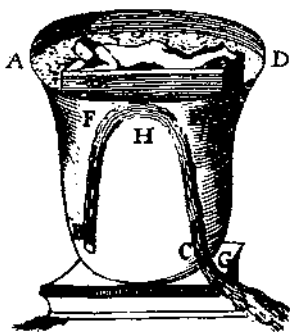


# INTERCAMBIOS, COMENTARIOS



## Y CRÍTICAS

### DEBATES

#### EL PAPEL DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA: UN ANÁLISIS SOBRE LOS CUATRO AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN

*Solbes, J. y Hernández, J.  
Equipo de Reforma y CEP. Valencia.*

Muchas veces las investigaciones en didáctica de las ciencias se centran, como es lógico por exigencias de especialización y rigor, en problemas limitados; con ello, parece olvidarse que algunos de dichos problemas se originan en características propias de un determinado sistema educativo. Por ello, parece conveniente realizar un análisis de algunas de las nuevas características de la enseñanza de las ciencias en el nuevo sistema educativo una vez concluido el proceso de experimentación de los cuatro cursos de la enseñanza secundaria obligatoria (ESO) y del primer curso de bachillerato en diversas comunidades autónomas así como en el territorio del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC).

Por otra parte, no existen en nuestro país muchos trabajos en didáctica de las ciencias que estudien las finalidades de la enseñanza de las ciencias (desde el punto de vista de la sociedad, de los estudiantes, de los profesores, etc.). Esto parece sugerir una imagen muy aséptica, neutral o instrumental de la propia didáctica.

Por eso, sin pretender realizar un análisis exhaustivo, señalaremos que la nueva realidad de complejas y profundas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS) plantea un doble finalidad a la enseñanza de las ciencias. Por una parte formar científicos e ingenieros mejor cualificados, para potenciar un mayor nivel de desarrollo; por otra parte, que los ciudadanos dispongan de la información científica que les permita comprender el complejo mundo que les rodea.

La enseñanza usual de las ciencias ha querido dar respuesta a la primera finalidad y, por ello, se ha centrado en los contenidos, que se plantean siempre en función del siguiente nivel educativo. A partir de los años 70 diversos países avanzados, como EEUU, Canadá, el Rei-

no Unido, Holanda, etc., incluyen la segunda finalidad en la enseñanza de las ciencias mediante objetivos como favorecer la comprensión de las implicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el medio ambiente (Waks 1990). Por contra, en nuestro país el BUP y COU se plantean en función de los contenidos y del siguiente nivel, la universidad.

La Reforma puede contribuir a solucionar esto, al plantear la consecución de ambas finalidades, mediante unos objetivos ambiciosos y modernos para la enseñanza de las ciencias que pretenden no sólo enseñar contenidos sino familiarizar a los estudiantes con la forma de trabajo de los científicos, darles a conocer las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, así como la historia de la ciencia, fomentar una actitud positiva de los alumnos y de las alumnas hacia las ciencias y su aprendizaje, etc. Este enfoque permitiría mostrar las ciencias como un elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo, que incluye no sólo aspectos de las humanidades (literatura, historia, etc.), sino

también los principales avances científicos y sus aplicaciones, sin los cuales es difícil comprender la sociedad en que vivimos (Gil y Solbes 1990).

Sin embargo, una cosa son las finalidades, que compartimos, y otra los medios que se instrumentan para conseguirlas. En este momento podemos realizar una detenida reflexión sobre ellos basada en el largo proceso de experimentación de los cuatro cursos antes mencionados.

Entre dichos medios podemos mencionar los que desarrollamos a continuación: a) el área de ciencias de la naturaleza y su optatividad en 4º de ESO; b) la prescripción de contenidos en dicha área en 4º de ESO; c) la consideración del área de ciencias en la etapa; y d) el tratamiento de las diversas disciplinas científicas en el bachillerato.

**El área de ciencias de la naturaleza y su optatividad en 4º de ESO**

Es patente que tras años de debate, nadie discute una opción de ciencia integrada o combinada en la enseñanza primaria, ni tampoco que deba haber uno o dos años de transición a un enfoque más disciplinar en el primer ciclo de la secundaria; sin embargo, está muy cuestionado el enfoque de área para las edades que corresponden al 2º ciclo de secundaria (ver Gil 1985 y 1989, Hodson 1988 e incluso uno de sus promotores, Frey 1989).

A pesar de ello, con el decreto de mínimos de la enseñanza secundaria (BOE de 26 de junio de 1991), se ha realizado esta discutible opción de área para las ciencias.

¿Podemos tomar como referente algún país de la CEE donde también esto ocurra? Tal vez el nuevo currículo inglés, que presenta una asignatura de «Sciences» para el ciclo 12-15. Pero hay una diferencia fundamental entre ese modelo y el español, que conviene remarcar. En nuestro país, el decreto antes mencionado plantea que la enseñanza de las ciencias ha de ser optativa en 4º de ESO. Por contra, en el Reino Unido las «Sciences» no son optativas en el curso correspondiente a 4º de ESO, aunque antes lo eran. ¿Qué razones justificaron dicho cambio en aquel país? Aparecen claramente en un libro publicado por el propio MEC «Cómo interesar a las chicas por las ciencias» (1992), en el que se señala que el último año de secundaria obligatoria es quizá la peor época para que los chicos y las chicas elijan asignaturas. Esto es particularmente grave en el caso de las chicas, porque las ciencias (ingenierías, ciencias físicas, etc.) son vistas como

profesiones masculinas, por lo que a los 15 años son poco elegidas por ellas. Por contra, en las escuelas donde las ciencias son obligatorias para todos se ha visto que hay más chicas que eligen continuar ciencias en el siguiente curso. Esta opción de la obligatoriedad de las ciencias se está tomando en los países avanzados donde se constata una disminución considerable de los estudiantes que las cursan. Y, evidentemente, si se reduce la base de la pirámide de la población que estudia ciencias, se reducen los estratos superiores, es decir, se produce un déficit de profesores de ciencias cualificados e incluso de científicos e ingenieros (Matthews 1991). Así mismo, se reduce la comprensión pública de la ciencia, lo que ha llevado a algunos países (como Canadá) a ofrecer cursos de CTS a los alumnos que no seguían cursos de ciencias (Waks 1990).

En nuestro país, en el anterior sistema educativo, las ciencias (en concreto, física y química) eran obligatorias para los estudiantes de 15 años: se cursaban en 2º de BUP y en 2º de FP-I. Incluso, en la previa Reforma de las enseñanzas medias (REM) también lo eran. ¿Por qué en la actual Reforma se toma la opción contraria? Desconocemos la respuesta. Podemos apuntar irónicamente algunas hipótesis como nuestra tradicional costumbre de hacer lo que se ha descartado en otros países o una opción para mantener nuestro tradicional déficit de científicos e ingenieros (el porcentaje de titulados en carreras de ciencias e ingeniería sobre el total de titulados es en España del 13,6%, el menor de todos los países de la OCDE; en EEUU es del 19%; en Francia, del 39,6%; en Alemania, del 29,3%; en Portugal, del 23,6%; en Irlanda, del 26,9%; etc.).

Tampoco se puede encontrar la respuesta cuando se analizan los criterios que han guiado la elección de las optativas de 4º de ESO: ciencias (C), tecnología (T), plástica (P) y música (M), ya que no hay ningún criterio que justifique que estas sean las optativas y no otras. Si se aduce el carácter instrumental de las lenguas y las matemáticas, no se comprende por qué las ciencias sociales (epistemológicamente análogas a las ciencias naturales) no son optativas. Si se justifica la optatividad de las ciencias por su pretendido fracaso escolar en BUP y FP, como se ha hecho en algunos foros, se olvidan las nuevas propuestas de evaluación de la Reforma para la enseñanza de las ciencias y se ignora que el alumnado puede estar más «saturado» o tener un mayor fracaso en las diversas lenguas, las matemáticas o las ciencias sociales, que en la tecnología o la plástica.

Tampoco se puede justificar su optatividad en base a su carácter orientativo

hacia estudios ulteriores: como se eligen dos materias de las cuatro mencionadas hay seis combinaciones posibles, existiendo una ligera coherencia en algunas (como, por ejemplo, ciencias y tecnología), pero muchas de las restantes combinaciones (por ejemplo, ciencias y música o tecnología y música) no tienen un sentido muy claro. Respecto a los alumnos con orientación de humanidades y ciencias sociales, no parece que vayan a tener problemas, pues la mayor parte de las materias troncales son claramente de su área de conocimiento. ¿Es esta una pista de los criterios que han guiado la selección de optativas?

Por último, hay que señalar que la optatividad de las ciencias permite que en los centros experimentales sea posible no cursar ciencias en 4º de ESO y proseguir los estudios en el bachillerato de ciencias de la naturaleza y la salud o tecnológico, a pesar de que existe una gran continuidad entre los programas de física y química del 1º curso de bachillerato y la física prescrita en el decreto para 4º de ESO. En la experimentación de la Reforma, se ha dado incluso la aparente paradoja de que un centro no oferte las ciencias en 4º de ESO, porque no la ha elegido un número suficiente de alumnos, y posteriormente haya el suficiente alumnado para realizar un bachillerato científico. Los alumnos, a los 15 años, no escogen algunas optativas por orientación para sus estudios ulteriores, sino porque son más fáciles, por el profesor, etc.

**La prescripción de contenidos en el área de ciencias en 4º de ESO**

Si a esta optatividad de las ciencias en 4º de ESO añadimos el hecho de que el decreto de mínimos del MEC prescriba sus contenidos, obligando a que en ellas se impartan temas de movimientos, fuerzas, energía, ecosistemas, evolución y tectónica de placas, tenemos sentadas las bases de un grave problema (Bernabeu et al. 1992). En efecto, teniendo en cuenta que durante un largo período transitorio, el primer ciclo de la ESO se va a impartir en los actuales centros de EGB y el 2º en los de medias, por los respectivos profesores, esto condiciona 3º, obligando a impartir física, biología, química, etc. Todas estas variables juntas dan como resultado un decreto bastante flexible en el primer ciclo (paradójicamente permitiría realizar, al profesorado de EGB, biología y geología un curso, y física y química en el otro) y, por contra, totalmente inflexible en el 2º ciclo, lo cual, evidentemente, no facilita la coordinación tan necesaria entre ambos.

Esta prescripción de contenidos, además, ignora la realidad educativa al no

tener en cuenta que el planteamiento de ciencia integrada no es compartido por la mayoría del profesorado que ha de impartir el 2º ciclo de ESO quien, por otra parte, ha sido formado como especialista en una única disciplina (física, química, biología, etc.). Por ello, en los centros experimentales que han puesto en práctica el decreto de la Reforma se ha podido constatar que el profesorado de física y química, y biología y geología del 2º ciclo de ESO ha optado mayoritariamente por dividir el curso en cuatrimestres de física y química y de biología y geología. En menor proporción se opta por una opción anual y disciplinar (por ejemplo, 2 horas en 3º para cada profesor) Y, por último, en algunos casos el profesor tiene que impartir el área de ciencias, por opción personal o porque las necesidades educativas del centro así lo requieren.

La primera opción es mala para el alumno, para el centro, para el profesor... Para los alumnos —no olvidemos que tienen 14 y 15 años—, porque, cuando empiezan a adaptarse al profesor, a su metodología, etc., tienen que cambiar. Para el propio proceso de enseñanza, porque al duplicarse el número de alumnos que el profesor tiene que atender disminuirá evidentemente la atención individualizada y porque impone una evaluación conjunta de ambos profesores (que, como pone de manifiesto la experimentación, se suele solucionar con el sistema de la media y entre 2 y 8 la media es 5). Por último, complica la organización del centro (los horarios de los cursos deben tener en cuenta esta distribución por cuatrimestres que supone doblar el número de grupos que atiende un profesor y además con un horario en alternancia con el compañero que imparte las otras disciplinas).

La segunda opción nos remite a la antigua FP-I, que, en vista del fracaso que suponían clases de dos horas en 1º y 2º, tuvo que reestructurar el horario de las materias para que pasaran a cuatro horas semanales en un curso. Los pocos profesores que la han seguido durante un curso se muestran totalmente en contra después de su experiencia, sobre todo por razones como la dificultad de seguimiento de los temas por parte de los alumnos dada la gran dispersión de las clases, que obliga a retomar continuamente el hilo conductor de los temas.

Pero la 3ª opción es la peor valorada por los escasos profesores que la han realizado, especialmente cuando es impuesta por el centro, porque ignora el perfil del profesorado que tiene que impartir el área, que es especialista en una sola de las disciplinas, especialización que ade-

más se verá aún más incrementada en los futuros planes de estudio universitarios (Solbes et al. 1992). Esto obliga a impartir disciplinas que desconocen y es evidente para todos que es difícil enseñar lo que se sabe, pero aún más lo que no se sabe. El resultado, como muestra la experiencia con el actual profesorado de física y química y de biología y geología, es que el profesor acaba dedicando más tiempo a la disciplina en que es especialista (biología, química, etc.), en detrimento de las demás (física, geología, etc.) (Jiménez et al. 1992).

### Consideraciones en el área de ciencias de ESO

Otro punto destacable es el excesivo número de materias por año del segundo ciclo de la ESO. En efecto, en las comunidades autónomas con lengua propia hay 12 en 3º curso y 11 en 4º curso «sobre el papel», pero en realidad son 13 por curso si se tiene en cuenta que en 3º y en 4º las ciencias son impartidas por dos profesores (el de física y química y el de biología y geología) y las sociales en 4º también por dos (el de historia y geografía y el de filosofía). Este número es semejante al que existía hace algunos años en la Formación Profesional I y cuya total ineficacia educativa llevó a la reestructuración antes mencionada (pasando las asignaturas comunes de dos horas en 1º y dos en 2º, a cuatro horas en 1º ó 2º), y es superior al del BUP y la FP-I actuales (con 9 ó 10 materias/año, salvo la rama de Administrativo).

Si tenemos en cuenta también el excesivo número de optativas en 4º de ESO (es decir, tal como ya se ha comentado, dos a elegir entre ciencias, tecnología, música y plástica, y otras dos del llamado espacio de optatividad, cultura clásica, segundo idioma, informática y un largo etcétera), vemos cómo aparecen problemas de difícil solución en la organización de los centros. Se necesitaría una estructura similar a la de las *high schools* estadounidenses, con un aula por profesor, para organizar un centro, y lo que existe es un aula por grupo de alumnos, teniendo que utilizar laboratorios y otras dependencias para efectuar los necesarios desdobles, lo cual los inutiliza en sus funciones pertinentes.

Y en esta proliferación de materias y optativas, ¿qué consideración merece el área de ciencias? El decreto permite comprobar la cantidad de contenidos que se incluyen en el área, no sólo los correspondientes a disciplinas tradicionales como física, química, biología, geología y astronomía, sino también de nuevos campos de conocimiento como la educación para la salud y ambiental, interacciones

ciencia, técnica y sociedad (CTS), etc. También se puede comprobar como los objetivos de la enseñanza de las ciencias cubren todo el amplio abanico de objetivos de la etapa secundaria (Jiménez et al. 1992). Por contra, encontramos que se le asignan 3 horas por curso (salvo en 3º, donde se le asignan 4).

Es decir, nos encontramos con objetivos y contenidos muy amplios para el número de horas disponibles en la ESO: cualquiera de las materias científicas incluidas en el área dispone de un tiempo considerablemente menor para conseguir los objetivos que se le marcan que cualquiera de las otras áreas de la ESO, las cuales están constituidas normalmente por una única disciplina. Y en el caso de que no sea así, o sea, cuando dichas áreas realmente integran más de un seminario o departamento, aumenta el número de horas que se les asigna. Por ejemplo, el área de sociales dispone en 4º de ESO de 5 horas (3 horas para geografía e historia y de 2 para la ética). El área de lenguas en las comunidades con lengua propia dispone, por ejemplo, de 6 horas en la Comunidad Valenciana (3 para el castellano y 3 para el valenciano), de 4 en las islas Baleares (2 y 2), etc.

### Las ciencias en el bachillerato

Quizá, los objetivos que asigna la Reforma a la enseñanza de las ciencias, a pesar de todas las dificultades mencionadas en la secundaria obligatoria, se podrían conseguir en los bachilleratos si éstos tuviesen un carácter más específico, tal como ocurre en otros países de nuestro entorno europeo, en particular Inglaterra, cuyo currículo parece haber servido de inspiración para las ciencias en la ESO.

Por el contrario, el modelo de bachillerato de nuestro país parece una prolongación de la ESO, con muchas materias por curso (10 en 1º y 10 en 2º en las comunidades con lengua propia), y con una parte común que constituye casi el 50% del horario del bachillerato. Además, es evidente que las materias de la parte común son en su mayor parte lingüísticas (lengua y literatura española y de la comunidad, idioma extranjero) o de humanidades y ciencias sociales (historia, filosofía). Es evidente, según esta estructura, que persiste la imagen de que las ciencias de la naturaleza no son parte integrante de la cultura de una sociedad moderna. Ha desaparecido incluso la asignatura de Ciencias de la Naturaleza que existía en la parte común de algunos bachilleratos de la anterior reforma de las enseñanzas medias (finalizada en el curso 1992-93).

Pero incluso manteniendo este modelo, sería posible un tratamiento más intensi-

vo de cada una de las disciplinas científicas impartíendolas por separado en 1º de bachillerato (física, biología y química, con carácter obligatorio) y en 2º (las mismas más geología, con carácter optativo). Por el contrario, en nuestro país, en 1º de bachillerato, la física y la química aparecen unidas en una única asignatura y la biología y la geología en otra, siendo el único país de nuestro entorno europeo, salvo Portugal, en que esto sucede.

**Conclusiones**

La Reforma supondrá un avance en la enseñanza de este país, pero a la vista de todo lo expuesto no parece que vaya a ser así en el caso particular de la enseñanza de las ciencias. Es contradictorio que, con el gran esfuerzo que ha realizado nuestro país en estos últimos años, que le ha permitido pasar de un 0,4 % del PIB en I+D en 1980 a un 0,9 % del PIB en I+D en 1990 (aún lejano del 2% de media en los países de la OCDE), y con nuestros déficits de ingenieros y científicos antes mencionados, se manifieste tan escaso cuidado por la «cantera», es decir, por la enseñanza de las ciencias en la secundaria.

En efecto, una enseñanza de las ciencias que pretenda cubrir los múltiples objetivos que le asigna la Reforma y que muestre las ciencias como un elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo requiere tiempo de enseñanza-aprendizaje y un conocimiento profundo por parte de los profesores de la materia y de su didáctica. Por el contrario, los «medios» que la Reforma ofrece (reducción del tiempo disponible, cuatrimestres u obligación de impartir materias que se desconocen, etc.) pueden producir efectos contrarios a los que se buscan, porque el profesorado, cuando no dispone de tiempo o no domina la materia o tiene en el horizonte una prueba de acceso, prima en exceso los contenidos conceptuales (en su peor versión, el formulismo) en detrimento de los metodológicos, de interacción CTS, etc., que se convierten en papel mojado.

¿Qué posibles soluciones se pueden plantear a esta situación? Si se hubiesen tenido en cuenta algunos resultados de la experimentación de la REM (que se inició el curso 1983-84 y ha finalizado este curso) no hubiese sido necesario ir muy lejos para encontrarlas:

1. En el primer ciclo de la ESO se podría mantener una enseñanza conjunta de las ciencias, pero en el segundo ciclo debería haber una primera separación con 2 asignaturas obligatorias (biología y geología en 3º y física y química en 4º), como sucedía en la REM. Eventualmen-

te, esta última podía ofrecerse en dos niveles de contenidos, tal como se ha establecido para las matemáticas de 4º de ESO (BOE de 25 de marzo de 1992). Esto, a su vez, muestra cómo se podría reducir el número de materias por año en la ESO, es decir, no impartiendo todas las áreas todos los años.

2. El bachillerato debería ser más específico: una parte común más reducida, alguna asignatura menos por año y, por último, una parte optativa coherente con el propio bachillerato. La enseñanza de las ciencias debería ser disciplinar como sucede en todos los países de nuestro entorno europeo y tal como se propuso aquí cuando se planificaba la realización del libro blanco del bachillerato.

Agradecemos, por último, la lectura crítica y las sugerencias de Daniel Gil y Carlos Furió de la Universitat de València; de Pedro González, Juan J. García y Teresa Bella, del equipo de Reforma; de Concha San Valero, Inés Giménez, Jaime Carrascosa y Juan A. Llorens, asesores del CEP de Valencia.

**Referencias bibliográficas**

Bernabeu, J., Navarro, J. y Solbes, J., 1992. La enseñanza de las ciencias en crisis, *Suplemento de Educación del País*, 26 de mayo.

Frey, K., 1989. Integrated Science Curriculum: 20 years on, *International Journal of Science Education*, 11(1), pp. 3-17.

Gil, D., 1985. El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa, *Revista de Educación*, 279, pp. 27-38.

Gil, D., 1989. La globalización de las ciencias, ¿necesidad o peligro?, *Cuadernos de Pedagogía*, 172, pp. 42-44.

Gil, D. y Solbes, J., 1990. L'introduction aux sciences de la nature comme un element essentiel de la culture de notre temps, *Actes XII Journées Internationales Education Scientifique*, pp. 303-308.

Hodson, D., 1988. Toward a philosophically more valid science curriculum, *Science Education*, 72 (1), pp. 19-40.

Jiménez, M.P., Albaladejo, C. y Caamaño, A., 1992. *Didáctica de las ciencias de la naturaleza. Curso de actualización científica y didáctica* (MEC: Madrid).

Matthews, M.R., 1991. Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias, *Comunicación, Lenguaje & Educación*, 11-12, pp. 141-145.

Solbes, J., Navarro, J. y Nebot, J., 1992. Los profesores de física y química y su formación, *Suplemento de Educación del País*, 10 de noviembre.

Waks, L.J., 1990. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: Orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales, *Ciencia, tecnología y sociedad*. (Antrophos: Barcelona).

Varios, 1992. Cómo interesar a las chicas por las ciencias (MEC: Madrid).

**Adenda**

En recientes manifestaciones públicas del MEC se ha señalado la inminente aparición de modificaciones en el Real Decreto de la Enseñanza Secundaria Obligatoria que afectarían a las Ciencias de la Naturaleza. En concreto, la modificación propuesta consiste en separar las Ciencias de la Naturaleza optativas de 4º de ESO en sus dos áreas constituyentes: Física y Química, y Biología y Geología. Con esto los estudiantes en lugar de tener 4 optativas de 3 horas (Ciencias, Tecnología, Música y Plástica) de las que eligen 2, tendrán 5 optativas de 3 horas de las que continuarán eligiendo dos.

Esto supone un avance especialmente positivo en lo que concierne a la organización de los centros, ya que evita la división de las Ciencias de 4º de ESO en dos cuatrimestres, con los problemas que ello conlleva, aunque el problema subsiste en 3º. Además, aumenta el número de horas globales de Ciencias para los estudiantes que escojan simultáneamente Física y Química, y Biología y Geología. Pero en lo que concierne al análisis realizado en este artículo sobre el papel de las ciencias en la ESO pensamos que no hay cambios sustanciales. Los problemas clave no han sido superados. En efecto, las Ciencias continúan siendo optativas en 4º de ESO, con lo cual no se puede realizar el planteamiento de una enseñanza de las Ciencias para todos en Secundaria, que permita comprender un mundo profundamente modificado por los avances científicos y tecnológicos y, a la vez, pueda formar a los futuros científicos y técnicos. Por otra parte, se continúa manteniendo la Física y Química en 1º de Bachillerato como una única asignatura y la Biología y Geología como otra, al contrario de lo que sucede en los países de nuestro entorno.