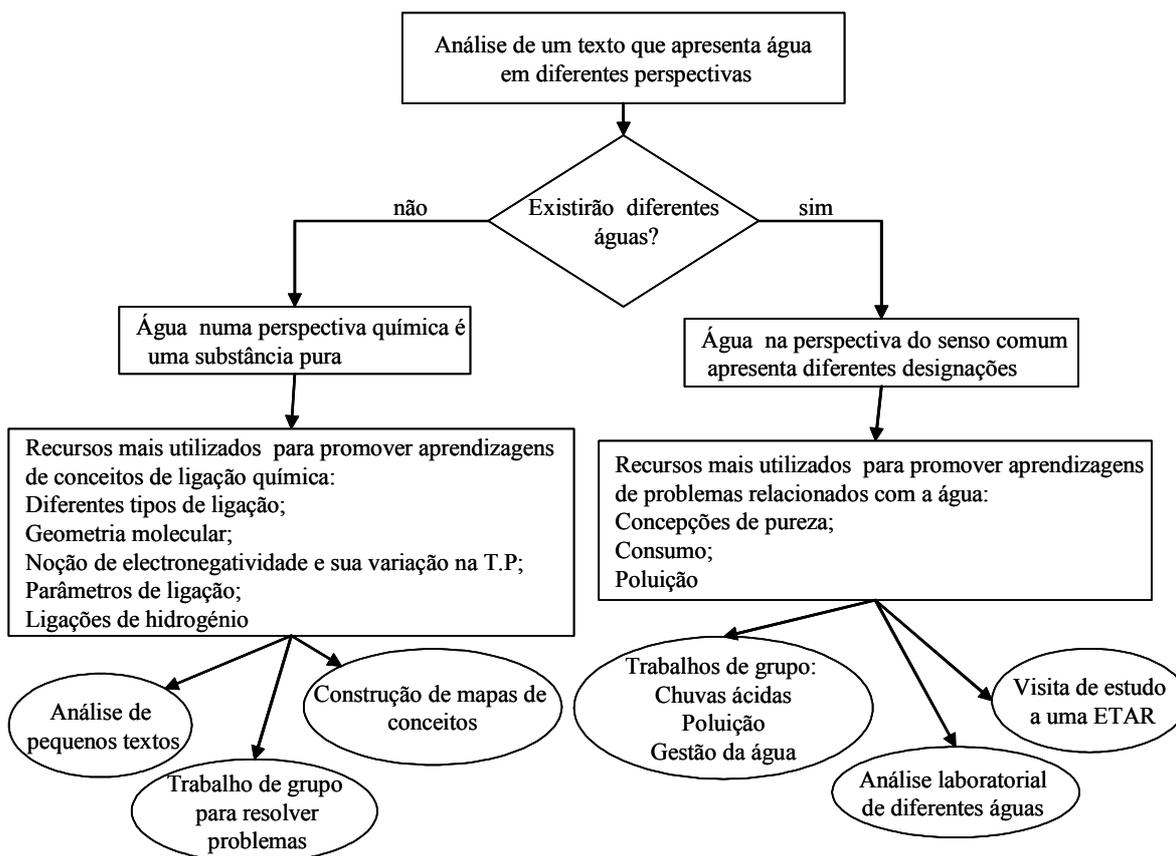
Pozo J. I.; Gómez-Crespo, M. A. (2001). *Aprender y Enseñar Ciencia - del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (3 Ed.). Madrid: Edições Morata, S.L..

Rop, C. J. (1999). Student Perspectives on Success in High School Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 221-237.

Anexo 1



Anexo 2



17. OBTENCIÓN INDUSTRIAL DEL CARBONATO SÓDICO: UN EJEMPLO DE LAS RELACIONES CTS EN EL CONTEXTO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Soledad Esteban Santos

17.1. Introducción

La contribución de la historia y la filosofía de la ciencia al aprendizaje de los contenidos científicos es un hecho reconocido desde hace bastante tiempo. Puede decirse que sobre todo a partir de la década de 1920 se comenzó a considerar su papel en ese sentido, como ha sido discutido en numerosas y recientes publicaciones (tales como Hodson, 1988, Duschl, 1994, Gil, 1996, Mathews, 1994, Monk y Osborne, 1997, Moore, 1998, Niaz y Rodriguez, 2000, o Scerri, 2001, entre otras muchas).

Pero, además, el desarrollo de la historia de la ciencia proporciona un número variadísimo de casos que muestran de manera muy evidente las relaciones ciencia-tecnología-sociedad. Y refiriéndonos concretamente a la química, tal vez sea en la vertiente industrial de esta ciencia donde aparecen ejemplos más claros y frecuentes de esas relaciones.

Trabajando con esos ejemplos, se puede no sólo atender al estudio de los contenidos científicos correspondientes, sino a otros aspectos (tecnológicos, económicos, políticos, etc..) que también que llevan implicados y cuya discusión contribuiría a mejor comprender los primeros y a enriquecer, además, la formación general de los alumnos.

En esta comunicación se ha elegido, como prototipo de proceso industrial, la fabricación del carbonato sódico, a fin de desarrollar una estrategia metodológica en el sentido arriba indicado con la intención de aportar sugerencias e ideas que puedan ser quizás útiles a los docentes en su práctica cotidiana en el aula.

17.2. Metodología

Los motivos para esta elección son varios. Sobre todo, porque el carbonato sódico es un compuesto sencillo y muy conocido, del que se trata en mayor o menor grado en todos los programas de química de enseñanza secundaria (nomenclatura, tema de ácidos y bases, temas industriales, etc). Por otra parte, porque los métodos de su fabricación muestran en muchos momentos la conexión de la química con gran cantidad de factores sociales y tecnológicos. Y, además, porque a pesar de la importancia del carbonato sódico en cuanto a producto básico en muchas industrias, su obtención no suele tratarse en los textos de enseñanza secundaria, que suelen dedicar más atención a la del amoníaco o a la del ácido sulfúrico.

En una *primera fase*, través de lecturas y/o de la exposición oral del profesor se podría tratar este tema en el aula desde distintas perspectivas: la histórica, la de sus contenidos científicos y la tecnológica. Así, puede

comenzarse por dar unas ideas generales, a grandes rasgos, acerca de la evolución de la industria química. Después, ya se trataría en concreto la historia del carbonato sódico, de su utilización y fuentes naturales en diferentes épocas y de sus métodos de obtención industrial más significativos (Leblanc y Solvay). A lo largo de esta exposición el profesor incidiría directamente y en el lugar oportuno en los distintos aspectos que pueden implicar algún tipo de relación C/T/S. Esto también daría ocasión a establecer la discusión y el debate en el aula, y con ello la participación activa de los alumnos.

Se analizarían también los procesos químicos involucrados en cada uno de estos dos métodos: productos empleados, reacciones químicas, etc... Asimismo, se comentarían sus características y problemas tecnológicos más sobresalientes.

Por último, en una *segunda fase*, a fin de conseguir una integración de todo ello por parte de los alumnos, se realizarían actividades de distintos tipos.

17.3. Discusión

17.3.1. Fase I: Lectura, exposición oral y comentarios

17.3.1.1. Perspectiva histórica.

En esas ideas generales no conviene olvidar una serie de puntos, que podrían sintetizarse así:

Comentar cómo la industria química se desarrolló enormemente sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XIX, aunque en realidad surgió mucho antes. Ya desde el siglo XVII empezó a aparecer en Europa la fabricación a una escala considerable de ciertos productos, que culminó a mediados del siglo XIX con una verdadera explosión en todos los órdenes de la industria y, por tanto, también en el sector químico, fenómeno que en sociología se conoce como "revolución industrial" → *aspectos históricos y sociológicos*.

Por otra parte, se podría hablar de la pequeña historia del carbonato sódico, de las razones de su empleo a lo largo de los tiempos y de sus fuentes de obtención. Se comenzaría por su utilización por los egipcios (ya desde el 5000-4000 a.C.), principalmente en sus técnicas de embalsamamiento y de conservación de alimentos, y de cómo lo obtenían – y lo siguieron obteniendo después– en forma de cristales de los lagos salados en la región del Nilo próxima a Alejandría. Y de su nombre, "natrón", que puede asociarse también con el símbolo químico del sodio, Na → *aspectos históricos, geográficos y etimológicos*.

Se continuaría con la importancia del carbonato sódico como uno de los principales suministradores de álcalis, ya que éstos eran necesarios en la fabricación de muchos productos, como jabones, vidrio, industria textil (tanto en los procesos de blanqueamiento como en los de teñido) o papel. Y así, nos situaríamos en el siglo XVIII. En esa época, habitualmente, se extraía de las cenizas de unas algas marinas de Escocia y de ciertas plantas mediterráneas, la "barrilla" (nombre que también se daba a las mismas

cenizas de esas plantas), siendo España en esos tiempos un gran exportador → *aspectos geográficos y botánicos*.

Y en la Francia del siglo XVIII, con una industria química floreciente, la exigencia de álcalis era cada vez mayor, razón por la que tenía que importarlo de otros países a un precio considerablemente alto. Por esta razón, la Academia de Ciencias instó a los químicos a buscar algún otro procedimiento para la obtención de carbonato sódico y lanzó con ese objetivo un concurso dotado con un premio en metálico → *aspectos económicos e históricos*.

Es así como Nicolás Leblanc (1742-1806), médico cirujano muy interesado por la física y la química, se sintió atraído por ese reto y dedicó todos sus esfuerzos a investigar en la síntesis de la entonces llamada "sosa". Ya con anterioridad se había pensado en la sal marina como materia prima, puesto que al fin y al cabo el natrón procedía de lagos salados. Y en ese sentido se había ideado un procedimiento, tratándola con ácido sulfúrico, carbón y hierro, aunque sin demasiado éxito. Leblanc continuó en esta línea, pero sólo conseguía obtener sulfato de sodio. Hay que tener en cuenta que era una investigación con un fuerte contenido empírico, puesto que evidentemente en aquella época no se conocía la composición de las sustancias → *aspectos empíricos de la ciencia*.

Leblanc fue probando, añadiendo diferentes compuestos a ese producto, con muchos intentos fallidos. Así, hasta que apareció el ansiado carbonato sódico cuando calentó el sulfato de sodio con carbón y carbonato de calcio. También varió las proporciones y las operaciones técnicas de laboratorio hasta conseguir poner a punto el procedimiento, en 1789 -año también de la Revolución Francesa- ganando el concurso de la Academia, aunque nunca le pagaron el premio → *aspectos tecnológicos e históricos*.

Por otra parte, Leblanc, de medios modestos, no podía sufragar los gastos de sus investigaciones, por lo que estaba bajo los auspicios del duque de Orleans. Éste también aportó el dinero necesario para proteger ante notario los derechos por la autoría del procedimiento de fabricación, es decir, para la patente correspondiente, que fue además una de las primeras patentes sobre la propiedad industrial (1791) → *aspectos legales*.

También en ese año construye Leblanc la primera fábrica de "sosa" en Saint-Denis (París), siempre bajo el apoyo financiero del duque de Orleans. Pero no funcionaría durante mucho tiempo. Los acontecimientos revolucionarios van a precipitar la ruina de esa fábrica y también la de Leblanc. Comienza con la muerte de su protector y la confiscación de sus bienes, entre los que se contaba la fábrica y sus materiales. Leblanc generosamente hace público el procedimiento de obtención ante el Comité de Salud Pública revolucionario, con lo que se multiplican sus "imitadores" y termina arruinándose al no poder hacer frente ante sus competidores. Sin dinero, sin su protector, en la miseria, acaba su vida suicidándose con un disparo en el asilo de pobres de Saint-Denis, muy cerca de su antigua fábrica → *aspectos económicos e históricos*.

En este punto se puede incidir en que el procedimiento de Leblanc fue todo un éxito, no sólo desde el punto de vista industrial, sino desde el químico. Y que, en realidad, se trata de *la primera síntesis industrial*, ya que

hasta el momento la producción de materias químicas había consistido en "extracciones", pero no en la "creación" de una sustancia partiendo de otras. Por ello, a Leblanc se le puede considerar indudablemente como el fundador de la industria química.

El método Leblanc se extendió por otros países, sobre todo en Inglaterra, pero con el tiempo fue presentando muchos problemas, uno de los mayores el causado por los residuos de ácido clorhídrico y también de sulfuros que, arrojados al mar, producían unos olores terribles → *aspectos ecológicos*.

En este sentido, hay muchas referencias acerca de cómo llegaban a alterar incluso el paisaje estas fábricas de carbonatos. Humos, vapores ácidos, olores nauseabundos... que dañaban espantosamente la salud de los obreros de esas fábricas y la de sus familias. Son las descripciones que tan frecuentemente aparecen en muchas novelas, por ejemplo las de Dickens → *aspectos sociológicos y literarios*.

Por ello, ya en 1863 aparece un método alternativo para la fabricación de carbonato sódico mediante un procedimiento de fundamento químico totalmente distinto, en el que se utilizaba también sal marina y carbonato cálcico pero se evitaban los restantes productos, empleándose en su lugar amoníaco. Éste es el método Solvay, debido al ingeniero químico belga Ernest Solvay (1838-1922), que tardó diez años en ponerlo a punto, montando la primera fábrica cerca de Bruselas, en 1871. Con unas materias primas tan baratas y eliminados los subproductos molestos, el método de Leblanc dejó de ser competitivo, por lo que se abandonó totalmente en el año 1915. Fue el de Solvay un procedimiento revolucionario en la industria química y un ejemplo de *economía industrial*, pues consiguió que el amoníaco se reciclara dentro de la misma fábrica para poder emplearlo nuevamente → *aspectos económicos*.

El método de Solvay, por otra parte, se desarrolló en unos momentos en que el cuerpo teórico de la química ya había hecho grandes progresos, por lo que en su puesta a punto no hubo necesidad de que todos los pasos seguidos fueran de tipo empírico, sino que unas leyes establecidas de la química iluminaron las ideas de su autor, permitiéndole seguir un proceso científico en su elaboración → *aspectos teóricos y aspectos empíricos de la ciencia*.

17.3.1.2. Perspectiva tecnológica

Se pueden matizar asimismo algunos *aspectos tecnológicos* implicados en estos procesos. Así, resaltar que muchas de las dificultades para lograr el éxito de esos métodos no eran realmente de tipo químico, sino problemas de ingeniería: diseño de hornos con mayor rendimiento calórico; construcción de chimeneas y torres de absorción para eliminar mejor los residuos perjudiciales... O conseguir equipos que permitieran la reconversión de algunos subproductos para transformarlos en productos interesantes para otros fines, con lo cual se hicieron esos procesos más rentables (como la del ácido clorhídrico a cloro en el método Leblanc, que se empleaba para los procesos de blanqueamiento). O el reciclaje de reactivos (como el del amoníaco en el método Solvay) → *aspectos químicos*.

Y respecto a esto último, habría que resaltar la importancia de los aspectos económicos en los procesos industriales → *aspectos económicos*.

17.3.1.3. Perspectiva de los contenidos científicos

Se pueden discutir los *aspectos meramente químicos* implicados en esas síntesis industriales: diferentes reacciones químicas que integran cada uno de esos métodos; su tipo, características y condiciones, reacciones para reciclar o reconvertir ciertos compuestos, etc..

17.3.2 Fase II: Actividades

Se pueden proponer lecturas adecuadas y promover después en el aula discusiones y debates en clase acerca de todos esos aspectos. O que cada alumno escriba un resumen, ficha o una redacción sobre lo tratado en clase.

Y también ciertas actividades más concretas. Por ejemplo, en el método de Leblanc, se puede hacer que los alumnos: escriban las fórmulas de las sustancias implicadas; escriban y ajusten las reacciones correspondientes (en la síntesis, en sus distintos pasos, o en la reconversión de subproductos); expliquen el tipo de cada una de esas reacciones (ácido-base de desplazamiento, oxidación-reducción, doble desplazamiento); resuelvan algún problema de cálculos estequiométricos relativos a ese proceso), etc... Algo análogo podría hacerse respecto al método Solvay.

También se puede pedir a los alumnos que realicen algún trabajo en el que tengan que acudir a otras fuentes bibliográficas. Muchas son las actividades que es posible llevar a cabo, pero siempre teniendo en cuenta el nivel y condiciones de los alumnos.

17.4. Conclusiones

Con un planteamiento de este tipo puede conseguirse no sólo un mejor conocimiento y comprensión de los contenidos químicos relativos a estos procesos, sino también que los alumnos adquieran una visión más global de la ciencia, puesto que se ponen de manifiesto sus relaciones recíprocas con aspectos tecnológicos y sociales. Y también se demuestra que la "ciencia" en realidad sólo es una, que sus distintas ramas no se hallan en compartimentos estancos y aislados (en este caso, se evidencia la relación de la química con otras ciencias).

El tratamiento, aunque en ese sentido, puede ser muy variado y ofrece un gran número de posibilidades, respondiendo a las pautas y orientación de cada profesor. Lo cual exigiría de éste un esfuerzo adicional al de sus clases tradicionales, en cuanto a consultar bibliografía para preparar este diseño didáctico y agudizar su imaginación. Incluso, en el mejor de los casos cabría una preparación de carácter interdisciplinar entre docentes de distintas especialidades. Esta última situación, tal vez la menos frecuente por las dificultades de coordinación que llevaría inherentes, supondría a la larga un enriquecimiento no sólo para los alumnos sino también para los mismos profesores.

17.5. Referencias bibliográficas

Bensaude, B. y Stengers, I. (1997): *Historia de la Química*. Madrid. Addison-Wesley Iberoamericana Española, S.A.

Brock, V.H. (1993): *Historia de la Química*. Madrid. Alianza Editorial.

Duschl, R.A. (1994). Research on the history and philosophy of science. En Gabel, D.L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching* (pp. 443-465). New York: MacMillan.

Esteban, S. (2001): *Introducción a la Historia de la Química*. Madrid. Cuadernos de la UNED. UNED Ediciones.

Gil, D. (1996). New trends in science education, *International Journal of Science Education*, 18, 889-901.

Hodson, D. (1988). Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72, 19-40.

Ihde, J.I. (1984): *The Development of Modern Chemistry*. New York. Dover Publications.

Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.

Monk, M. y Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 82, 527-552.

Moore, J.W. (1998). Editorial: History, chemistry and a longer view. *Journal of Chemical Education*, 75, 1199.

Niaz, M y Rodriguez, M.A. (2000). Teaching chemistry as rhetoric of conclusions or heuristic principles-A history and philosophy of science perspective. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe (CERAPIE)*, 1, 315-322. En <http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie>

Partington, J.R. (1961-1970): *A History of Chemistry*. London. Mcmillan&Co.Ltd.

Scerri, E.R. (2001): The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe (CERAPIE)*, 2, 165-170. En <http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie> .

BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA DE LOS AUTORES

José Antonio Acevedo Díaz

Inspector de Educación y Catedrático de Física y Química de Bachillerato. Fue coordinador del Área de Investigación e Innovación Educativa del ICE de la Universidad de Sevilla (Extensión de Huelva) y colabora en el programa CTS+I de la OEI. Investiga en didáctica de las ciencias con especial atención a la educación CTS. En este ámbito ha publicado un libro sobre evaluación de temas CTS, capítulos de libros, artículos en diversas revistas especializadas y comunicaciones en congresos nacionales e internacionales.

Aureli Caamaño

Doctor en Química y Catedrático de Secundaria de Física y Química en el IES Barcelona-Congreso. Ha participado en el desarrollo de diferentes proyectos de ciencias de orientación CTS (Química Faraday, Gaia, Química Salters), y es autor de varios libros de texto para la ESO y el bachillerato. Ha investigado sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en química y participado en múltiples programas de formación del profesorado de ciencias. Desde 1994, es codirector de la revista *Alambique*.

Jose Manuel Canavarro

Doutor em Psicologia Social. Professor Auxiliar da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. Membro da Comissão Nacional para a Promoção do Estudo da Matemática e das Ciências, do Ministério da Educação de Portugal.

Mari Carmen Cid Manzano

Catedrática de Secundaria de Biología y Geología en el IES Otero Pedrayo de Ourense y profesora asociada del Departamento de Didácticas Especiales, área de Ciencias Experimentales, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Vigo. Colabora en programas de formación inicial y continua del profesorado

Alejandro Drewes

Profesor de Química, nivel medio y de formación de profesorado. Master y Doctor en Química (Univ. Autónoma de Barcelona). Artículos y ponencias científicas (especialización: procesos de transporte). Publicaciones y ponencias nacionales e internacionales sobre CTS y Didácticas especiales. Director del Programa de Evaluación y Experimentación del Proyecto Salters en Argentina (2001-2004).

Mónica Edwards

Es autora de una Tesis Doctoral, presentada en la Universitat de Valencia en 2003, con el título "La atención a la situación del mundo en la Educación Científica". En torno a esta problemática ha publicado numerosos trabajos en colaboración con otros investigadores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia. Es profesora de Matemática, Física y Química e Ingeniera Electrónica.

María Soledad Esteban Santos

Doctor en Química y Licenciada en Sociología. Es Profesora Titular de Química General (área de Química General) en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Ha dirigido varias tesis doctorales y publicado numerosos artículos en revistas especializadas. Es autora, asimismo, de materiales didácticos dentro de la metodología de enseñanza a distancia y de textos dirigidos a la formación de profesorado, dentro de cuyo programa de la UNED dirige varios cursos.

Daniel Gil Pérez

Catedrático de Didáctica de las Ciencias en la Universitat de València. Ha dirigido 15 tesis doctorales que han contribuido a fundamentar un modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida -desarrollado en artículos publicados en diversas revistas internacionales- en el que la dimensión CTSA ocupa un papel central.

María Helena Henriques

Doctora en Geología, especialidad Paleontología, Estratigrafía y GEO-história y Licenciada en Periodismo. Profesora Auxiliar en el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Coimbra y Coordinadora de la Sección de Mineralogía y Geología del Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Coimbra.

Colabora en programas de formación continua de profesores de ciencias. Desarrolla investigaciones en el ámbito de la paleontología y de la bioestratigrafía del Jurásico.

Lucía Iuliani

Profesora de Física y Matemática, nivel medio y de formación de profesorado. Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias (Especialidad: Física). UNSAM. Tesis en curso. Publicaciones y ponencias nacionales e internacionales sobre CTS y Didácticas especiales. Codirectora del Programa de Evaluación y Experimentación del Proyecto Salters en Argentina (2001-2004).

María Antonia Manassero Mas

Catedrática de Psicología Social de la Universidad de las Islas Baleares. Entre otros temas de investigación de su área de especialización, desde hace años ha realizado diversos estudios de opinión pública y psicología social de la ciencia desde la perspectiva CTS, sobre los que ha publicado tres libros, varios capítulos de libros, artículos en revistas especializadas y comunicaciones en congresos.

Berta Marco Stiefel

Doctora en Ciencias Químicas y periodista científica. Pertenece al Departamento de Ciencias del Instituto de Estudios Pedagógicos Somosaguas (IEPS) de la Fundación Castroverde. En el campo de la Didáctica de las Ciencias ha realizado numerosas publicaciones sobre dos temas fundamentalmente: enfoques curriculares e Historia de la Ciencia.

Rui Marques Vieira

Doutor em Didáctica das Ciências. A sua tese de doutoramento centrou-se na temática CTS na formação continuada de professores. É Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro. Realiza / participa em vários projectos de investigação, alguns focados na temática CTS na Educação em Ciências.

Isabel P. Martins

Doctora en Didáctica de las Ciencias. Profesora Asociada en el Departamento de Didáctica e Tecnología Educativa de la Universidad de Aveiro. Dirige proyectos de investigación y es profesora en cursos de orientación CTS. Coordina el equipo que prepara el nuevo currículo portugués de Química para enseñanza secundaria. Ha sido coorganizadora del *Seminario Ibérico sobre CTS en la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales*.

Pedro Membiela

Ha intervenido en cursos y en programas de doctorado sobre CTS, participado en congresos con comunicaciones y ponencias sobre CTS, coorganizado el *Seminario Ibérico sobre CTS en la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales*, y publicado artículos en las revistas *Alambique*, *Enseñanza de las Ciencias* e *International Journal of Science Education*.

María Laura Matos

Licenciada em Química e aluna do Mestrado em Ciências da Educação (Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Universidade de Coimbra). É professora do quadro de nomeação definitiva da Escola Secundária da Lousã, onde também exerce funções de orientadora de estágio, no âmbito de programas de formação inicial de professores de física e de química (ramos educacionais das licenciaturas em Física e em Química, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Emília Nogueiras Hermida

Catedrática de Biología y Geología del IES Otero Pedrayo de Ourense. Profesora asociada del departamento de Didácticas Especiales, área de Ciencias Experimentales de la Universidad de Vigo. Doctora en Pedagogía.

Maria Fátima Paixão

Doutora em Didáctica/Ciências e Professora Coordenadora de Supervisão e Didáctica das Ciências na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco. É membro do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro. Tem publicado em várias Revistas e participado em diferentes projectos de investigação e de inovação, alguns destes muito direccionados pelas orientações CTS.

M^a Arminda Pedrosa

Doctora en Química, especialidad Educación en Química. Profesora Auxiliar en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Coimbra. Colabora en programas de formación continua de profesores de ciencias. Desarrolla investigaciones en el ámbito de los problemas de aprendizaje, de recursos didácticos para la enseñanza secundaria y de formación continua de profesores.

João Praia

Es profesor en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oporto, donde coordina un Master en Geología para formación de profesores y ha sido Secretario de Estado de Educación en Portugal. Sus investigaciones y publicaciones se han centrado en los métodos de enseñanza, con una particular atención a la dimensión CTSA.

Grupo Quimesca (Química-Escuela-Casa)

Está formado por profesorado de Secundaria y Universidad y adscrito al Centro de Profesorado de Málaga. Su trabajo se centra en las relaciones entre la química escolar y la vida diaria. Elabora y publica materiales didácticos tomando las bebidas como centro de interés. Escribe artículos de divulgación y ha participado en Jornadas, Seminarios y Congresos sobre Química y Vida Cotidianas y sobre las relaciones CTS. Lo forman Ángel Blanco, Carmelo Uruga, Luis Garrido, José A. Barea, Fco. Javier Guijarro, M^a Carmen Guijarro, Rafaela Pozas y José A. Piano.

María Eduarda Santos

Doctora en Ciencias de la Educación. Ha realizado investigaciones en la temática CTS, como su tesis, ha impartido cursos CTS en programas institucionales de formación del profesorado y publicado en diversas revistas y los libros: *Área Escola/Escola. Desafios interdisciplinares; Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social y Cidadania na "voz" dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?*

Jordi Solbes

Catedrático de Física y Química de Bachillerato. Doctor en Ciencias Físicas. Investiga sobre la utilización de las relaciones CTS y de la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias en el Departamento de Didáctica de las Ciencias de la Universitat de Valencia, temas sobre los que ha dirigido tesis doctorales, impartido cursos de doctorado y de formación del profesorado, publicado libros y artículos en revistas nacionales e internacionales y presentado comunicaciones en congresos.

Ángel Vázquez Alonso

Catedrático de Física y Química de Bachillerato, Doctor e Inspector de Educación. Ha dirigido investigaciones dirigido varios proyectos de investigación sobre innovación de la enseñanza de las ciencias para la educación de las actitudes relacionadas con la ciencia, desde una perspectiva CTS, ciencia para todos y alfabetización científica. Sobre estos temas ha publicado tres libros, varios capítulos de libros, artículos en revistas especializadas y comunicaciones en congresos.

Amparo Vilches

Catedrática de Física y Química de Bachillerato, realizó su tesis doctoral sobre *Las Interacciones CTS*. En torno a la dimensión CTSA, así como a los aspectos axiológicos del aprendizaje y a los referentes a la formación del profesorado, ha presentado comunicaciones en congresos nacionales e internacionales, ha dirigido tesis doctorales, ha impartido cursos, publicado artículos y capítulos de libros.