La química en la educación secundaria en Portugal: una perspectiva de cultura científica*

J. Alberto Costa
Mª Clara Magalhães
Isabel P. Martins
Universidad de Aveiro
(Portugal)

J. Manuel Lopes
Escola Secundária Jaime
Magalhães Lima, Aveiro
(Portugal)

Mª Otilde Simões
Escola Secundária
Almeida Garrett,
V. N. Gaia (Portugal)

Teresa Sobrinho
Escola Secundária Soares
dos Reis, Porto (Portugal)

En este artículo se presenta el currículo de química de los dos primeros cursos de la educación secundaria en Portugal (10º y 11º, que corresponden a estudiantes de 16 y 17 años), recientemente elaborado en el proceso de revisión curricular, cuya aplicación está prevista para el curso 2003-2004. Siendo la química uno de los componentes de la asignatura de física y química, obligatoria en los cursos generales de ciencias y tecnología, se ha optado por una orientación CTS, desde una perspectiva de desarrollo de la cultura científica de los estudiantes. Se fundamentan los puntos de partida considerados y se presentan, de forma resumida, los temas a desarrollar.

Chemistry in a secondary school: a perspective of scientific culture
This article presents the recently produced Chemistry curriculum for the first two years of Secondary School in Portugal (10th and 11th years). As Chemistry is one of the components of the Physics and Chemistry discipline, which is obligatory in the General Science and Technology Courses, a STS approach was chosen in order to develop scientific culture in students. The starting points taken into consideration are explained and the themes to be developed are presented briefly.

La enseñanza de la química en el sistema educativo portugués

Durante el siglo XX el sistema educativo portugués sufrió diversos cambios, como también ocurrió en muchos otros países, procurando adecuarse a los cambios sociales, culturales, científicos y tecnológicos que de forma cada vez más rápida y profunda se venían registrando. Uno de los aspectos donde esa modificación resultó más evidente fue en el concepto de *escolaridad obligatoria* y de su extensión a toda la población (Pedrosa y Martins, 2001). En 1986, con la aprobación de la todavía actual Ley de Bases del Sistema Educativo, la escolaridad obligatoria pasó a ser de 9 años, organizada en 3 ciclos secuenciales, de 4, 2 y 3 años, respectivamente. La enseñanza de las ciencias en estos nueve años pasa, sucesivamente, de estar integrada en una área de formación general con sus correspondientes actividades pedagógicas (primer ciclo), a formar parte de áreas pluridisciplinares (segundo ciclo), para finalmente constituir áreas disciplinares (tercer ciclo), situación esta última que continua en la educación secundaria (postobligatoria). Actualmente, la enseñanza secundaria está constituida por tres cursos (10º, 11º y 12º) y ha sido cursada en los últimos 30 años por un número creciente de jóvenes, aunque las tasas de abandono y de suspensos son altas e indican que es una etapa que debe ser mejorada. El crecimiento del número de estudiantes matriculados de 1970 a 1994 fue de 1560%, en la enseñanza diurna, observándose una disminución en la segunda mitad de la década de los 90, debido al decrecimiento de la natalidad en el

inicio de los años 80. La preferencia del alumnado por los cursos generales de acceso a la enseñanza superior, fue cerca de cuatro veces superior a la preferencia por la enseñanza tecnológica y profesional (en 97/98). En cuanto a la tasa de aprovechamiento, esta es menor en el curso 10º. Finalizaron la educación secundaria solo el 64,5% de los estudiantes de los cursos generales y el 56,7% de los cursos tecnológicos en el curso 95/96. Esto significa que el crecimiento de estudiantes que tuvo lugar en la enseñanza secundaria no fue acompañada de una finalización de esta etapa con éxito por parte de la gran mayoría de ellos, lo que probablemente se debe, en parte, al sistema de evaluación terminal.

El análisis y seguimiento de este nivel de enseñanza por los responsables educativos han sido elevados: una reforma curricular en el inicio de la década de los 90, generalizada en el curso 93/94, y una revisión curricular prevista para el 2000/2003. Esta última comenzó a ser preparada en 1997, por el XIII Gobierno Constitucional (socialista), con una amplia discusión nacional del currículo, *Revisión Participada del Currículo* -que implicó a varios interlocutores (escuelas, profesores y profesoras, asociaciones profesionales y sociedades científicas). Diversos eventos tuvieron lugar: encuentros, reuniones, debates, conferencias y participaciones en proyectos internacionales del Consejo de Europa, de la OCDE, de la UNESCO y de la OEI.

Del análisis de los datos recogidos a lo largo de todo el proceso fue posible identificar problemas relacionados con la identidad de la enseñanza secundaria, la concepción y organización curriculares y el tipo de formación (no) alcanzada por el alumnado, lo que llevó al Ministerio de Educación (ME), en julio de 1998, a definir líneas orientadoras para la revisión curricular de la educación básica y secundaria. Respecto a esta última es de destacar la importancia que fue dada a la «integración de las dimensiones teóricas y prácticas» y a «la enseñanza de carácter experimental». (ME-DES, 2000).

La matriz curricular de los cursos generales, que es el ámbito en el que se discutirá la propuesta del programa de química, pasó a estar constituida por tres componentes: la formación general, la formación específica y el área de proyectos. La química se oferta en los cursos generales de ciencias naturales y en los generales de ciencia y tecnología, en el tronco común de la componente de formación específica, integrada por la disciplina de física y química del 10º y 11º curso (16 y 17 años), y como disciplina autónoma de carácter opcional, química, en el 12º curso (18 años).

El trabajo que aquí se presenta se refiere a la componente obligatoria de estos cursos, esto es, a la disciplina de la física y química de los

cursos 10º y 11º, con una escolaridad de 4,5 h semanales, estando el 50% destinado a la química (en total 33 semanas).

La química en la enseñanza secundaria

En el currículo desarrollado se defiende que en la educación secundaria se tome como orientación para la enseñanza de las ciencias la perspectiva de la alfabetización científica del alumnado, ya que esta etapa de estudios tiene una doble función: se trata de una etapa escolar para el inicio de la actividad profesional y de una vía para la continuación de estudios. En particular, la enseñanza de la química debe hacer al alumnado consciente del papel de esta ciencia en la interpretación de muchos fenómenos y debe convertirla en una asignatura interesante a los ojos de dicho alumnado, situación que está lejos de haberse conseguido (Costa y Martins, 2001).

La reflexión sobre las finalidades de la educación científica de los jóvenes, que fue desarrollada desde los años 80 a escala internacional, llevó a la necesidad de adoptar perspectivas más culturales en la enseñanza de las ciencias, asumidas plenamente en el movimiento CTS –posición que se tradujo en programas de gran repercusión (como fue el caso de los proyectos Salters en el Reino Unido y de las respectivas adaptaciones en varios países). En esta perspectiva se destaca la idea que la formación científica de los ciudadanos y ciudadanas debe incluir tres componentes, a saber: la educación *en* ciencia, la educación *sobre* la ciencia y la educación *a través de* la ciencia (Santos, 1999 y 2001). La primera, una dimensión conceptual del currículo (conceptos, leyes, principios, teorías), es aquella que ha sido más enfatizada por los programas anteriores. Pero, además de esta dimensión conceptual el currículo escolar, debe tratar también sobre los procesos y los objetos técnicos usados cotidianamente, discutir problemáticas sociocientíficas, destacar la ciencia/química como una parte del patrimonio cultural de nuestra época (educación *sobre* ciencia) y contribuir a la dimensión formativa y cultural del individuo, revalorizando objetivos de formación personal y social (educación *a través de* la ciencia).

Componente laboratorial en el aprendizaje de la química

A pesar de alguna controversia sobre el trabajo práctico, este continua siendo un componente importante y fundamental para la formación en ciencia y sobre ciencia, en particular, en el ámbito de la química. Los términos «práctico», «laboratorial» y «experimental» no

son sinónimos. De acuerdo con Leite (2001), defendemos la siguiente distinción:

- *Trabajo práctico*: tarea realizada por el alumnado manipulando recursos y materiales diversos, dentro o fuera del aula (por ejemplo, un salida de campo, una búsqueda bibliográfica).
- *Trabajo laboratorial*: trabajo práctico realizado en el laboratorio o con equipamientos específicos de laboratorio, individualmente o en grupo.
- *Trabajo experimental*: trabajo práctico que implica la manipulación de variables, sea en la forma de experiencia guiada o como investigación.

El trabajo experimental puede no ser de tipo de laboratorial (por ejemplo, el estudio de los factores que afectan la permeabilidad de los suelos en un contexto real). Por otro lado, el trabajo laboratorial puede no ser de tipo experimental (por ejemplo, la observación con microscopio, el aprendizaje de técnicas como la filtración, la destilación o la medida de la masa).

Ahora bien, un currículo de química que tenga como meta la cultura química del alumnado debe incluir actividades prácticas, laboratoriales y experimentales, las cuales necesitan de tiempo para su preparación, realización y reflexión posterior (Martins, 2002). Con vistas a permitir consolidar esta intención, el programa de química está concebido de forma que *un tercio* de las clases sea exclusivamente de tipo práctico-laboratorial, en una perspectiva de resolución de problemas en la que el trabajo experimental investigativo asume una gran relevancia. Precisamente es en las clases práctico-laboraloriales donde se introducen y se desarrollan muchos conceptos, por oposición a una visión todavía muy frecuente que reserva a las clases prácticas la única función de mostrar fenómenos o aprender técnicas.

Un programa de química orientado hacia una cultura química

El programa de química de los cursos 10º y 11º está estructurado en cuatro unidades (dos para cada año) definidas a partir de un tema global con fuerte dimensión social, donde el alumnado puede ir desarrollando nuevos significados de forma progresiva. A continuación, se describe brevemente el tema de cada una de las unidades (Una versión más detallada puede obtenerse en *www.des.min-edu.pt/download/prog-hom/fisica_quimica-a-10-(42)mol.pdf*.).

Química. Primer curso de educación secundaria (10º curso, alumnos de 16 años)

Unidad 1. De las estrellas al átomo

Esta unidad trata de la historia de los átomos y de los elementos y de cómo estos fueron organizados en una tabla periódica (TP). Se trata de un largo recorrido que comienza con el *big-bang* y termina en el modelo actual del átomo. Se intenta dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿de dónde provienen los elementos químicos?, ¿cómo se conoce la constitución de los átomos?, ¿cuál es la estructura de un átomo? Al final se establece una relación entre la estructura de los átomos y la organización de la TP, ese fabuloso instrumento de interpretación y predicción química.

Unidad 2. La atmósfera de la Tierra. Radiación, materia y estructura

Esta unidad está organizada de modo que permite interpretar la evolución de la atmósfera terrestre. En un escenario plausible de la atmósfera primitiva predominaba el hidrógeno, el nitrógeno, el dióxido de carbono y el vapor de agua, y había vestigios de metano, amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Pero con el paso del tiempo la acción compleja de varios factores –como la aparición de los océanos, de las primeras formas de vida, de la fotosíntesis y del oxígeno, y el aumento de la intensidad de radiación solar– condujeron a una modificación de la composición de la atmósfera. Los gases mayoritarios de aquella atmósfera, tomaron parte en reacciones químicas diversas, de complejidad creciente, algunas de las cuales utilizaron con mucha eficacia la radiación solar. Es el caso de la formación del ozono a partir del oxígeno. El oxígeno y el ozono atmosférico, una vez alcanzaron determinados valores de concentración, comenzaron a proteger la Tierra de los letales rayos solares ultravioletas, permitiendo de este modo una evolución biológica en la tierra y en el mar. La atmósfera cambió en términos de composición, densidad, presión y temperatura, con la altitud. Aparecieron especies químicas diferentes (iones, radicales libres y moléculas simples) según fuera la energía de las radiaciones solares que alcanzaban la materia e interactuaban con ella.

Química. Segundo curso de educación secundaria (11º curso, alumnos de 17 años)

Unidad 3. Química e industria: equilibrios y desequilibrios

Esta unidad pretende destacar la importancia social y económica de la industria química generadora de los bienes de consumo de mayor importancia, combatiendo visiones doctrinarias sobre los impactos exclusivamente negativos para el ambiente que tales actividades acarrean, no descuidando, sin embargo, el análisis de las consecuencias que los productos y subproductos industriales inevitablemente ocasionan sobre el planeta. Se pretende que el alumnado aporte argumentos científicotécnicos, sociales y económicos sobre la industria química y que reconozca en la actividad industrial uno de los ele-

Consideracion finales

mentos caracterizadores de la cultura actual. Esta intención es la que guía la propuesta de una visita a una instalación industrial, organizada con antelación, cuidadosamente estructurada en su realización y evaluada posteriormente. La elección recayó sobre la industria del amoníaco, ya que la reacción de síntesis de este compuesto, además de constituir un ejemplo típico de aplicación del concepto de equilibrio químico, ofrece un contexto en el que se puede comprender cómo influye la manipulación de determinados factores en la posición de equilibrio de un sistema químico.

Unidad 4. De la atmósfera al océano: soluciones en la Tierra y para la Tierra

Con esta unidad se pretende desarrollar la comprensión de los sistemas acuosos naturales, identificar las aguas adecuadas para diferentes tipos de consumo, interpretar las diferencias en la composición de las aguas de lluvia, de las aguas freáticas y del agua del mar, desarrollando conceptos relacionados con la química ácido-base, la solubilidad y la oxidación-reducción, en los cuales el equilibrio químico surge como un concepto subsidiario. La dimensión social está presente al discutir las asimetrías que se producen en la distribución y en la calidad del agua, al interpretar cómo esta calidad depende del uso de determinados dispositivos tecnológicos, y al incentivar la necesidad de acciones individuales y colectivas que no agraven la situación, ya que invertirla es prácticamente imposible.

Consideraciones finales

La discusión pública de ámbito nacional que tuvo lugar con profesores y profesoras y otros colegas del campo de la educación a través de Internet, y en encuentros y congresos científicos permitió al equipo de autores de la propuesta curricular de química presentar los fundamentos de las opciones tomadas, justificar las metodologías sugeridas, mostrar la viabilidad del proyecto y, sobre todo, presentar el conocimiento químico como una forma de interpretar el mundo en diferentes dominios. Por otro lado, el contraste de opiniones permitió a los autores revisar y mejorar aspectos curriculares de la propuesta.

La opción de una orientación CTS de la química se justifica por ser una vía prometedora para un enfoque humanista de la ciencia, al plantear que la ciencia escolar debe tomar como objeto de estudio temas de carácter social. La elección de temáticas sobre el origen de los elementos o el estudio de sistemas a escala planetaria como la atmósfera y la hidrosfera, se justifica porque permite ampliar la visión científica del mundo con la aportación especial conferida por el conocimiento químico. Por otro lado, como gran parte de los materiales hoy usados son de origen sintético, no podíamos omitir la industria química y algunos conceptos químicos básicos que en ella se aplican y que permiten que se puedan llevar a cabo reacciones químicas con niveles aceptables de

rendimiento. El componente práctico-laboratorial ocupa cerca de un tercio de las clases y comprende trabajos de naturaleza muy diversa en cuanto a los problemas propuestos, las técnicas introducidas y las limitaciones de las soluciones alcanzadas. Desde nuestro punto de vista, es una dimensión indispensable para la formación del alumnado, que debe ser también evaluada. El currículo será siempre un instrumento condicionante de los temas, conceptos, procesos, actitudes y valores a desarrollar, posiblemente una dimensión educativa de gran visibilidad, pero que por si sola no resuelve el problema de la calidad de las prácticas, la cual depende sobre todo de la formación del profesorado.

La propuesta curricular de la química aquí presentada todavía no ha sido aplicada. Los cambios políticos ocurridos recientemente en Portugal han dado lugar a cambios en la política educativa, que pueden cuestionar los puntos de partida de la elaboración de este currículo. La primera medida tomada fue la de retrasar por un año el inicio de la aplicación de las nuevas propuestas (10º curso en 2003/2004 y 11º curso en 2004/2005).

La química es un área de la educación secundaria con un fracaso preocupante (en Portugal solo es sobrepasada por las matemáticas y la física). Paralelamente a esta situación se constata, en la Unión Europea, un elevado desinterés de los jóvenes por la química y por las ciencias en general, aunque ha tenido lugar una ligera recuperación en los últimos años. La Sociedad Portuguesa de Química, que celebra sus 90 años de existencia, es consciente del problema y procura colaborar con el profesorado para ayudar a invertir la situación.

Referencias bibliográficas

COSTA, C.F.F.; MARTINS, I. P. (2001): «Química no Secundário: Dos interesses dos alunos ao ensino CTS» en *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra VI Congreso, p. 148.

LEITE, L. (2001): «Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências» en H.V. CAETANO y M.G. SANTOS (org.): *Cadernos Didácticos de Ciências*, vol. 1. Lisboa. ME – Departamento do Ensino Secundário, pp. 79-97.

MARTINS, I.P. (2002): *Educação e Educação em Ciências*. Aveiro. Universidade de Aveiro.

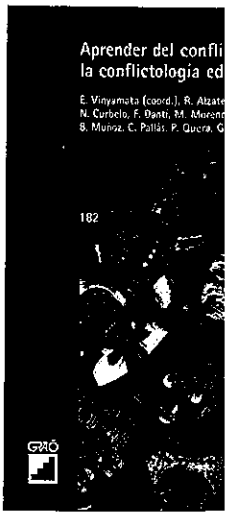
ME-DES (2000): *Revisão Curricular no Ensino Secundário. Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos* – 1. Lisboa. Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.

PEDROSA, M.A.; MARTINS, I.P. (2001): «La integración de CTS en el sistema educativo português» en P. MEMBIELA (ed.): *La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Una aproximación a la formación para la ciudadanía*. Madrid. Narcea Ediciones, pp. 107-119.

Nota de la editorial

Dirección de contacto

APRENDER
Iniciación a



GRAÓ

SANTOS, M.E. (1999): *Desafios Pedagógicos para o Século XXI*. Lisboa. Livros Horizonte.

SANTOS, M.E. (2001): A Cidadania na «Voz» dos *Manuais Escolares*. Lisboa. Livros Horizonte.

Nota de la editorial

(*) Este artículo ha sido traducido por Aureli Caamaño miembro del Consejo de dirección de ALAMBIQUE.

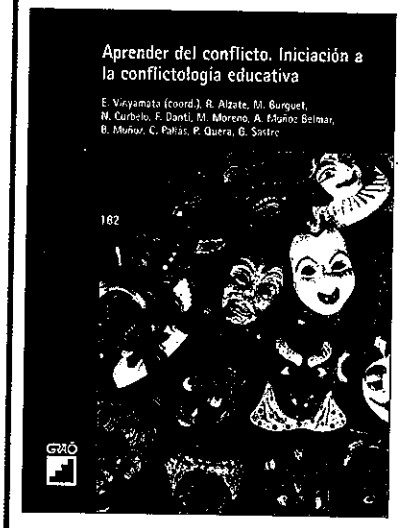
Dirección de contacto

Isabel P. Martins (Coordinadora del equipo de autores del Programa). Departamento de Didáctica y Tecnología Educativa. Universidad de Aveiro. Aveiro (Portugal).

imartins@dte.ua.pt

APRENDER DEL CONFLICTO.
Iniciación a la conflictología educativa

160 páginas 11,70 €



E. VINYAMATA (COORD.) / R. ALZATE / M. BURGUET / N. CURBELO / F. DANTÍ / M. MORENO / A. MUÑOZ BELMAR / B. MUÑOZ / C. PALLÀS / P. QUERA / G. SASTRE

Los autores y autoras que participan en este libro provienen de disciplinas y ámbitos de actuación diversos -la pedagogía, la sociología o la psicología, por ejemplo, sin embargo, tienen en común su formación en conflictología y su dedicación profesional a intentar establecer las paces y proponer métodos inteligentes de solución no violenta de conflictos reales.
La situación de nuestro mundo invita a hacer un esfuerzo por comprender los conflictos e intentar encontrar remedio desde metodologías pragmáticas y capacidades de análisis científicamente rigurosas. Guerras, violencia doméstica, excesiva competitividad, graves tensiones políticas, una sociedad desestructurada que hace, de la mayoría, verdugos y víctimas unos de otros... Sin embargo, existen posibilidades y recursos para atajar los problemas, facilitar solución a los conflictos, convivir y crecer para ser felices. La educación, en este sentido, tiene mucho que decir.

GRAÓ Francesc Tàrrega, 32-34
08027 Barcelona (España)
Tel.: (34) 934 080 464
E-mail: graoeditorial@grao.com