

LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN ESPAÑA: ALGUNAS PROPUESTAS DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA

JOSÉ DAMIÁN LÓPEZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE MURCIA. MURCIA. ESPAÑA

Resumen: Basándonos en la perspectiva que ofrece la historia del currículo y la historia de las disciplinas científicas, en este trabajo revisamos algunas características de la enseñanza de la física en la educación secundaria en España. Analizamos someramente su peso específico en los planes de estudio, los cambios en los objetivos planteados, en los contenidos de enseñanza programados, en las experiencias prácticas desarrolladas, en la formación y selección del profesorado encargado de impartirla o en los planteamientos didácticos puestos en práctica en los institutos públicos.

Palabras clave: enseñanza de la física, educación secundaria, currículo, España

Teaching High School Physics in Spain: Some Historically-Grounded Proposals

Summary: In this paper we review some features of the teaching of Physics in secondary education in Spain from the vantage point of the history of curriculum and the

* Correspondencia: José Damián López Martínez

Departamento de Teoría e Historia de la Educación

Universidad de Murcia

Facultad de Educación

Campus Espinardo

30100 Murcia

Email: damian@um.es

history of scientific disciplines. We briefly analyze the importance of physics teaching in different aspects of secondary education teaching, such as curriculums, objectives, the actual teaching content, the role of experiments, training and selection of the teachers and the didactic approaches implemented in public institutes.

Key words: teaching of physics, secondary education, curriculum, Spain

La física es una disciplina académica con una larga tradición en nuestro país en el nivel educativo de la educación secundaria (segunda enseñanza, bachillerato). En este artículo indagaremos en la evolución de la enseñanza de la física en dicha etapa educativa desde la perspectiva de la historia de las disciplinas escolares (Viñao, 2006: 262), analizando los discursos sobre su valor formativo, la utilidad y finalidad de su enseñanza, su presencia en los planes de estudio, los contenidos prescritos y libros de texto utilizados, así como la práctica docente y los modos de transmitir y enseñar los contenidos de la disciplina. Por último, consideraremos la formación del profesorado encargado de impartir esta materia.

La física como disciplina en el currículo de la segunda enseñanza

En esta sección analizamos someramente el peso específico que la física ha tenido como disciplina académica de la segunda enseñanza desde la constitución de nuestro sistema educativo hasta la actualidad. Para abordar este apartado, además de las fuentes legislativas relativas a planes de estudio vigentes en dicho nivel educativo, hemos consultado algunos estudios sobre la segunda enseñanza en España (Utande, 1964; Luis, 1985; Sanz, 1985; Díaz, 1988; Viñao, 1992; López, 1999).

La física, acompañada o no de la química, estuvo ya presente en los planes de estudio de segunda enseñanza de 1836 (Plan del Duque de Rivas), de 1845 (Plan de Pedro José Pidal), o en el currículo establecido por la Ley Moyano (1857) y los sucesivos planes de estudio derivados de la misma, es decir, durante el proceso de configuración del sistema educativo español.

Antonio Gil de Zárate, uno de los redactores del plan Pidal de 1845, director general de Instrucción Pública a mediados de ese siglo, y que había estudiado ciencias físicas y exactas en París, consideraba que la formación científica de los ciudadanos era necesaria para el progreso y avance de la sociedad española: «Asombrando, como hoy están, al mundo los portentos del vapor, de la electricidad, del magnetismo, del lumínico, ¿qué persona bien educada puede dispensarse de estudiar la física?, ¿quién no se avergüenza de ignorar sus más sencillos elementos?» (Gil de Zárate, 1855: 5-6). A pesar del reconocimiento del papel que la física podía desempeñar en la educación del alumnado, cuando se analizan los planes de estudio para la segunda enseñanza observamos que generalmente se subestimó su valor formativo frente a otras materias, y que el tiempo dedicado a su enseñanza resultó ser sensiblemente menor que el correspondiente a otras disciplinas del bloque de «Letras». Las

ciencias experimentales sufrieron una situación de marginalidad, ya que el espacio que se les concedió fue más bien exiguo, generalmente en los últimos cursos de esta etapa educativa. El reconocimiento cada vez más generalizado del progreso como algo estrechamente vinculado a la adquisición de una cierta «cultura científica» que permitiera el acceso a la utilización de tecnologías más modernas, no encontró una respuesta adecuada en nuestro país. Sólo durante el Sexenio, o con las propuestas planteadas por el Plan Chao (1873), el de Groizard de 1894 o el de Gamazo de 1898, inspirados en propósitos de renovación y modernización, se puede observar un mayor interés por las ciencias como base de una instrucción integral, ya que otros planes de estudio vigentes en el último cuarto del siglo XIX, de signo conservador, constituyeron un claro retroceso. En este sentido, sirva de ejemplo el Plan de 1899 de Luis Pidal y Mon, con seis años de Latín y Castellano (treinta clases semanales durante los siete de bachillerato), frente a los tres cursos en los que se estudiaban las ciencias físico-químicas (nueve clases semanales en total). Giner de los Ríos, ante la mencionada reforma de 1899, criticaba que se adoptara «exclusivamente la enseñanza clásica en su forma más vieja (...) cuando todos los pueblos van poco a poco gravitando hacia la llamada enseñanza moderna o realista». Y añadía que «la pretensión de que disminuyendo las ciencias, (...) y cargando la mano en la Historia Sagrada y el Latín se rehaga la enseñanza, parece una broma siniestra» (Giner, 1899: 7).

Desde tendencias progresistas se trató de incluir asignaturas relacionadas con las ciencias experimentales con la intención de contribuir al progreso de la sociedad española del XIX, mientras que desde posiciones conservadoras se insistía en el estudio de la Lengua y el Latín, siendo minoritarios los planes de estudio en los que se ponderó adecuadamente el número de horas lectivas para las asignaturas de perfil científico y las de corte humanístico. En este sentido, el catedrático de Física y Química de instituto Ricardo Becerro de Bengoa comentaba a finales del siglo XIX que a lo largo de esa centuria se dio «mayor importancia a los estudios literarios que a los científicos» y que se seguía «combatiendo todo lo nuevo y provechoso, aferrándonos a lo pasado, insuficiente y pobre, e instruyendo y educando a nuestra juventud para que resulte en absoluto distanciada de las exigencias de los tiempos que han ido sobreviniendo» (Becerro, 1900: 9 y 231).

Al comenzar el siglo XX persistió la tendencia a considerar la física como materia apropiada para los últimos cursos del bachillerato, lo que se evidencia en los planes de García Alix (1900), Romanones (1901) y Bugallal (1903). Pero no sólo eso, como comentaba Baldomero Bonet, catedrático de la Facultad de Farmacia de Madrid, «se cambia un plan, sin dar tiempo a que la experiencia enseñe qué variantes han de introducirse en él, en caso de que realmente deba modificarse» (Bonet, 1907: 13). Habrá que esperar a 1926, con el plan Callejo, para que esta materia se introduzca en el bachillerato elemental. Esta tendencia prosiguió con el plan Villalobos (1934), que, como se observa en la tabla que sigue, amplió las horas dedicadas al estudio de las ciencias físico-naturales: el primer curso ya incluía contenidos de física y así proseguía hasta el final del bachillerato.

Plan de estudios	Cursos						Años que se cursa
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
1900	NO	NO	NO	NO	Física Química	Física	2
1901	NO	NO	NO	NO	Física Química	NO	1
1903	NO	NO	NO	NO	Física	Química	2
1926	NO	Física y Química	NO	NO	Física	Química	3
1931	NO	NO	NO	NO	Física	Química Física*	2
1932	NO	NO	NO	NO	Física	Química	2
1934	C. Físico naturales	C. Físico naturales	C. Físico naturales	Física y Química	Física y Química	Física y Química	6

Tabla 1. Distribución de la Física en el bachillerato durante los planes de estudios vigentes desde 1900 a 1936

Elaboración propia a partir de la Colección Legislativa de España.

(*) Física era una de las asignaturas para los alumnos del Bachillerato de Letras.

El plan de estudios de 1938 enfatizaba en la formación clásica, humanística, patriota y religiosa, proclamando el ministro José Ibáñez Martín en el discurso de inauguración del CSIC una ciencia católica. Sobre la presencia y peso específico de esta disciplina en el currículo de la segunda enseñanza durante esta época, el catedrático universitario Emilio Jimeno comentaba que no se había «logrado introducir, en el ambiente literario que siempre ha dominado, la justa apreciación de la importancia de esos estudios científicos» (Jimeno, 1940: 152). Es decir, nos encontrábamos en una situación similar a la de años atrás. Con el plan de estudios de Ruiz Giménez (1953) se estudiaba Física durante dos cursos del bachillerato elemental y otros dos en el bachillerato superior, para aquellos alumnos que optaban por la opción de ciencias, con una carga horaria que globalmente considerada era inferior a la destinada a Religión o a Enseñanzas del Hogar para el alumnado femenino, lo que, de forma general, ocurrirá durante toda la dictadura franquista. Ya en los años sesenta, otro catedrático de Física y Química de instituto, Severiano Goig, comentaba que no sólo estaba motivada la falta de peso específico de las materias científicas en los planes de estudio por la orientación fundamentalmente humanista que había imperado durante muchos años, sino también porque «durante mucho tiempo se ha subestimado en nuestro país el valor educativo de las Ciencias físicas... y por nuestro aislamiento del clima intelectual del exterior» (Goig, 1961: 86).

Con la Ley General de Educación (1970) se modificó la estructura del sistema educativo, estableciéndose el Bachillerato Unificado Polivalente (BUP) de solo tres años de duración. La Física y Química era una asignatura obligatoria en 2º y optativa en 3º. A partir del curso 1971-1972 se implantó el COU con tres horas semanales en la opción de ciencias, que después pasaron a cuatro. Por tanto, la Física pasó de ser impartida en 4º curso del bachillerato como Física y Química, en 6º del bachillerato superior y en el Preuniversitario como Física, separada de la Química, a serlo en el BUP como Física y Química en 2º y en 3º —en la opción b—, y en COU como Física. Tras el proceso de experimentación de la reforma de las enseñanzas medias, que trataba de remediar el excesivo academicismo del BUP, la enseñanza receptiva y los recargados programas, en 1990 se aprobaba la LOGSE. La Física y Química se incorporaba al área de Ciencias de la Naturaleza en 1º y 2º de ESO, y en 3º —ya como Física y Química— con dos horas semanales y en 4º como materia optativa de tres horas. En el bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud y de Tecnología se cursaba Física y Química en 1º, con cuatro horas semanales, y Física en 2º, según las opciones, con esas mismas horas. Por tanto, materias que eran obligatorias para todo el alumnado pasaron a ser optativas.

En la actualidad, como apunta Jordi Solbes, España es el único país europeo que no tiene separadas la física de la química en las edades correspondientes al primer curso del bachillerato. La introducción de la Filosofía II por el decreto de Humanidades (2000) y el bachillerato único de Ciencias y Tecnología (2006) ha hecho que disminuya su elección por parte del alumnado. La física es también, de entre todas las ciencias, la que peor situación presenta en España y en Europa (Solbes, 2011: 171).

En definitiva, la física ocupó durante buena parte del período analizado un lugar subsidiario y marginal en los planes de estudio si comparamos con el claro predominio de las materias del área de «Letras», subestimando su valor formativo frente a otras disciplinas. Con determinadas excepciones, el plan de estudios de 1934, por ejemplo, o las modificaciones introducidas en 1967 respecto al de 1957, en la mayoría de los planes de estudio la física se impartió en los últimos años del bachillerato, no se le concedió un carácter cíclico, gradual, incrementando paulatinamente los contenidos de enseñanza, y no se le reconoció suficientemente su valor educativo: propiciar una preparación científica básica que contribuyera a la formación integral de los ciudadanos. En este sentido, como veremos a continuación, incidió negativamente la finalidad otorgada a la enseñanza de la física en este nivel educativo.

La finalidad de la enseñanza de la física en la segunda enseñanza y la presión propedéutica de la universidad

La segunda enseñanza, por su origen como desprendimiento de la antigua Facultad de Artes (más tarde de Filosofía) en el siglo XIX, ha conservado durante muchos años una marcada filiación universitaria, puesta de manifiesto en su estructura, organización pedagógica, metodologías utilizadas, o en la formación y selección del profesorado de este nivel educa-

tivo. Ese carácter universitario a que debió su origen influyó en la concepción dominante sobre la finalidad del bachillerato, en los contenidos de enseñanza programados o en la labor desarrollada por el profesorado. Esta influencia del modelo universitario y de la finalidad otorgada a la segunda enseñanza, como pretendemos mostrar en esta sección, incidió notablemente en la finalidad educativa conferida a la disciplina, en las metas que se pretenden alcanzar con su inclusión en los planes de estudios en este nivel educativo.

A comienzos del siglo xx el profesor universitario Lázaro Ibiza comentaba que «planteados por el mismo patrón de la enseñanza superior, los institutos son en realidad pequeñas universidades y tienen todos los defectos de ésta» (Lázaro, 1902: 363). Posteriormente, el físico Blas Cabrera comentaba desde la *Revista de Pedagogía* que los defectos fundamentales de los institutos españoles del primer cuarto del siglo xx se debían «gran parte de ellos, si no todos, a la concepción equivocada de este período de la educación que ha presidido el nacimiento y evolución de dichos organismos docentes, convertidos en un anticipo de la Universidad en vez de ser una prolongación de la Escuela» (Cabrera, 1924: 180).

Como el bachillerato ha sido durante muchos años un período educativo selectivo, elitista, y la única vía de acceso a la universidad, su finalidad académica era preparar para el acceso a los estudios superiores, la transmisión de los contenidos necesarios para el paso, en las mejores condiciones posibles, a la universidad. Por ello, el objetivo fundamental que ha tenido el estudio de la física ha sido eminentemente propedéutico, formar al alumnado con vistas a seguir estudios universitarios. Esto se percibe claramente en la finalidad otorgada a la enseñanza de la física en esta etapa educativa ya que durante muchos años siempre ha estado supeditada a las exigencias de la enseñanza universitaria (López, 1999: 790; López & Bernal, 2002: 652), a la presión del nivel educativo inmediatamente superior, puesto que la universidad ha impuesto sus propios criterios e intereses —que son, en definitiva, los de quienes en ella se hallan—, no siempre coincidentes con los del nivel inmediatamente inferior, la educación secundaria. Sirva de ejemplo como, en 1938, al establecer las pruebas de suficiencia final o examen de Estado del bachillerato, necesario para obtener el título de bachiller y poder ingresar en la universidad, dichas pruebas eran organizadas por las universidades, con tribunales especiales compuestos por cinco profesores universitarios.

También ha habido en nuestro país propuestas en las que el bachillerato se consideró como un período esencialmente educativo, formativo y cultural en sí mismo. En este sentido, la influencia en la política educativa de sectores más progresistas, la creación de la Junta de Ampliación de Estudios, la puesta en funcionamiento del Instituto-Escuela de Madrid, la presencia de profesores innovadores en el colectivo de catedráticos de instituto, el conocimiento de propuestas que venían del exterior (Europa, Estados Unidos) sobre la importancia concedida a la enseñanza de las ciencias a la hora de conformar las que fueron denominadas «humanidades modernas», etc., propiciaron una evolución tendente a conseguir una formación científica que permitiera comprender los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana, adquirir conceptos relevantes para una mejor comprensión del mundo físico y

de la naturaleza, adoptar procedimientos habituales en la actividad científica que capacitará para adoptar una actitud crítica, disponer de estrategias para afrontar una situación de forma rigurosa, y comprender la importancia de estas materias en el progreso científico y tecnológico (Bernal & López, 2007: 218).

El carácter esencialmente formativo de la segunda enseñanza quedaba puesto de manifiesto también en la ponencia redactada en 1930 por algunos catedráticos (Cándido Bolívar, Luis Bermejo, Ángel del Campo, Julio Palacios, entre otros) de la Facultad de Ciencias de Madrid: una formación de cultura general básica del alumno, huyendo de prematuras especializaciones y a través de una enseñanza cíclica e ininterrumpida de Matemáticas, Física y Química, acentuando su carácter práctico y experimental con una metodología que deberá ser *más del tipo escuela que del universitario*, con libros de texto escogidos libremente por los profesores y limitando el número de alumnos por aula (Boletín de la Universidad de Madrid, IX, 1930, 457-460).

En este sentido, Josep Estalella Graells, un excelente catedrático de Física y Química de instituto, becado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, director del Institut-Escola de Barcelona en los años treinta del siglo xx, y uno de los profesores que dieron los primeros pasos para la configuración de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en España (López & Bernal, 2000), insistía en la importancia de ese carácter formativo para este nivel educativo: «reconocemos y sostenemos que el Bachillerato ha de ser esencialmente formativo», aunque también pensaba que, como veremos más adelante, la metodología puesta en práctica por el profesorado propiciaba una «exagerada tendencia informativa» (Estalella, 1933: 4-5).

A pesar de estas iniciativas innovadoras, la concepción del bachillerato como unidad formativa y cultural en sí misma sucumbió ante el aspecto propedéutico. El carácter universitario a que debió su origen la segunda enseñanza se conservó durante demasiados años, influyendo en la concepción dominante sobre la finalidad de este período educativo, en los contenidos de enseñanza o en la labor desarrollada por el profesorado.

Posteriormente, a pesar del paso hacia un modelo de educación secundaria de masas a partir de la Ley General de Educación de 1970 y que, años después, la LOGSE (1990) transformó la enseñanza media en una educación secundaria para todos, ya que extendía la obligatoriedad hasta los 16 años, permitiendo la incorporación al sistema de grupos sociales sin tradición en esta etapa educativa, la visión propedéutica ha seguido estando implantada con firmeza en la enseñanza de la física (Furió *et al.*, 2001; Acevedo, 2004; Vázquez *et al.*, 2005; Solbes, 2011). La selectividad o las actuales pruebas de acceso a la universidad (PAU) pueden servir de nuevo como ejemplo de la influencia de la universidad en los contenidos desarrollados por los docentes durante prácticamente todo un curso académico, el segundo de bachillerato, puesto que la labor desarrollada en las clases de física por el profesorado de secundaria es de alguna forma «guiada» por parte del profesorado de la universidad al influir en el tratamiento de los contenidos tratados con vistas a dichas pruebas selectivas.

En definitiva, la finalidad de la enseñanza de la física ha estado en total correspondencia con la finalidad otorgada a la segunda enseñanza durante buena parte de su historia como tal nivel educativo, la de preparar exclusivamente para las carreras universitarias, puesto que estudiar el bachillerato no ha tenido sentido hasta hace unos años si no era con miras a acceder a la universidad. Si la finalidad de la segunda enseñanza hubiera sido no sólo capacitar al alumnado para acceder a la educación superior, sino procurar una formación científica basada no sólo en unos conocimientos teóricos sino también en destrezas y habilidades que le permitiera tener una actitud abierta y crítica, y disponer de estrategias para afrontar situaciones de forma rigurosa, también habría sido otra la finalidad otorgada a la enseñanza de la física.

Como veremos a continuación, los contenidos programados para la enseñanza de física también estuvieron íntimamente relacionados con los objetivos generales que se plantearon para este período educativo en su conjunto.

¿Qué física enseñar: física para futuros científicos o física para todos?

En esta sección queremos analizar la evolución producida en las propuestas de selección y secuenciación de los contenidos de enseñanza para la física como disciplina académica, analizando algunas características de los libros de texto utilizados en los institutos.

Durante los primeros pasos de este nivel educativo en el primer tercio del siglo XIX nos encontramos ya con el problema de una adecuada selección y delimitación de los contenidos de enseñanza. En este sentido, Gil de Zárate comentaba que una de las primeras dificultades fue «el conocimiento de los límites y de la verdadera índole de estas enseñanzas», lo que dio lugar a que se otorgara a los programas de las materias más amplitud de la que convenía, «haciendo explicaciones más propias de facultad que de instituto» (Gil de Zárate, 1855: 46).

La selección de los contenidos para la enseñanza de la física se hacía generalmente desde una perspectiva fundamentada en el cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica. Los contenidos propuestos trataban de seguir el mismo modelo puesto en práctica para la enseñanza de esas disciplinas en la universidad. Además, si la formación recibida por el profesorado era también una formación exclusivamente disciplinar, es lógico que en esos mismos parámetros se planteara la enseñanza. Una vez más, como la segunda enseñanza fue concebida primordialmente como preparación para estudios de un nivel superior, el currículo de física estuvo predeterminado por las exigencias establecidas desde ese nivel, con una visión sobre los contenidos de enseñanza esencialmente descriptiva, poniendo el acento en el aprendizaje de los conocimientos teóricos sobre la disciplina, de acuerdo con el nivel de contenidos desarrollados en la universidad.

A pesar de los discutibles resultados que durante muchos años ha tenido ese enfoque disciplinar y propedéutico, se ha seguido defendiendo la importancia de impartir programas clásicos de ciencias como modo de garantizar la preparación del alumnado para futuros estudios. El objetivo, desde esa perspectiva, es prestar una mayor atención al carácter

instructivo de la enseñanza de la física, primando los contenidos conceptuales ya que son los que constituyen el auténtico currículo científico.

Una perspectiva alternativa, que tiene su origen en propuestas renovadoras formuladas a comienzos del siglo xx, se fundamenta en el establecimiento de programas de carácter cíclico, que traten de aproximarse a los intereses y necesidades personales de los alumnos más que a los contenidos disciplinares de la materia. Un ejemplo destacado son los cuestionarios programados para la asignatura *Física* en la reforma de 1934, elaborados por profesores cualificados y de gran prestigio como eran los catedráticos de Física y Química de Instituto Andrés León, Luis Olbés y P. Marcelino Martín González. De igual modo, si nos centramos en los contenidos de enseñanza de esta materia propuestos en el Instituto-Escuela de Madrid, un centro creado en 1918 como ensayo pedagógico, observaremos que se contemplaba una secuenciación que permitía una continuidad gradual desde la escuela primaria a la secundaria, de manera que cada año se ampliaban los contenidos, combinando teoría y práctica, utilizando frecuentemente los laboratorios, las salidas de campo, las visitas a fábricas, etc., y que conectan con los criterios que en la actualidad se proponen desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales: disminución de los contenidos académicos, énfasis en los contenidos más relevantes para la vida personal y social del alumnado, conexión de las aplicaciones de los conocimientos científicos con distintos aspectos de la vida cotidiana y su importancia en la toma de decisiones, o insistencia en los procesos que conducirán a los alumnos hacia la reflexión sobre lo que es la ciencia y cómo se elabora (Martín Díaz *et al.*, 2011: 130).

La Ley Orgánica de Educación (LOE) insta en la etapa obligatoria de la educación secundaria —y de alguna forma en el bachillerato— a pasar de enseñar contenidos a enseñar competencias, por lo que se deberían eliminar los contenidos que no cumplan con esa condición. Sin embargo, se sigue observando en el currículo legal una excesiva cantidad de contenidos de enseñanza, lo que puede desvirtuar el sentido de una etapa obligatoria para todo el alumnado. Si la física es una materia importante para la formación básica y obligatoria del alumnado de educación secundaria, será necesario seleccionar los contenidos para que todos tengan una información fundamentada a la hora de reflexionar y tomar decisiones sobre temas científico-técnicos. En opinión de profesores en ejercicio, incluso en el bachillerato —y fundamentalmente en el primer curso—, la excesiva cantidad de conocimientos tratados puede provocar que el aprendizaje se realice de forma superficial debido a la celeridad con la que se tratan los distintos temas.

Quizá habría que replantearse la existencia de un bachillerato como etapa de la educación secundaria con dos años de duración, que, presionado por la generalización de la escolarización hasta los 18 años y porque ha dejado de ser la única vía de acceso hacia la universidad, pudiera diluirse en el seno de la educación secundaria para todos (Viñao, 2011: 40). De esta manera, la física educativa, formativa, próxima a los intereses del alumnado, aplicada a la vida cotidiana, tendría un mejor encaje en el sistema educativo.

Al considerar los contenidos de enseñanza para la física como disciplina escolar —es decir, el cuerpo de contenidos definido, con más o menos detalle, en los planes de estudio, programas o cuestionarios aprobados por la administración educativa— es preciso que nos detengamos también en los libros de texto utilizados para la enseñanza de dicha materia.

Los libros de texto de física: herederos de la tradición

Los libros de texto han sido —y son— el centro de la actividad docente en la educación secundaria. A pesar de que ya a mitad del siglo XIX se determinara que debían «contener la parte elemental de la materia que forma el objeto de la asignatura, con claridad, buen método y exactitud; reunir el complemento de nociones que alcance la ciencia en nuestros días; ser de una extensión proporcionada al número de lecciones que de la materia han de darse; presentar las diferentes partes de una ciencia dividida con arreglo a las diversas asignaturas en que han de estudiarse, y comprender con la debida separación las materias de las dos o más que se explican en un mismo curso» (Real Orden de 1 de septiembre de 1846), poco de lo señalado se cumplió en la práctica.

Lo usual durante muchos años fue que el profesorado eligiera un libro de texto de entre una lista publicada por la administración educativa. En el *Boletín Oficial de Instrucción Pública* de 1847 —Tomo X—, aparecían, entre otros más, los siguientes: *Curso elemental de Física*, de Daguin (traducido por Venancio González Valledor), *Tratado elemental de Física*, de Beudant (traducido por Nicolás Arias) o *Elementos de Física*, de Pouillet (tomando la parte que baste para la segunda enseñanza elemental). Por tanto, los primeros manuales de física utilizados en los institutos españoles tenían una evidente influencia francesa tanto en la estructura como en los contenidos (Moreno, 2000). No es raro que esto sea así, puesto que la influencia francesa ha sido muy importante en la génesis del sistema educativo español y en las iniciativas político-administrativas tomadas posteriormente. Evidencias de ello son, entre otras, la influencia de Condorcet sobre la obra educativa del liberalismo gaditano y el Informe Quintana; de la ley Guizot de 1833 sobre el plan del duque de Rivas de 1836; del proyecto Villemain para la enseñanza secundaria en el plan de 1845. El influjo francés se observa también en los programas y contenidos a impartir, en los libros de texto o en los recursos materiales utilizados por el profesorado en los gabinetes de física y laboratorios de química (López, 2008: 147). Posteriormente aparecerán textos de profesores españoles muy difundidos en los institutos como los de Chavarrí y González Valledor, Rico y Santisteban, Fernández Figares, Feliú, Serrano Fatigati, Rubio Díaz, Marcoláin, etc. El denominador común de los libros de texto utilizados durante el siglo XIX y buena parte del XX fue su carácter enciclopédico, pareciendo más apropiados para estudios universitarios que para la segunda enseñanza. En este sentido, las críticas del propio profesorado universitario dejaban patente que los libros «usados son extensos y complicados y aún, en algunos casos, los mismos que se utilizan en algunas universidades. Se explican las materias con amplitud y con altura, acaso excesivas...» (Lázaro, 1902: 363). También las opiniones realizadas desde el *Boletín-Revista de la Universidad de*

Madrid dejaban claro sobre algunas obras utilizadas en el bachillerato que los temas eran abordados con un nivel «superior por sus contenidos y extensión a los de la mayor parte de los Institutos, y aún a los de varias Facultades en sus cursos superiores» (*Boletín-Revista de la Universidad de Madrid*, 1, Madrid, 1870, 156). Los propios profesores de instituto manifestaban que se encontraron con el inconveniente de la falta de textos elementales para poder desarrollar los contenidos de la materia en el tiempo asignado para su impartición.

Algunas de las obras declaradas de texto eran escritas no sólo para los alumnos de los institutos, sino que también estaban dirigidas a los estudiantes de los primeros cursos universitarios, por lo cual adolecían de falta de claridad y difícilmente podían ser comprendidos por los alumnos a los que iban destinadas. Por ejemplo, en un texto de Feliú (*Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química Inorgánica*) se diferenciaba con un tipo de letra menor aquellas cosas que «no cuadran bien en un curso de 2ª enseñanza». Resulta difícilmente comprensible que un mismo texto pudiera servir en establecimientos docentes tan dispares por su finalidad formativa.

Algunos manuales manifestaban una evidente falta de actualización, omitiendo o tardando demasiados años en recoger descubrimientos importantes realizados a lo largo del siglo XIX y comienzos del XX. Además, como muestran los Informes del Consejo de Instrucción Pública o de las Academias de Ciencias, las sucesivas ediciones de un mismo texto se publicaron sin cambios importantes.

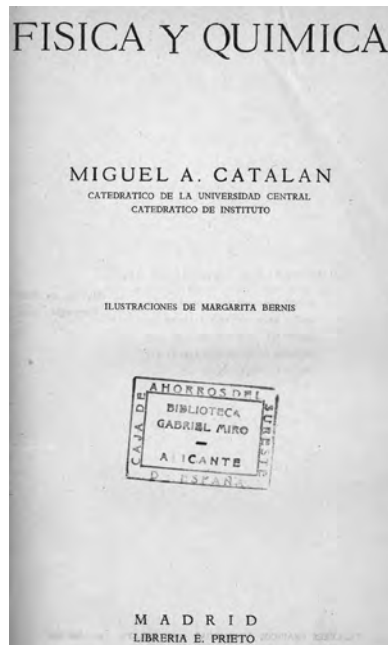


Figura 1. Libro de Miguel A. Catalán

En general, por su estructura y contenido, estos manuales tenían un enfoque excesivamente memorístico e indican la utilización de una metodología fundamentada en las lecciones magistrales del profesor, no planteando actividades, ejercicios para resolver o experiencias prácticas, aunque sí proporcionaban el conocimiento de aparatos e instrumentos utilizados para la enseñanza de la física y la comprensión de los experimentos descritos. Algunos libros de texto carecían de cualquier asomo de intención pedagógica, suponiendo un alumno capaz de memorizar textos extensos y áridos (López & Bernal, 2005). En este sentido, recordemos que los alumnos que accedían a los institutos, a una edad excesivamente temprana, carecían en la mayoría de los casos de una preparación científica básica debido a la escasa implantación que la enseñanza de las ciencias tenía en la enseñanza primaria y a su deficiente enseñanza.

Durante la primera mitad del siglo xx afloran libros de texto diferentes a los utilizados durante décadas anteriores: *Física razonada para segunda enseñanza*, del catedrático de instituto Juan Mir Peña; *Física*, del también catedrático Julio Monzón, en colaboración con Arturo Pérez Martín, catedrático de la Universidad de Valladolid; *Física y Química*, del catedrático de instituto y después de universidad Miguel A. Catalán. Catalán, una de las figuras más sobresalientes de la ciencia española del siglo xx, compatibilizó una intensa labor investigadora en el Laboratorio de Investigaciones Físicas y en el Instituto Nacional de Física y Química, con la de profesor en el Instituto-Escuela de Madrid. Comentaba en el prólogo de la obra citada que representaba «un gran esfuerzo por poner su texto a la altura del presente momento científico: trata de las cuestiones fundamentales clásicas, despojándolas de aquellos detalles que históricamente tuvieron interés alguna vez, pero que en la actualidad lo han perdido, y en cambio se esmera en exponer con detenimiento los problemas que preocupan al mundo de hoy día».



Figura 2. Texto de los catedráticos de instituto Miguel A. Catalán y Andrés León.

Los autores de estos textos, mayoritariamente catedráticos de Física y Química de instituto, inciden en que la enseñanza de la física debía ser más educativa que instructiva y memorística, planteando experiencias prácticas y problemas para resolver. En este sentido Julio Monzón, catedrático del Instituto de Sevilla, comentaba en el prólogo de *Nociones de Física y Química* (1928) que era pernicioso para la inteligencia del niño «el estudio memorista, el ejercicio mecánico de la memoria... No busquemos la suma de conocimientos sino la formación de la inteligencia, el desarrollo de facultades. El ejercicio de la memoria es una cosa horrible, que nos hace sentir escalofríos al recordar el trabajo que empleamos en tiempos pasados felizmente para siempre».

Entre los textos innovadores destaca una serie que apareció en los años treinta, *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química*, de la que eran autores el ya citado Miguel A. Catalán y el también catedrático del Instituto-Escuela madrileño Andrés León, quien también contaba con una dilatada experiencia investigadora. Estos libros destacan por la adecuada selección y secuenciación de los contenidos abordados.

En los años sesenta algunos de los libros publicados por el profesorado de instituto plantearon nuevas orientaciones para la enseñanza de la física.



Figura 3. Libro de la catedrática de instituto J. Vicenta Arnal.

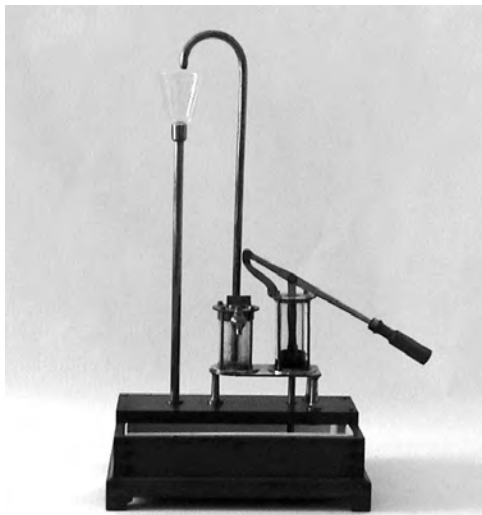
Paulatinamente los libros de texto fueron presentando una nueva estructura, con actividades guiadas, planteamiento de experiencias prácticas, ejercicios resueltos y sin resolver, proyectos de trabajo, actividades para ser realizadas individualmente o en grupo, búsqueda

de información por medio de otros canales, etc., alejándose del clásico libro de texto de física. Aparecen contenidos procedimentales junto con una presencia importante de análisis e interpretación de datos, de situaciones, etc. En cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa (Pro *et al.*, 2008). Sin embargo, los contenidos abordados han seguido siendo excesivos, con una profusión de formalismo (Martín Díaz *et al.*, 2011: 131).

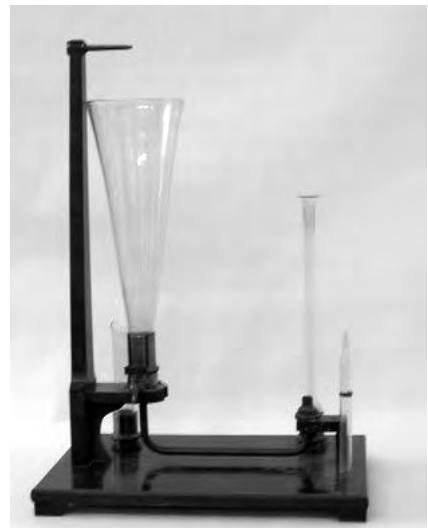
Coincidimos con el profesor Luis del Carmen en la necesidad de una transformación profunda de este recurso didáctico que, nos guste o no, es determinante en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001). Las grandes editoriales conocen las prácticas tradicionales, y en escasas ocasiones apuestan por innovaciones, porque consideran que de esta forma se aseguran una mayor aceptación del profesorado y, con ello, sus beneficios económicos (Solbes, 2011: 181).

Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física: ¿un recurso cada vez menos utilizado?

La física es una ciencia experimental por lo que el planteamiento de trabajos y experiencias prácticas, integradas en la secuencia de enseñanza, debería haber sido, antes y ahora, parte esencial de la misma.



Aparato 1



Aparato 2

Figura 4. Aparatos para la enseñanza de la física en los institutos. Colección IES Ibáñez Martín. Lorca (Murcia).

Ya en 1846 se consideró que los institutos debían disponer de «los instrumentos necesarios para la explicación de las ciencias físicas..., que no sólo requieren explicaciones verbales sino también el examen de los objetos, y los experimentos y manipulaciones indis-

pensables para la cabal inteligencia de las materias» (*Boletín Oficial de Instrucción Pública*, 19, 1846, 545-557). En 1847 se configuró el material científico con el que debía contar un instituto a través del *Catálogo-modelo de los instrumentos de Física y Química necesarios para las demostraciones en las cátedras de los Institutos* (Real Orden de 10 de abril de 1847). El material destinado a los gabinetes de física contaba fundamentalmente con aparatos e instrumentos para demostrar principios y leyes de esta disciplina. En opinión de algunos profesores innovadores en el período comprendido entre el último cuarto del siglo XIX y la primera mitad del XX (Escriche, 1888: 323-324, Lozano, 1912: 321; Estalella, 1925: 242) la elección no fue adecuada, mostrándose contrarios a la utilización de los sofisticados aparatos de los gabinetes de los institutos ya que, en la mayoría de las ocasiones, la física quedaba, en expresión de Ramón y Cajal, como «la ciencia de los milagros».

A pesar de las continuas recomendaciones por parte de la administración educativa para acentuar el carácter práctico y experimental de la enseñanza de la física, de la creación en 1911 del Instituto de Material Científico para unificar y ordenar las cantidades destinadas a la compra de material científico para los centros docentes, del Instituto «Torres Quevedo» de material científico en 1939, de los equipos de experiencias fabricados en la Empresa Nacional de Óptica (ENOSA) (Romero, 1998) o de otras acciones posteriores, la enseñanza de la física ha adolecido, por distintas causas, de dicho carácter experimental.

El profesorado de instituto, durante buena parte del período estudiado, fundamentó su práctica docente en las demostraciones y experiencias de cátedra para corroborar las teorías y leyes físicas. Posteriormente sería el propio alumnado quien realizara experiencias prácticas, normalmente en el laboratorio, siguiendo unas claras y precisas instrucciones, y que permitirían el desarrollo de destrezas y habilidades científicas prácticas, aunque en dichos enfoques se observa una visión reduccionista de su valor pedagógico.

Otra vez más la experiencia llevada a cabo en el Instituto-Escuela de Madrid, y posteriormente en los de Barcelona (1931), Valencia (1932) o Sevilla (1933), deja patente un sustancial cambio de enfoque en la enseñanza de la física y una nueva visión de los trabajos y experiencias prácticas (Bernal & López, 2002: 74). Debido a la influencia de la Institución Libre de Enseñanza y del movimiento de Escuela Nueva, se subraya la importancia de utilizar el tradicional material científico de laboratorio pero también el material de uso cotidiano y construido por el propio alumnado. Se intentaba aproximar el aprendizaje de la física y las actividades del trabajo científico, buscando la adquisición de un hábito de investigación, de una actitud por parte del alumno que le llevara a ser capaz de plantearse problemas, experimentar, interpretar resultados, establecer conclusiones y, en definitiva, generar actitudes positivas hacia la ciencia y sus métodos (Bernal & López, 1998: 74-83). Se proponía la realización de experiencias de laboratorio en las que se concedía cierta libertad a los alumnos para su realización, considerándose el aprendizaje de las ciencias como investigación o resolución de situaciones problemáticas: «Ciencia no vista nacer y formar por quien en ella va a iniciarse, es ciencia muerta. El estudiante ha de sentir la creación del conocimiento» (Estalella, 1925: 569).

Los trabajos prácticos siguen percibiéndose como una de las actividades más importantes en la enseñanza científica, puesto que permiten la comprensión procedimental de la ciencia, la observación e interpretación de los fenómenos, el contraste de hipótesis, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio, y la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos (Caamaño, 2011: 143). Sin embargo, la realización de actividades prácticas no siempre se ha utilizado con la frecuencia que sería deseable. A pesar de la importancia reconocida por el profesorado, se justifica su poca presencia en la práctica aludiendo a la escasez de tiempo, a la extensión del currículo, al excesivo número de alumnos, a los problemas de horario, a la falta de recursos humanos —no olvidemos que la realización de actividades prácticas conlleva la necesidad de desdoblamiento de grupos—, etc.

Las acciones que conduzcan a posibilitar una mayor realización de actividades prácticas pueden incidir en la mejora de la calidad de la enseñanza de la física. En este sentido, a las actividades y experiencias prácticas realizadas en el aula o en el laboratorio hay que sumar en la actualidad el uso de las tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. Estos recursos didácticos, con un enfoque pedagógico adecuado, permiten elaborar ejercicios interactivos o visualizar mediante animaciones, simulaciones o *applets*, diferentes fenómenos en los que se permite la interactividad (Pintó, 2011: 172).

Modos de enseñar: innovación y tradición en la enseñanza de la física

En el seno de las instituciones educativas existe un conjunto de tradiciones, hábitos, prácticas, formas de hacer y pensar que, sedimentados a lo largo del tiempo en forma de regularidades, son compartidos por sus actores, se transmiten de generación en generación y permanecen, de manera que las reformas educativas no logran más que arañar superficialmente la realidad del aula (Viñao, 2002). Las formas de enseñar la física, a pesar de cambiar leyes educativas, planes de estudio, circunstancias políticas, etc., históricamente se presentan como un conjunto de rutinas inscritas en una larga tradición profesional.

El cuerpo de catedráticos de instituto ha estado integrado por un colectivo numéricamente exiguo hasta el desarrollo de la Ley de Enseñanza Media de 1953, puesto que el número de institutos también lo fue hasta la creación de nuevos centros, secciones filiales y delegadas tras dicha ley, hecho que hizo que el número de alumnos de bachillerato se triplicara en la década de los sesenta. En general, el profesorado de este nivel educativo ha sido durante muchos años representante de unas tradiciones forjadas en el curso de su formación inicial y en su práctica en el aula, que han moldeado los modos de enseñar. Se convirtieron en «celosos guardianes de la tradición, crearon un *ethos* profesional duradero y generaron un *habitus* en la acción pedagógica y científica fácilmente reconocible todavía hoy» (Cuesta & Molpeceres, 2010: 32). En este sentido, el catedrático de Física y Química de instituto Tomás Escriche, que diseñó y construyó numerosos aparatos destinados a la enseñanza de la Física, y que fue premiado por ello en varias de las exposiciones universa-

les realizadas durante los últimos años del siglo XIX, comentaba a finales de este siglo que «el método y los procedimientos de enseñanza son en gran manera deficientes: es que ambas cosas se van transmitiendo, como por una especie de herencia, de generación en generación» (Escriche, 1888: 281).

Al analizar la evolución de este nivel educativo es constatable la mayor aceptación de un enfoque tradicional centrado en el aprendizaje memorístico de los libros de texto y con una metodología basada en las lecciones magistrales y en la realización de experimentos de cátedra, donde el alumnado asumía un papel pasivo. Pero también es verdad, como ya se ha señalado, que en el colectivo de profesores de física y química de instituto podemos encontrar planteamientos innovadores y renovadores (López, 1996). En este sentido, paulatinamente se recomendó limitar el componente teórico y la exposición verbal en las clases de física, se estableció la necesidad de incrementar el componente práctico y experimental, realizando más trabajos prácticos e implicando al alumnado en su realización, y utilizando un instrumental más sencillo y de más fácil manejo.

Nos detendremos ahora en destacar la valiosa contribución de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) para mejorar la educación científica en nuestro país durante el período 1907-1936.

La labor de la JAE para mejorar la enseñanza de la física

La JAE contribuyó a perfeccionar la formación científica del profesorado de secundaria del área de ciencias experimentales ya en ejercicio y de los futuros profesores de ese nivel educativo (López & Delgado, 2007). Un numeroso grupo, más de un centenar, asistió a cursos de perfeccionamiento y realizó trabajos de investigación en el Laboratorio de Investigaciones Físicas o en el Instituto Nacional de Física y Química, bajo la dirección de Cabrera, Catalán, Moles, entre otros.

La JAE apostó también por la introducción y difusión de las corrientes educativas innovadoras europeas en nuestro país por medio de la concesión de becas a profesores de instituto para que se formaran en los focos del movimiento de renovación pedagógica que tuvo lugar en distintos países europeos durante el primer tercio del siglo XX. Y, además, como ensayo pedagógico bajo la dirección, organización e inspección de la Junta se puso en marcha —como ya hemos comentado— el Instituto-Escuela de Madrid. El testimonio de una antigua alumna, Adela Gil Crespo, después profesora de los Institutos-Escuela de Sevilla y Valencia, y catedrática de Geografía e Historia en el Instituto Beatriz Galindo de Madrid, recoge su visión sobre los planteamientos didácticos puestos en práctica en este centro:

«Las clases, aún teniendo una parte teórica básica, eran fundamentalmente prácticas (...) El trabajo en los laboratorios de Ciencias Naturales, Física, Química, se realizaba por equipos (...) Cada equipo debía llevar su cuaderno de prácticas. Las enseñanzas de Ciencias se completaban con visitas a los Museos de C. Naturales, Jardín Botánico y

excursiones. Las de Física y Química, con visitas a fábricas, centrales eléctricas, etc. Innovó una enseñanza sin exámenes, sin premios ni castigos, preparándonos a conocer el entorno español a través de las excursiones meticulosamente preparadas, su pasado histórico, y a través de los trabajos en equipo en los laboratorios, a abrir el espíritu hacia los caminos de la ciencia» (Gil, 1982: 442-443).

La Guerra Civil provocó la pérdida o marginación de un profesorado que llevaba a cabo el proceso de renovación en la enseñanza de las ciencias experimentales. Algunos de los profesores que participaron en las distintas acciones promovidas por la JAE o que trabajaron en los Institutos-Escuela, todavía serían capaces de liderar el proceso de renovación en la enseñanza de las ciencias en los años sesenta. Bien desde la práctica docente en institutos como el «Beatriz Galindo» de Madrid —centro en el que convergen varios profesores innovadores de distintas áreas— (Andrés León Maroto, Jenara Vicenta Arnal Yarza, Manuel de Terán, Carlos Vidal Boix, etc.), desde la Inspección de Enseñanza Media (Francisco Poggio Mesorana, Carlos Vidal Boix, Joaquín Gómez de Llerena y Pou, etc.), o con su presencia en el Centro de Orientación Didáctica —creado en 1954—, trataron de impulsar la renovación metodológica del profesorado de secundaria. A través de *Enseñanza Media* —una revista profesional publicada por el Ministerio de Educación—, salieron de nuevo a la luz artículos y trabajos de Josep Estalella como «La simplificación del material escolar de Física y Química», publicado éste por primera vez en 1926 en la *Revista de Segunda Enseñanza*. Andrés León publicó «La enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato» (*Enseñanza Media*, 189-191, 1961: 1462-1488), y asistió a la reunión internacional para el estudio de la evolución de la enseñanza de la química, organizada por la Organización Europea de Cooperación Económica, celebrada en Irlanda durante febrero y marzo de 1961. Severiano Goig, catedrático de Física y Química de instituto, publicó «Metodología y didáctica de las ciencias físicas» (*Enseñanza Media*, 73-75, 1961: 86-94). La también catedrática de instituto J. Vicenta Arnal, en 1953, formulaba desde la revista *Bordón* (*Bordón*, V, 34, 118-139) algunas propuestas innovadoras en «La selección y ordenación del contenido de la enseñanza elemental de las Ciencias físico-naturales» (Delgado & López, 2004).

Con la transición del modelo de educación elitista al de educación de masas, el profesorado de los institutos creció notablemente. Entre las nuevas generaciones de profesores han seguido existiendo «guardianes de la tradición y esclavos de la rutina», pero también quienes han procurado ser «motores del cambio y heraldos de nuevos tiempos» (Cuesta & Molpeceres, 2010: 235). En los últimos cincuenta años se han planteado numerosas propuestas para mejorar la enseñanza de las materias científicas: el modelo de aprendizaje por descubrimiento, la perspectiva socio-constructivista, el aprendizaje significativo, el aprendizaje como cambio conceptual, las actividades basadas en el planteamiento y resolución de problemas, el aprendizaje como investigación, los enfoques «Ciencia para todos», «Ciencia-Tecnología-Sociedad», «Alfabetización científica», etc. La mayoría de tales propuestas se hacen desde la

experiencia realizada en otros países, olvidando que en España durante buena parte del siglo xx, más que de ciencia para todas las personas hay que preocuparse por hacer realidad la escuela o el instituto para todos. Ello ha determinado que en tales planteamientos se perciba un entramado virtual poco consistente con la realidad de las aulas, provocando cierta resistencia entre el profesorado y que su incidencia real en la práctica diaria haya sido escasa. No obstante, siguen siendo experiencias valiosas e innovadoras.

En definitiva, los procesos de innovación y cambio educativo son muy complejos. Si observamos la historia de la enseñanza de la física en la educación secundaria en España, encontraremos con frecuencia propuestas innovadoras pero con escasa repercusión en la práctica real de las aulas. Independientemente del currículo prescrito desde el entorno político-administrativo, de las orientaciones metodológicas que han guiado la enseñanza de la física, impulsadas por los profesionales de la pedagogía y por los especialistas en Didáctica de las Ciencias Experimentales, los profesores, en el ejercicio de su profesión, continúan enseñando los contenidos de física mediante las actividades tradicionales que forman parte de sus prácticas habituales, olvidándose en muchos casos de las propuestas innovadoras porque la diferencia entre tales planteamientos y su desarrollo en la práctica es, en demasiadas ocasiones, insalvable.

La necesidad de mejorar la formación inicial y permanente del profesorado de Secundaria

A lo largo de la historia de la educación secundaria se demandó en multitud de ocasiones que se abordara el tema de la formación del futuro profesorado de este nivel educativo (Moreno, 1990). Se realizaron numerosas propuestas sobre cómo se debía afrontar, se crearon instituciones (Escuela Normal de Ciencias, Escuela de Formación del Profesorado del Grado Medio), requisitos para el acceso a la docencia (Certificado de Aptitud Pedagógica) y se pusieron en marcha distintos modelos de formación (ayudantes becarios, por ejemplo), pero realmente la formación de los futuros profesores no se consideró de forma global y coordinada, ni se relacionó el período de formación con los procedimientos de selección del profesorado.

Siempre ha existido una tajante separación entre el modelo de formación inicial y el de selección mediante el sistema de oposición, proceso éste en el que se prestó poca o ninguna atención a la valoración de la formación pedagógico-didáctica de los aspirantes. Tan sólo con el plan Pidal (1845) se estableció un sistema de becas para formar en Madrid profesores de ciencias en la Escuela Normal de Ciencias (1846), estableciéndose una estrecha relación entre formación y selección, puesto que al concluir los estudios se tenía derecho a ocupar las vacantes que existieran en los institutos. En 1850 se amplió la propuesta a otras áreas, denominándose la institución *Escuela Normal de Filosofía*, pero sería suprimida en 1852. No obstante, el futuro profesor de secundaria recibió por lo general una formación específica en su campo disciplinar en la facultad correspondiente, estando ausente la formación pedagógico-didáctica.

Con la experiencia llevada a cabo en los Institutos-Escuela también se llevó a la práctica un modelo de formación para el futuro profesorado oficial de enseñanza media a través de los «aspirantes al magisterio secundario» (Bernal & López, 2007; López & Delgado, 2007; López, 2010). La idea básica era que siguieran un plan de formación en y desde la práctica, bajo la dirección de los catedráticos numerarios del centro. Esto se completaba con la preparación y actualización científica, estudios psicopedagógicos, y el aprendizaje de idiomas. Entre los profesionales implicados en esta iniciativa estaban Ramón Menéndez Pidal, Julio Rey Pastor, Ignacio Bolívar, Blas Cabrera o el propio José Castillejo. Este modelo se extendió a los Institutos-Escuela de Barcelona, Valencia y Sevilla, donde podemos observar la presencia entre el profesorado de ciencias experimentales de Rafael Candel Vila, Manuel Mateo Martorell, Angeleta Ferrer Sensat, Emilia Fustegueras, A. Sanromá Nicolau o Raimundo Rodríguez Rebollo, entre otros.

Según Antonio Viñao, a través de la fórmula del «aspirantado», se llevó a cabo una labor de formación de profesores que, por su calidad y nivel, podrían haber renovado de forma lenta y gradual la segunda enseñanza en España de no mediar la Guerra Civil (Viñao, 2000: 87). De los 91 aspirantes al Magisterio secundario del Instituto-Escuela de Madrid en el área de ciencias experimentales, 25 serán catedráticos de instituto antes de 1936. Podemos decir que el colectivo de catedráticos de ciencias experimentales de instituto al final del primer tercio del siglo xx estaba integrado por un profesorado con una buena preparación científica y pedagógico-didáctica, y habría renovado la enseñanza de las ciencias en la segunda enseñanza (López, 2010: 667).

El actual Máster de Formación del Profesorado de Secundaria nos recuerda en algunos aspectos dicho modelo, aunque se debería incidir más en el componente práctico, realizarse desde *dentro* de la profesión, basándose en la adquisición de una cultura profesional y concediendo a los profesores de secundaria con más experiencia un papel central en la formación de los más jóvenes; valorando el trabajo en equipo y reforzando la importancia de los proyectos educativos de centro (Nóvoa, 2009: 203).

También la formación continua del profesorado en ejercicio debe mejorar, potenciando la colaboración entre profesores y propiciando la reflexión, investigación y mejora de la práctica docente. Es preciso facilitar la participación del profesorado de secundaria en proyectos de investigación e innovación educativa que se realicen desde las universidades. El establecimiento de un mayor número de vínculos entre el profesorado de secundaria y de las universidades facilitaría un mejor conocimiento mutuo y tendría efectos muy positivos también en el desarrollo del máster (ANECA, 2012: 50).

Conclusiones

La historia del currículo y de las disciplinas científicas nos permite constatar sobre la evolución de la enseñanza de la física en la educación secundaria que tanto la administración educativa como el profesorado de este nivel educativo trataron de trasladar la estructura

universitaria a los institutos. Esta orientación se plasmó en la formulación de los objetivos y en su finalidad, en la programación de los contenidos y en la puesta en práctica de metodologías adecuadas, teniendo por lo general una influencia negativa en la enseñanza.

La física ocupó, con algunas excepciones, un lugar secundario en los planes de estudio frente al predominio de las materias del área de «Letras». A pesar del reconocimiento del papel que las ciencias físicas podían desempeñar en la educación del alumnado, siempre se subestimó su valor formativo frente a otras materias. La finalidad concedida a la enseñanza de esta disciplina ha estado muy relacionada con la que se le confirió globalmente a la segunda enseñanza durante buena parte de su historia como tal nivel educativo: la de preparar exclusivamente para las carreras universitarias, puesto que estudiar el bachillerato no ha tenido sentido hasta hace unos años si no era con miras a acceder a la universidad.

Al analizar los contenidos de enseñanza propuestos en los libros de texto, en los programas y en las disposiciones oficiales, la selección de tales contenidos generalmente se hacía desde una perspectiva fundamentada en el conocimiento disciplinar, es decir del cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica. Los programas y los libros de texto tenían una extensión excesivamente amplia, tratando de desarrollar unos contenidos conceptuales como listas de principios, leyes, etc., considerados como una suma de conocimientos, que sobrepasaban en mucho a los que serían aconsejables para este nivel educativo, existiendo una clara desproporción entre los contenidos abordados y la preparación que para el desarrollo de esos temas tenían los alumnos, careciendo también de una adecuada secuenciación debido a la ausencia de programas cíclicos.

Paulatinamente se fue considerando a la segunda enseñanza como un tramo educativo con sustantividad propia, con un fin en sí mismo: la educación de la adolescencia, lo que motivó que se planteara un sistema cíclico y progresivo para el estudio de la física, que se acomodaran los programas a las características de los alumnos, que los libros de texto presentaran una nueva estructura, con actividades guiadas, planteamiento de experiencias prácticas, ejercicios resueltos y sin resolver, etc., aunque los contenidos abordados hayan seguido siendo excesivos, a pesar de la disminución del tiempo para impartir las disciplinas científicas.

Al detenernos en el profesorado responsable de la enseñanza de la física en los institutos, observamos que recibió una formación específica en su campo disciplinar en la facultad correspondiente, estando ausente la preparación pedagógico-didáctica. La tendencia a trasladar a la enseñanza secundaria los modelos y los métodos utilizados en los niveles superiores estaba fuertemente arraigada entre el profesorado. En este sentido, el profesorado se valía de la lección magistral, de la utilización de aparatos que demostraban principios y leyes físicas o de la realización de experiencias que confirmaban la teoría expuesta en el aula a través de una enseñanza que partía de la transmisión de conocimientos por parte del profesor. También encontramos entre el profesorado una inquietud por la mejora de su práctica docente, por cambiar una enseñanza esencialmente teórica, centrada en la memo-

rización de conceptos por parte del alumno, por otra que incluyera actividades experimentales, haciendo uso del material científico existente en los centros, asumiendo los docentes la necesidad de una enseñanza de carácter práctico y que los alumnos realizaran ejercicios y prácticas en los laboratorios.

Con la experiencia llevada a cabo en los Institutos-Escuela se llevó a la práctica un modelo de formación para el futuro profesorado oficial de bachillerato que, por su calidad, podría haber renovado la segunda enseñanza en España. En general, los profesores, en el ejercicio de su profesión, continuaron enseñando mediante las actividades tradicionales que forman parte de sus prácticas habituales, olvidándose en muchos casos de las propuestas innovadoras. Consideramos que tanto la formación inicial como la formación continua del profesorado en ejercicio deberían ser afrontadas desde otra perspectiva, potenciando la reflexión, investigación y mejora de la práctica docente. Ese es, en la actualidad, uno de los objetivos que pretende conseguir el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

Referencias bibliográficas

- 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.
- ANECA (2012), *Sobre la implantación del Máster Universitario de Formación del Profesorado. Análisis de situación y propuestas de mejora*. (<http://www.aneca.es/>). [Fecha del último acceso 19-2-2012].
- BECERRO DE BENGOA, R. (1900), *La enseñanza en el siglo xx*, Madrid, E. Capdeville.
- BERNAL, J. M.; LÓPEZ, J. D. (1998), «El Instituto-Escuela de Madrid y el cambio en la concepción del trabajo práctico en la enseñanza de la Física y Química». En: PRO, A.; BANET, E., *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, vol. I, Murcia, Diego Marín, 74-83.
- (2002), «Innovación pedagógica y enseñanza de la Física y Química en el Instituto-Escuela de Madrid», *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, **47**, 63-83.
- (2007), «La Junta para Ampliación de Estudios (JAE) y la enseñanza de la ciencia para todos en España», *Revista de Educación*, número extraordinario, 215-239.
- BONET, B. (1907), *Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1907 a 1908*, Madrid, Universidad Central, Imprenta Colonial.
- CAAMAÑO, A. (2011), «Los trabajos prácticos en física y química: interpretar e investigar». En: CAAMAÑO, A. (coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó, 143-167.
- CABRERA, B. (1924), «La reforma de la segunda enseñanza», *Revista de Pedagogía*, **29**, 180-186.
- CUESTA, R.; MOLPECERES, A. (2010), *Retazos, memorias y relatos del bachillerato*, Salamanca, IES Fray Luis de León.
- DELGADO, M. Á.; LÓPEZ, J. D. (2004), «De alfabetas científicas a catedráticas de Física y Química de Instituto en España: el esfuerzo de un grupo de mujeres para alcanzar un reconocimiento profesional y científico», *Revista de Educación*, **333**, 255-268.
- DEL CARMEN, L. (2001), «Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible», *Investigación en la Escuela*, **43**, 51-56.
- DÍAZ, E. (1988), *Evolución y desarrollo de la Enseñanza Media en España de 1875 a 1930. Un conflicto político-pedagógico*, Madrid, C.I.D.E.
- ESCRICHE, T. (1888), «La Física y su enseñanza. I», *Crónica científica*, XI, **256**, 281-284; **258**, 323-324.
- ESTALELLA, J. (1925), «La simplificación del material escolar de Física y Química», *Revista de Segunda Enseñanza*, **18**, 563-588.
- (1933), «Ciències físiques y naturals», *Institut-Escola, Revista de l'Institut-Escola de la Generalitat*, **9**, 4-5.
- FURIÓ, C. et al. (2001), «Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?», *Enseñanza de las Ciencias*, **19**, 365-376.
- GIL, A. (1982), «Metodología y enseñanza en los Institutos Escuelas». En: HARO, J. et al. (coord.), *Instituto de Bachillerato Cervantes. Miscelánea en su cincuentenario 1931-1981*, Madrid, MEC, 439-447.
- GIL DE ZÁRATE, A. (1855), *De la instrucción pública en España*, Madrid, Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos, t. II.
- GINER DE LOS RÍOS, F. (1899), «El decreto de segunda enseñanza», *La Escuela Moderna*, XVI, **100**, 1-10.
- GOIG, S. (1961), «Metodología y didáctica de las ciencias físicas», *Enseñanza Media*, **73-75**, 86-94.
- JIMENO, E. (1940), *Ciencia y Técnica*, Madrid, SAETA.
- LÁZARO, B. (1902), «Estado actual de nuestras universidades», *B.I.L.E.*, **XXVI**, 353-369.
- LÓPEZ, J. D. (1996), «Los catedráticos de Física y Química de Instituto y la renovación pedagógica en España durante el primer tercio del siglo xx». En: *El currículum: Historia de una mediación social y cultural*, Granada, ediciones Osuna, 461-471.
- (1999), *La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria durante el primer tercio del siglo xx en España*. Tesis Doctoral. (<http://hdl.handle.net/10803/11071>). [Fecha del último acceso 12-X-2012].

— (2008), «Francia en el punto de mira: el material científico para la enseñanza de la física y química en los institutos de segunda enseñanza a partir del Plan de 1845». En: HERNÁNDEZ, J. M. *Influencias francesas en la educación española e iberoamericana (1808-2008)*, Salamanca, Gobalia ediciones, 147-159.

— (2010), «La Junta para Ampliación de Estudios y la preparación científica del profesorado de instituto de ciencias experimentales en España (1907-1936)». En: SÁNCHEZ RON, J. M. (ed.), *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*, Madrid, Residencia de Estudiantes, 643-669.

LÓPEZ, J. D.; BERNAL, J. M. (2000), «Los primeros pasos en la construcción de la Didáctica de las ciencias experimentales en España: el pensamiento educativo de José Estrella Graells». En: MARTÍN, M. Y MORCILLO, J. G., *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias experimentales*, Madrid, Servicio Publicaciones de la Universidad Complutense, 426-435.

— (2002), «La influencia del modelo universitario en la enseñanza de las ciencias experimentales en secundaria». En: ELORTEGUI, N. et al. (eds.), *Relación Secundaria-Universidad*, La Laguna, Gráficas Báez, 649-657.

— (2005), «Influencias de las innovaciones didácticas en los libros de texto de Física y Química para la educación secundaria en España durante el primer tercio del siglo xx». En: GUEREÑA, J. L., OSSENBACH, G.; POZO, M. M. (eds.), *Manuales escolares en España, Portugal y América Latina (siglos XIX y XX)*, Madrid, UNED, 351-374.

LÓPEZ, J. D.; DELGADO, M. Á. (2007), «La labor de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en la formación del profesorado de instituto de ciencias experimentales: los Aspirantes al Magisterio secundario». En: SÁNCHEZ, F. et al. (coord.), *Relaciones internacionales en la historia de la educación. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907-2007)*, Cáceres, SEDHE y Dpto. de Ciencias de la Educación de la Universidad de Extremadura, 107-119.

LOZANO, E. (1912), «El laboratorio y el gabinete de Física en la escuela», *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, XXXVI, 321-326.

LUIS, A. (1985), *La Geografía en el Bachillerato español*, Barcelona, Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona.

MARTÍN-DÍAZ M. J. et al. (2011), «Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la alfabetización científica». En: CAAMAÑO, A. (coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó, 127-147.

MORENO, A. (1990), «La formación de los profesores de ciencias en España: Historia de una frustración», *Revista Española de Física*, 4, 1, 77-84.

— (2000), «La Física en los manuales escolares: un medio resistente a la renovación (1845-1900)», *Historia de la Educación*, 19, 51-93.

NÓVOA, A. (2009), «Para una formación de profesores construida dentro de la profesión», *Revista de Educación*, 350, 203-218.

PINTÓ, R. (2011), «Las tecnologías digitales en la enseñanza de la física y química». En: CAAMAÑO, A. (coord.), *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas*, Barcelona, Graó, 49-58.

PRO, A. de, et al. (2008), «Análisis de los libros de texto de Física y química en el contexto de la reforma LOGSE», *Enseñanza de las Ciencias*, 26, (2), 193-210.

ROCARD, M. et al. (2007), *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, European Commission, Community Research.

ROMERO, A. (1998), «Dos políticas de instrumental científico: el Instituto del Material Científico y el Torres Quevedo», *Arbor*, 631-632, 359-386.

SANZ, F. (1985), *La Segunda Enseñanza Oficial en el Siglo XIX*, Madrid, MEC.

SOLBES, J. (2011), «La física en el bachillerato: por una física más atractiva». En: CAAMAÑO, A. (coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó, 171-193.

UTANDE, M. (1964), *Planes de estudio de Enseñanza Media (1787-1963)*, Madrid, Ministerio de Educación Nacional.

VÁZQUEZ, Á. et al. (2005), «Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística», *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, (2).

VILCHES, A.; GIL, D. (2010), «Máster de formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. Algunos análisis y propuestas», *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, **7**, (3), 661-666.

VIÑAO, A. (1992), «Del Bachillerato a la enseñanza secundaria (1938-1990) », *Revista Española de Pedagogía*, **192**, 321-339.

— (2000), «Un modelo de reforma educativa: los institutos-escuelas (1918-1936)», *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, **39**, 63-88.

— (2002), *Sistemas educativos, culturas escolares y reformas*, Madrid, Morata.

— (2006), «La historia de las disciplinas escolares», *Historia de la Educación. Revista interuniversitaria*, **25**, 243-269.

— (2011), «El bachillerato: pasado, presente, futuro», *CEE Participación Educativa*, **17**, 30-44.