

La cultura científica y las ciencias para el mundo contemporáneo

Resumen: La enseñanza de la Ciencia en la Educación Secundaria es fundamental para la cultura científica de las personas. Los resultados de nuestros estudiantes en pruebas internacionales indican la deficiencia que tienen en formación científica que ninguna ley de Educación ha resuelto. La nueva ley plantea una materia en Bachillerato, "Ciencias para el Mundo Contemporáneo", que intenta paliar dicho déficit. En este artículo proponemos unos objetivos y contenidos que podrían formar parte del currículo de esta materia, tanto para alumnos de letras como de ciencias, defendiendo su adscripción a los departamentos de Física y Química y de Ciencias.

1. Introducción

Ya en el año 1999 los asistentes a la *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI*, celebrada bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) realizaron una declaración sobre la ciencia y el uso del conocimiento científico y en su preámbulo establecieron que: "*Las ciencias deben estar al servicio del conjunto de la humanidad y contribuir a dotar a todas las personas de una comprensión más profunda de la naturaleza y la sociedad, una mejor calidad de vida y un medio ambiente sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras*". Y, entre sus considerandos, se afirmaba que: "*el acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, y que la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados*".

Desde luego para dotar a todas las personas de una comprensión más profunda de la naturaleza, crear una capacidad científica endógena y mejorar la formación científica de los ciudadanos, tan necesaria en este país, se han hecho en los últimos años algunas propuestas concretas desde diversos sectores e instituciones^{1,2}.

Sin embargo, la reciente Ley Orgánica de Educación (LOE)³ no parece dar una respuesta satisfactoria⁴ a la creación de esa cultura científica, centrándose el debate en aspectos de interés mediático y suscitando polémicas análogas a la paralizada Ley de Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE).

En el tercer principio en el que se inspira la LOE se afirma que hay, por parte del legislador, "*un compromiso decidido con los objetivos educativos planteados por la Unión Europea*" y que el proceso de construcción europea "*está llevando a una cierta convergencia de los sistemas de educación*". Esa convergencia debe, entre otras cosas, suponer estudiantes mejor preparados en materias científicas en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y en el Bachillerato (que en muchos países europeos dura un año más que el nuestro y concede un mayor peso lectivo en estas disciplinas). Este problema ya se está planteando en el ámbito universitario, en el que se alzan voces sobre la incongruencia de intentar con-



Mario F. Redondo
Ciércoles^a



Emilio Gómez
Castro^b

fluir a un espacio europeo de educación superior, de acuerdo al conocido como proceso de Bolonia, sin una convergencia real en materia científica en la Enseñanza Secundaria.

No parece poderse conseguir este ambicioso objetivo marginando, como se ha hecho hasta ahora, a las materias de Química y de Física, asignándolas 2 horas semanales en 3º de la ESO, haciéndolas "competir" o poniéndolas en el mismo plano que otras asignaturas optativas tales como la música, la educación plástica y

visual o la informática en 4º de la ESO, o manteniéndolas unidas en 1º de bachillerato con una asignación horaria exigua.

Así, algunos indicadores del conocimiento científico de nuestros alumnos (futuros ciudadanos con responsabilidades en la toma de decisiones) están siendo muy preocupantes. Basta observar los decepcionantes resultados de nuestros mejores alumnos en las Olimpiadas Internacionales de Química, de Física o de Matemáticas, la evaluación externa realizada en el proyecto PISA 2003⁵, o la situación de los primeros cursos de universidad, en los que cada año aumentan los denominados cursos "cero", cursos especiales que se realizan en septiembre y cuyo objeto es que los alumnos, habiendo aprobado la selectividad, comiencen la carrera con unos conocimientos básicos mínimos en Matemáticas, Física y Química.

Desde luego, las causas por las que se ha llegado a esta situación son múltiples y la solución compleja, pero a pesar de estos indicadores, las reacciones han sido escasas, si exceptuamos a la comunidad científica y docente⁶⁻¹¹.

Ante este horizonte, se requiere un mayor esfuerzo para el adecuado entendimiento de las ideas científicas y de la relación de la ciencia con la tecnología y la sociedad, lo que incluiría un fuerte énfasis de la ciencia y de la cultura científica en los currículos de todos los niveles de educación y de todas las modalidades, en especial de la modalidad científico-tecnológica. ¿Por qué nos parece coherente que los alumnos estudien historia a lo largo de todo el currículo de secundaria y bachillerato, y no química?

Es cierto, que nuestros alumnos, en la mayoría de los casos, no serán químicos (ni historiadores), pero aunque lo fueran, no se puede conocer todo el amplio espectro de la ciencia. Sin embargo, el que éstos adquieran una base sólida de carácter científico en esta etapa, les daría la capacidad de aprender por sí mismos y de entender y valorar los avances científicos a lo largo de la vida.

2.- Cultura Científica

Desde luego, podemos afirmar que la Ciencia es Cultura. En el *Diccionario del Español Actual*¹² se encuentran tres acepciones de cultura: i) conjunto de conocimientos adquiridos

^a) IES. Arquitecto Peridis. Av. Alemania, 8. 28916 Leganés.
c-e: mario.redondo@madrid.org

^b) IES. José de Churriuguera. Av. Constitución de Cádiz, 1
28914 Leganés.
c-e: emgomez@quim.ucm.es

por la persona que permite desarrollar el sentido crítico y el juicio; ii) instrucción o conjunto de conocimientos no especializados que se supone debe poseer toda persona educada; iii) conjunto de modos de vida, conocimientos y grado de desarrollo de una colectividad humana o de una época.

En las dos primeras acepciones, la cultura se relaciona con los individuos, mientras que la tercera está asociada con una dimensión colectiva. Así, el avance rápido de la ciencia (y la tecnología) han producido cambios tanto en las estructuras sociales como en la vida diaria de los individuos. Por tanto, para una adecuada comprensión de éstos es necesario un conjunto de conocimientos o una instrucción: una Cultura Científica.

En estos últimos años, se han creado nuevas expectativas, incrementándose, por un lado el bienestar de los ciudadanos y, por otro, los posibles riesgos asociados a la utilización de las nuevas tecnologías y sus efectos sobre el medio ambiente, aspectos que son una de las preocupaciones fundamentales del siglo XXI. En tal contexto, la aceptación social de nuevos adelantos en la investigación científica y de un pensamiento sistémico-medioambiental requiere la necesidad de una amplia cultura científica y de una formación continua del ciudadano, que posibilite el diálogo con una sociedad civil bien informada.

En una sociedad, como la española, donde la ciencia y la tecnología ocupan un nivel secundario de interés y, por ello, una escasa demanda, se estima difícil que en las condiciones actuales la educación contribuya, o pueda contribuir, a la cultura científica. Así, todo este "barniz social" en productos y componentes científicos y tecnológicos no está acompañado por el "brillo" de una amplia cultura científica que facilite la apreciación de todo lo que aquello significa. En los últimos años, se está produciendo un descenso del interés por las ciencias y la ingeniería en cuanto posibles profesiones; a la vez que se promocionan "otras formas de conocimiento" y proliferan adivinos, astrólogos y curanderos. Así mismo, proliferan ideas acientíficas en los adultos y en los alumnos, tales como que la electricidad fluye por los cables tal como lo hace el agua por las tuberías, que los cuerpos se paran al menos que continúen siendo impelidos o que la ciencia y la técnica apenas se diferencian.

De acuerdo con Holton¹³ que esta situación siga uno u otro curso en el futuro cercano dependerá, hasta cierto punto, de si se llevan a cabo intervenciones enérgicas y exitosas para contrarrestar la visión alternativa de la ciencia o si, por el contrario, los intelectuales y los políticos siguen limitándose a hablar mucho y actuar poco en relación con la incultura, tanto científica como general. Para lograr una mejor cultura científica de los futuros ciudadanos se requiere, según este autor, una formación de las personas, desde edad temprana, en una visión moderna del mundo que inmunice contra los atractivos de lo que denomina "*anticiencia*" y esto no sólo exige un sistema educativo consistente y diseñado para este propósito, sino también la implicación de padres y profesores, quienes, a su vez, deberían haber pasado por una educación de este tipo.

En este sentido, con el fin de conseguir una comprensión de los conceptos y procedimientos fundamentales de la ciencia en general y de la Química y de la Física en particular, ya se han realizado en los últimos años algunas propuestas que pasan por replanteamientos curriculares y sobre todo el poner énfasis en las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio-ambiente¹⁴⁻¹⁸.

3.- Ciencias para el mundo contemporáneo

La asignatura de **Ciencias para el Mundo Contemporáneo** propuesta en la ley pretende, en parte, promover esa Cultura Científica tan necesaria. Parece, en principio, una materia pensada para los alumnos que cursen las modalidades de los Bachilleratos de Artes, Humanidades y Ciencias Sociales, si bien sería aconsejable que también pudiera hacerse extensiva a la modalidad de Ciencia y Tecnología, con algunos cambios, como una materia optativa, como ya se hace en otras materias como las Matemáticas (con dos modalidades) o las Tecnologías de la Información y Comunicación (aplicaciones informáticas) en su modalidad tecno-científica o de ciencias sociales. Así mismo, parece coherente que su adscripción fuera a los departamentos de ciencias y no quedase al arbitrio de cada comunidad autónoma o centro educativo.

Es interesante poner de manifiesto que en algunos países europeos existe ya desde hace años una línea parecida, donde alumnos de itinerarios de Bachilleratos "no científicos" cursan materias científicas¹⁹⁻²¹. Así en Francia existe una materia de Cultura Científica; en Italia los alumnos que tradicionalmente denominaríamos de "letras" estudian Física y Química, aunque con una carga lectiva menor. Por último, en Finlandia, el país mejor valorado en materia científica en el ya citado informe PISA 2003, existe un mínimo número de horas de Física y de Química que deben cursar todos los estudiantes de Bachillerato, independientemente de la modalidad.

Teniendo en cuenta las características de nuestro sistema educativo, a los alumnos a los que se dirige y su escaso bagaje científico (para algunos todo el contacto con las ciencias empíricas habrá acabado en 3º de la ESO y otros, incluso, habrán obtenido el Título de Graduado en Educación Secundaria, en 4º de la ESO, con materias científicas suspensas), debería tener un enfoque histórico (determinados conceptos son más fáciles de entender si se abordan desde este punto de vista) y contemplar algunos conceptos científicos relevantes sobre los que sustentar el conocimiento, sin quedarse en vagas ideas muy superficiales y puramente descriptivas (no parece sencillo entender las propiedades de nuevos materiales sin el conocimiento de algunas ideas básicas sobre la materia y sus cambios, o describir el Universo sin alguna base sobre la Mecánica).

A la vez se deben afianzar, ampliar o desarrollar nuevos conceptos que den sentido a aspectos importantes de las distintas ciencias. Por otra parte, como aspecto complementario, la materia debería tener un cierto carácter práctico, realizándose experiencias de laboratorio, elaboración de informes científicos, etc., que acerquen a los alumnos a la metodología científica.

Parece además interesante que, a través de la misma asignatura, se conozca en profundidad la metodología científica (que permita distinguir de forma clara la ciencia de la pseudo-ciencia) y el papel de la ciencia en la sociedad (que ponga de manifiesto la influencia de la ciencia en los cambios sociales) haciendo hincapié en la relación entre ciencia, tecnología y sus implicaciones sociales. En este sentido, es importante que en el diseño de la misma se contemple y promueva el diálogo con científicos, lo que podría tener un beneficio añadido.

A partir de estas premisas se pueden plantear los objetivos educativos que se deben perseguir y los contenidos a tratar a lo largo de la asignatura.

Objetivos

Los alumnos, al finalizar el estudio de esta materia deberían ser capaces de:

La cultura científica y las ciencias para el mundo contemporáneo

1. Conocer y utilizar los principios de la metodología científica, abandonando la metodología de la superficialidad, siendo capaces de emitir hipótesis, interpretar y analizar gráficas, tablas y expresiones científicas; así como utilizar los modelos de representación científica.
2. Interpretar científicamente los hechos y fenómenos, así como sus posibles aplicaciones tecnológicas, utilizando las leyes y las teorías de las distintas ciencias.
3. Establecer estrategias de resolución de cuestiones y problemas, que permitan resolver correctamente aspectos relacionados con los contenidos de las unidades.
4. Comprender la influencia de la ciencia en la evolución de las sociedades, así como los condicionamientos históricos y sociales de la creación científica.
5. Adquirir una cultura científica y un conocimiento básico de la Ciencia del Siglo XXI.
6. Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica.
7. Utilizar los conocimientos científicos adquiridos al estudio y valoración de problemas relevantes.
8. Analizar y evaluar críticamente la correspondencia entre las necesidades sociales y el desarrollo científico-técnico, valorando la información y participación ciudadanas como forma de ejercer un control democrático del mismo.
9. Reconocer, valorar y apoyar la fundamental aportación de la investigación científica y de la industria en el desarrollo del conocimiento, la elaboración de productos y en la de proporcionar servicios que mejoran la calidad de vida y el bienestar de la sociedad.
10. Comprender la importancia del desarrollo sostenible en el progreso de la Sociedad actual.

Contenidos

Los contenidos de esta asignatura, se podrían distribuir en tres grandes bloques:

Bloque I: Evolución y estudio de los conceptos científicos.

En él se podrían tratar los hitos culturales e históricos que se han podido alcanzar gracias a la ciencia. Así mismo, para poder entenderlos, sería necesario abordar algunos conceptos y leyes físico-químicas fundamentales.

Bloque II: La Ciencia Moderna.

En este bloque se podrían tratar las bases de la ciencia actual y las perspectivas que se abren en el ámbito tecnológico.

Bloque III: Sistema Ciencia-Tecnología-Empresa

En él se trata de describir el sistema científico-tecnológico y la fundamental aportación de la investigación científica y de la industria en el desarrollo del conocimiento, la elaboración de productos y en la de proporcionar servicios que mejoran la calidad de vida y el bienestar de la sociedad. Así mismo, se abordarán las principales características de las relaciones Ciencia-Técnica-Sociedad utilizándose algunos ejemplos históricos.

En la Tabla 1 se muestran los contenidos más importantes que, a nuestro juicio, debiera tener la nueva materia. Éstos no pretenden ser un sistema perfectamente ordenado, sino una aproximación a los conceptos a tratar.

4.- Conclusiones

La nueva Ley Orgánica de Educación mantiene un inquietante futuro para la enseñanza de las disciplinas científicas y, desde luego, para la tan anhelada Cultura Científica y la formación

integral del futuro ciudadano. Para que esa cultura llegue a todos nuestros alumnos es necesario que se estudien desde los niveles más elementales de la ESO, con una carga lectiva adecuada, para que los contenidos de todas las ciencias se puedan impartir con garantías, y con una cierta obligatoriedad, con el fin de que todos los alumnos adquieran una suficiente preparación tanto de Química, como de Física y de Biología, como se hace en la mayoría de los países de nuestro entorno.

Desafortunadamente no parece que se contemple esta posibilidad y, por tanto, no habrá mejora en la Enseñanza de las Ciencias en la etapa de la ESO, puesto que sólo hay una materia de las nueve, en los tres primeros cursos de la ESO, que hace referencia a las Ciencias de la Naturaleza y en ella se mezclan contenidos muy elementales de Física, Química, Biología y Geología, sin posibilidad de abordar con rigor y extensión ninguna de ellas (ya que el número de horas será muy reducido). Además, hasta ahora, se percibe una cierta repetición de contenidos de los distintos cursos. Así mismo, en cuanto a las materias que se propone en la nueva ley, el desequilibrio entre las materias de humanidades y las científicas se extiende al bachillerato de Ciencias y Tecnologías donde las primeras pueden representar el 60% del currículo.

A pesar de todo, la nueva materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo es un acierto, en la medida que permitirá que alumnos que cursan un bachillerato no científico, adquieran o completen una cultura científica.

Teniendo en cuenta que no hay definido nada sobre esta materia, es difícil valorar qué contenidos básicos debe estudiar y conocer un ciudadano del siglo XXI. Así, la propuesta curricular que aquí se presenta para la incipiente asignatura es una primera aproximación que requiere un profundo debate y una reflexión sobre qué tipo de conocimientos y qué aspectos del quehacer científico serían importantes conocer por aquellos alumnos que no siguen un currículo de carácter científico-técnico. Se trataría de dar una formación integral que acabe con la falta de conocimiento mínimo, que impera en muchos sectores de la sociedad actual y de concienciar a ésta del indispensable papel que la ciencia desempeña para garantizar y mejorar la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos.

Referencias

- [1] Informe de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria, constituida en el seno de la Comisión de Educación, Cultura y Deporte, aprobado el 13 de mayo de 2003 (543/000012), publicado en el Boletín Oficial de las Cortes Generales, el 22 de mayo de 2003, Número 660 (Senado, Serie I). <http://www.senado.es/legis7/publicaciones/pdf/senado/bocg/660.pdf>
- [2] J. Hernández, J. J. Suárez, M. F. Redondo, "La Enseñanza de la Química en Educación Secundaria". Ponencia de la LIV Asamblea de la ANQUE. Oviedo, 2004, *Química e Industria*, 2004, 557, 29-44. <http://www.anque.es/>.
- [3] Proyecto de Ley Orgánica de Educación, MEC 2005. <http://www.mec.es/>
- [4] M. F. Redondo, "La LOE, otro paso atrás en la enseñanza de la química en secundaria". *Química e Industria*. 2005, 559, 36-42.
- [5] PISA, "Informe 2003 del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes. Evaluación de los primeros resultados en España" 2004, MEC. <http://www.pisa.oecd.org>.
- [6] I.F. Bayo, "La química, ¿una enseñanza secundaria?" *Química e Industria*. 2005, 558, 13-21.

Tabla 1.- Resumen de contenidos propuestos para la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo

BLOQUE	TEMAS	CONTENIDOS
<i>Evolución y estudio de algunos conceptos científicos.</i>	Inicio y desarrollo de las ideas científicas.	El conocimiento "científico" en las primeras culturas. La cosmología en Grecia. Aristóteles. Teoría geocéntrica. Sistema de Ptolomeo. La revolución industrial y científica. El Renacimiento y la revolución industrial. La teoría heliocéntrica de Copérnico. Leyes de Kepler y la nueva concepción de la física. Galileo y la nueva astronomía. La Sociedad de la Ilustración y la Revolución Científica de la Edad Moderna. Las matemáticas y la descripción del movimiento. El movimiento y sus causas. Leyes de Newton. Ley de Gravitación.
	Metodología Científica	Características de las Ciencias Contemporáneas. Las magnitudes y su medida. Las leyes matemáticas y la abstracción. Los métodos en la Ciencias de la Naturaleza y en las Ciencias Humanas. El desarrollo del conocimiento científico: el falsacionismo de Popper y las revoluciones científicas de Kuhn
	Estudio de algunos conceptos científicos	Energía y desarrollo Primeras teorías sobre el calor Concepto de trabajo y potencia Máquinas Fuentes de energía Energías convencionales y alternativas Degradación de la energía Electricidad Consumo energético: La eficiencia energética. Factura eléctrica La materia y la química Los inicios de la química: La alquimia Las reacciones químicas y sus características. Los gases y sus leyes. La atmósfera. Contaminación atmosférica. Los modelos en química: La teoría atómica y la teoría cinético-molecular. Aplicaciones Los elementos químicos. Regularidad. Importancia de la Tabla Periódica. Las moléculas y las macromoléculas La industria química: la producción de sustancias y materiales de interés. Conservantes y aditivos alimentarios. Plásticos y polímeros. Celulosa: la industria del papel. La fabricación del amoníaco: los fertilizantes. La materia viva y la biología.
<i>La Ciencia Moderna</i>	El desarrollo de las ciencias en el siglo XXI	Las Revoluciones conceptuales de la física: la mecánica cuántica y la relatividad. La nueva biología: de la genética a la biología molecular. La química y la vida: La Bioquímica. Los nuevos materiales, química y desarrollo sostenible, salud, etc. La biotecnología. La nanociencia
<i>Sistema Ciencia-Tecnología-Empresa</i>	La investigación planificada, el desarrollo científico y su repercusión social	Ciencia y Tecnología: Relaciones y diferencias. La tecnociencia. El sistema científico-tecnológico. I+D+i. La planificación socio-política de la investigación. La investigación científica en la UE: Los programas marco. La ciencia y su importancia social. El control social de la ciencia. La ciencia en la sociedad de la información. La ciencia, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

[7] J. López; T. Lupión; A. Mirabent, "Situación actual de la enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria: Estado crítico" En *Didáctica de la Física y Química en los distintos niveles educativos. Sección de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM. Ed. Pinto 2005*, 33-40.

[8] R. Martín, "La física y la química como asignatura fundamental en la Enseñanza Secundaria". *Revista Española de Física. 2000, 14 (4)* 10-11.

[9] M. C. Ramírez, M. F. Redondo, J. A. Morales y E. Gómez; "El maltrato a la Ciencia". *Vivir Educando. 2003, 7*, 14.

[10] M. F. Redondo, "La degradación de la Enseñanza de la Química en Secundaria". *Anales de Química. 2003, 99*, 51-54.

[11] J. J. Suárez, "Enseñanza de la Química, Humanidades y Sociedad". *Al-Químicos. Octubre 2003*, 8-10.

[12] M. Seco, O. Andrés, G. Ramos, *Diccionario del español actual*, Ed. Aguilar lexicografía, Madrid, 1999.

[13] G. Holton, "*Ciencia y Anticiencia*". Ed. Nivola. Madrid. 2000

[14] M. J. Iglesia; M. C. Ramírez; M. F. Redondo; M. P. Villacampa y E. Gómez "La enseñanza de la Física y Química en Secundaria. Dificultades y propuestas". *Vivir Educando. 2003, 7*, 15-18.

[15] A. Caamaño, A. Oñorbe "La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares" *Alambique, 2004, 41*, 68-81.

[16] A. Pro, A. Ezquerro. "La enseñanza de la Física: problemas clásicos que necesitan respuestas innovadoras" *Alambique, 2004, 41*, 54-67.

[17] A. Borsese. "Enseñanza científica en la sociedad moderna". *Anales de Química. 2004, 100*, 35-41.

[18] M. A. Crespo, M. S. Gutiérrez y M. J. Martín-Díaz. "La Química en la ESO". *Alambique, 2002, 5*, 15-20. "La Química en Bachillerato". *Alambique, 2003, 36*, 48-54.

[19] Base de datos de Eurydice sobre la Educación de la Unión Europea, año 2005. www.eurydice.org.

[20] A. Caamaño y otros. Monografía: "La enseñanza de la Ciencia en Europa", *Alambique, 2002, 31*.

[21] M. F. Redondo. "La enseñanza de la Física y Química en Europa: Análisis comparativo de los sistemas educativos". Sección de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM. *Ed. Pinto, 2005*, 15-23.