

La Junta para Ampliación de Estudios (JAE) y la enseñanza de la ciencia para todos en España¹

José Mariano Bernal Martínez
José Damián López Martínez

Universidad de Murcia

Resumen

Mejorar la educación científica extendiéndola al mayor número posible de personas, era uno de los objetivos que guiaron el programa de actuaciones institucionistas durante el primer tercio del siglo XX en España. En este artículo se analiza la contribución que supuso en este sentido la labor desarrollada por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Mediante la creación del Instituto de Ciencias Físico-Naturales y la Asociación de laboratorios, se constituyó una red que favoreció la preparación del profesorado y la difusión de las nuevas aportaciones, impulsando al mismo tiempo el desarrollo de la investigación científica. Además, con la concesión de becas y ayudas para estudiar la enseñanza de las ciencias en Europa, la Junta contribuyó a la introducción en España de las nuevas corrientes educativas, dando lugar a numerosas publicaciones sobre didáctica de las ciencias. Finalmente, el Instituto-Escuela de Madrid sería, a la vez, el lugar adecuado para la puesta en práctica de los nuevos programas y métodos para las enseñanzas científicas y para la implantación de un modelo innovador de formación de profesores.

Palabras clave: Didáctica de las ciencias; Junta para Ampliación de Estudios; Renovación educativa.

Abstract: *The Junta para Ampliación de Estudios (JAE) and the Teaching of Science for all in Spain*

In Spain, during the first third of the twentieth century, one of the main targets of the educational programme of the so-called «institucionistas» was the teaching of science to the general public. In

¹⁾ Este artículo se ha llevado a cabo con la ayuda concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia al proyecto de investigación SEJ2004-07268/EDUC.

the present paper we analyse the contribution made by the *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, JAE (Board for Advanced Studies and Scientific Research) in this respect. As a result of the creation of the *Instituto de Ciencias Físico-Naturales* (Physical-Natural Science Institute) and the *Asociación de Laboratorios* (Association of Laboratories), a network was set up to favoured the teachers training, the spread of new ideas and the development of scientific research. In addition to that, the awarding of grants, as well as the financial aid provided to study the different methodological procedures used in Europe at that time, made possible for the *Junta* to introduce the new educational trends in Spain, which resulted in a considerable number of publications on science teaching. Finally, the *Instituto-Escuela* (Institute-School) in Madrid would be an appropriate place for the implementation of the new syllabuses and methods and as well as for the implementation of a new model for teachers training.

Key words: Science Education, *Junta para Ampliación de Estudios*, Educational Reform.

La educación científica para la ciudadanía ¿una nueva orientación de la enseñanza de las ciencias?

La Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, organizada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia y celebrada en Budapest en el verano de 1999, declaraba que la enseñanza científica de todos los ciudadanos, sin discriminación y en todos los niveles y modalidades, es un requisito esencial de la democracia y el desarrollo sostenible. Efectivamente, todos necesitamos utilizar la información científica para adoptar cada día decisiones acerca de asuntos importantes relacionados con el desarrollo científico y tecnológico: opciones sobre los usos del agua y de la energía, situación de las antenas de telefonía móvil, alimentos manipulados genéticamente, problemas bioéticos, etc.

Recientemente, en el seminario sobre *La enseñanza de las ciencias y la evaluación PISA 2006*, el coordinador español advertía sobre la escasez de vocaciones científicas en España, situación que tiende a aumentar cada año. Solucionar esto requiere una revisión del cómo y el qué se enseña en las asignaturas de ciencias para poder ofrecer una educación científica más atractiva a todas las personas, no sólo a aquellas que posteriormente pudieran realizar estudios científicos superiores. Expertos reunidos en el citado seminario, como el catedrático del *King's College* de la Universidad de Londres, Jonathan Osborne, declaraban que es necesario considerar las destrezas científicas que los ciudadanos corrientes necesitan: este giro en la enseñanza de las

ciencias debe contemplar el uso de experimentos más atractivos, que impliquen cuestiones cotidianas de los alumnos, para despertar su «curiosidad» y su «espíritu crítico»². *La educación científica para la ciudadanía* se convierte así en un objetivo prioritario, también desde la didáctica de las ciencias y la innovación pedagógica. De hecho, este fue el lema del congreso internacional organizado por la revista *Enseñanza de las Ciencias* en septiembre de 2005. Y en esta línea, la Ley Orgánica de Educación de 3 de mayo de 2006 introduce entre las enseñanzas comunes del bachillerato una nueva asignatura: *Ciencias para el mundo contemporáneo*³.

Parece por lo tanto evidente que la necesidad de impulsar la educación científica de la ciudadanía es una idea que cuenta hoy día con un alto grado de consenso y respaldo en los ámbitos académicos, pedagógicos, sociales y -en algunos casos- administrativos. Todo lo cual no quiere decir que sea precisamente ésta la orientación dominante en la enseñanza de las ciencias que se imparte actualmente en la educación obligatoria. Los programas y prácticas que se desarrollan habitualmente hoy día en institutos y colegios presentan un marcado carácter propedéutico: uno de los mayores obstáculos que aparecen al intentar la reforma de la educación científica es la visión propedéutica de su finalidad, según la cual la enseñanza de las ciencias anterior a la universidad debe destinarse al aprendizaje de conceptos científicos esenciales para los estudios superiores (Furió y otros, 2001; Acevedo, 2004; Vázquez-Alonso y otros, 2005).

Tal y como señalan Daniel Gil y Amparo Vilches (2001), tras la idea de educación científica para la ciudadanía no debe verse una intención de «rebaja» de contenidos para hacer asequible la ciencia a todos los ciudadanos, sino una nueva orientación de la enseñanza necesaria también para la formación básica de los futuros científicos. Esta es la clave. Todas las propuestas que se hacen en esta línea insisten en que no es tan importante buscar unos contenidos nuevos, específicos de este enfoque, como orientar la enseñanza de las ciencias de forma adecuada. Así, extender la educación científica a todos los ciudadanos requiere, ante todo, que se produzcan cambios significativos desde la perspectiva pedagógica. De este modo, el objetivo ciencia para todos se asocia inevitablemente a propuestas de innovación pedagógica.

En trabajos anteriores mostramos como las iniciativas pedagógicas innovadoras en enseñanza de las ciencias que se producen desde finales del siglo XIX hasta 1936 en

² El coordinador español del Informe PISA, Ramón Pajares, y el profesor Osborne hacían estas manifestaciones en el marco del seminario organizado por la Fundación Santillana sobre *La enseñanza de las ciencias y la evaluación PISA 2006* celebrado en Madrid el 23 de mayo de 2006 (*El País*, 15-05-2006).

³ La revista de didáctica de las ciencias experimentales *Alambique* dedica un monográfico (núm. 49, julio 2006) a la nueva disciplina: «Ciencias para el mundo contemporáneo», mostrando cuáles podrían ser los contenidos de esta asignatura y las propuestas de ciencia para la ciudadanía desarrolladas en otros países europeos como Francia o Inglaterra.

España, confieren siempre a las enseñanzas científicas en los niveles anteriores a los estudios universitarios una finalidad más formativa que propedéutica. Las propuestas didácticas renovadoras se plantean con el objetivo de conseguir la educación científica de todos los ciudadanos (Bernal, 2001 y 2003). En este trabajo pretendemos mostrar específicamente la contribución que supuso en este sentido la labor desarrollada por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE).

Mediante la concesión de becas y ayudas a las personas interesadas en la didáctica de las ciencias, la JAE contribuyó a la introducción en nuestro país de las corrientes europeas más modernas en educación científica. Pero no circunscribimos nuestro trabajo al estudio de los pensionados, a esta labor exterior de la Junta. En el interior, la JAE construyó un entramado fluido y ágil de organismos, instituciones, centros y personas que favoreció el mejor uso de los recursos económicos –siempre escasos–, la preparación de los que deberían viajar al extranjero, la difusión de las nuevas aportaciones y, en definitiva, la dinamización de la ciencia española, aglutinando esta acción interior en torno al Instituto de Ciencias Físico-Naturales y a la Asociación de laboratorios.

En este artículo, estudiamos la difusión y el alcance que tuvieron las nuevas ideas y experiencias. En ocasiones, los propios pensionados actuarán como dinamizadores e impulsores de la renovación mediante la realización de seminarios, cursos, etc., dirigidos a sus compañeros, y con la publicación de sus experiencias en libros y revistas. Al mismo tiempo, la Junta y distintas empresas editoras traducen y publican, en ediciones económicas, las obras sobre enseñanza de las ciencias que se estaban publicando en Europa.

Finalmente, consideramos la labor desarrollada en una de estas instituciones de la Junta, el Instituto-Escuela de Madrid. Desde este centro se ofrecerá a los profesores de ciencias un modelo pedagógico alternativo y una experiencia contrastada de la que podrán extraer nuevos planteamientos para el desarrollo de sus enseñanzas, y, sobre todo, se mostrará la nueva concepción de la finalidad que debía tener la educación científica en la enseñanza secundaria: más formativa y de preparación para la vida que propedéutica.

La enseñanza de las ciencias en España a principios del siglo XX

Limitadas las enseñanzas científicas hasta principios del siglo XX, en la instrucción primaria, al grado superior de las escuelas de niños –que contaba con unos niveles mínimos de escolarización y asistencia–, éstas tenían un carácter anecdótico en la

práctica habitual de la enseñanza. Cuando se introducen las materias de ciencias con carácter obligatorio en toda la instrucción primaria, la falta de tradición, la deficiente preparación científica de los maestros y la carencia de medios y recursos para su enseñanza, hicieron que las ciencias de la naturaleza mantuvieran su carácter de disciplina subsidiaria (Bernal, 2001). Los propios profesores de las Normales exponen cuál era la situación en estos establecimientos:

... en el Plan vigente las ciencias de la Naturaleza, las ciencias experimentales y de observación, Física, Química, Historia Natural, etc., se hallan reducidas a la más mínima expresión: un curso, de clase alterna, que representa a lo sumo, noventa clases de una hora. Consideramos escasísima, para el futuro Maestro, la cantidad de Física, de Química y de Historia Natural, que puede aprenderse en 90 lecciones de una hora (Loperena y otros, 1918, p. 16).

Todas estas circunstancias, dificultarán la introducción de las materias científicas en las escuelas españolas: treinta años después de haber sido declarada obligatoria su enseñanza, las *Nociones de Ciencias físicas, químicas y naturales* seguían sin impartirse en la mayoría de las escuelas. El testimonio de Rafael Candel Vila (profesor aspirante al magisterio secundario en el Instituto-Escuela de Madrid, profesor del Institut-Escola de Barcelona, catedrático de instituto y profesor de Cristalografía en la Universidad de Madrid) muestra cuál era la situación: «a pesar de su importancia formativa, no figuraban en los programas de la enseñanza primaria». La aproximación al estudio de las ciencias se basaba en el *Juanito* y, posteriormente, en las *lecciones de cosas* que sirvieron para que en algunas escuelas «fuesen el objeto de lecciones de memoria, particularmente en ciertas escuelas de estilo confesional». La enseñanza de las ciencias no pasaba de ser algo anecdótico, propio de una escuela libresca, memorista y aburrida (Candel, 1933, p. 9).

En cuanto a la segunda enseñanza, desde posiciones institucionistas se pretendía que fuera continuación de la educación primaria, formativa e integral. Sin embargo, en la mayoría de los institutos de España la educación científica tenía un marcado carácter instructivo, de preparación para los estudios superiores de sólo unos pocos y excluía prácticamente a la mujer. Los materias de ciencias experimentales presentaban una estructura compartimentalizada, siguiendo el modelo de las disciplinas universitarias. Esta orientación de los programas conducía inexorablemente a una metodología esencialmente expositiva, basada en los libros de texto -de carácter enciclopédico y poco actualizados- que ocasionalmente utilizaba láminas, grabados o arcaicos aparatos científicos de demostración (López y Bernal, 2005).

Tampoco se encontraba en una situación óptima la enseñanza de las ciencias en las universidades españolas de finales del siglo XIX y principios del XX. El testimonio de Odón de Buen, introductor de la Oceanografía en España, es suficientemente ilustrativo: «La enseñanza de las Ciencias Naturales en España era exclusivamente sistemática y memorista»; tendía a «hacer clasificadores; el plan, un siglo anticuado». Más adelante señala que tenían «de profesor de Mineralogía un distinguido ingeniero, el Sr. Maisterra, premioso de palabra, con el cual hacíamos algunas prácticas de laboratorio, no superiores ni en mayor escala que las que yo había hecho en el Instituto de Zaragoza». Tras enumerar otras muchas deficiencias, finaliza indicando que «ni de Física, ni de Química se estudiaba más que el deficiente elemental curso preparatorio. ¿Es posible conocer la Naturaleza sin haber profundizado bastante en aquellas materias básicas» (Odón de Buen, 2003, pp. 35-37).

Pensamos que las palabras de Luis Cañadas, maestro de Olula del Río en 1926, pueden reflejar muy bien cual era la situación de las enseñanzas científicas en España⁴:

Puede decirse que no es sólo en la escuela primaria sino también en la enseñanza especial del Magisterio y en la del Bachillerato donde las ciencias físico-naturales no tienen la importancia que merecen. En las escuelas nacionales de primera enseñanza está reducido el cultivo de estas disciplinas al estudio mnemónico de un librito. Otras veces el maestro da una simple explicación oral a los niños. Y esto es todo. De experimentación, de interés y actividad del niño nada.

(...) En las mismas normales las asignaturas físico-naturales se hallan postergadas con relación a las demás del plan de estudios. Aparte de que su enseñanza se realiza en condiciones inadecuadas -exceso de libros, falta de acción- el número de cursos y horas que a ellas se destinan es insuficiente para que el normalista llegue a dominarlas.

(...) Y es que en general no tenemos en España tradición científica. En una de las muchas aulas a que hemos asistido oímos años ha de labios de un querido profesor esta observación: *¡Cuán poco suenan los apellidos españoles en la*

⁴ En marzo de 1926 presentó Luis Cañadas, maestro de Olula del Río (Almería), un trabajo a la JAE sobre las ciencias en la escuela. Incluía el concepto de ciencia, su método, la importancia que tienen en la escuela, el material más adecuado para su enseñanza y la organización de esta, y solicitaba viajar a centros educativos europeos para conocer la enseñanza de las ciencias que allí practicaban. No le fue concedida la pensión.

historia de la ciencia! ¡Qué escasos son los teoremas de Rodríguez, principio de López, ley de Martínez!

Quizá sea esa falta de ambiente una de las causas del estado de la enseñanza científica en España (Cañadas, 1926, p. 19).

La mejor forma de resolver el problema: estudiar in situ la enseñanza de las ciencias en Europa

Dentro de la corriente regeneracionista que surge a finales del siglo XIX en España, en los círculos políticos, científicos y pedagógicos va tomando fuerza la idea de que el problema de la regeneración del estado es pedagógico, tanto o más que económico y financiero. Se trataba de cambiar la sociedad mediante la educación integral de los ciudadanos. Era preciso romper el aislamiento español en todos los órdenes de la vida, pero sobre todo en los ámbitos científico y pedagógico. En este sentido, científicos de reconocido prestigio como Santiago Ramón y Cajal, proponían establecer un sistema de becas destinadas a sufragar los estudios experimentales en el extranjero de los alumnos universitarios más aventajados. Estos alumnos, que deberían realizar un trabajo científico original, constituirían la base para la selección del profesorado universitario (Ramón y Cajal, 1898)⁵.

Tal y como explica Antonio Viñao en el trabajo que figura en este número extraordinario, entre los institucionistas más señalados existía el firme convencimiento, desde finales del siglo XIX, de que la renovación sólo sería posible mediante procesos de reforma graduales, sin recurrir a leyes o decretos que la impusieran, basándose en una adecuada formación del profesorado. Giner, Castillejo y Cossío manifiestan reiteradamente estas ideas sobre la ineficacia de las reformas hechas desde la *Gaceta*. Era preciso contar lo antes posible con un colectivo docente debidamente formado y actualizado y, *en medio de la contienda de ideas*, establecer una tregua y señalar

⁵ Santiago Ramón y Cajal era ya un científico muy reconocido en su ámbito profesional por sus estudios de neurobiología, aunque su popularidad se acrecentaría considerablemente al obtener en 1906 el Premio Nobel de Fisiología y Medicina. En consonancia con sus ideas educativas, participará de forma decisiva en la constitución de la Junta, siendo elegido presidente de la misma un año más tarde. Otro científico de prestigio, Enrique Moles, después de su estancia en Leipzig becado por la JAE, explicaba el gran beneficio que le había producido conocer centros de investigación en los que «se discuten las dudas y se aclaran en la pizarra pero siempre empleando tono de colegas. Uno de mis mayores asombros, al principio de la estancia en Leipzig, era el oír una discusión de algún docente con uno de los doctorandos acerca del trabajo de éste (...) Y este comercio espiritual, estos duelos de pizarra, eran el mejor aliciente, el encanto mayor de la vida de laboratorio» (Moles, 1911, p. 130).

un campo común. Había que constituir un organismo al que poder «encomendarle la formación del personal científico y docente que cualquier reforma ha de necesitar» (Junta para Ampliación de Estudios, 1912, p. 8). La JAE puso en práctica un principio metodológico que consideraba esencial: enviar al profesorado interesado a distintos países de Europa para conocer no sólo las orientaciones administrativas y didácticas, sino también la práctica de la enseñanza en las aulas.

La JAE impulsó desde el primer momento las actuaciones dirigidas a la mejora de la educación científica. De hecho, en la primera lista de temas propuestos se incluía «el estudio crítico de los métodos para la enseñanza experimental de las primeras nociones de las ciencias en las escuelas», considerando cual era el material más adecuado y cómo podría adaptarse a España (Junta para Ampliación de Estudios, 1910, p. 15). Ese mismo año, a tres de las nueve personas que viajaron a la Exposición franco-británica de Londres, se les asignó el estudio de cuestiones relacionadas con la enseñanza de las ciencias. En los años siguientes, profesores y alumnos de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio, profesores de escuelas normales, inspectores de primera enseñanza, profesores de instituto y maestros de instrucción primaria, solicitaron ayudas a la Junta para viajar a centros educativos europeos en relación con la mejora de la enseñanza de las ciencias.

En el proceso de selección, Castillejo intentaba mantener un difícil equilibrio entre el objetivo de enviar al extranjero a los profesionales más preparados, que mejor pudieran rentabilizar el esfuerzo económico que se hacía, y el criterio de abrir el sistema de becas al mayor número posible de profesores. «Pero también ha tenido la Junta que guardarse contra otro peligro: el monopolio que los más aptos podrían alcanzar presentando a los concursos de pensiones trabajos, de innegable superioridad, resultado de la preparación hecha con una pensión anterior» (Junta para Ampliación de Estudios, 1914, p. 17). No se trataba de formar una minoría, sino de extender y difundir la formación entre los distintos niveles del profesorado.

Inicialmente, el profesorado de ciencias de secundaria manifestó poco interés por los aspectos pedagógicos o didácticos de sus asignaturas, solicitando becas preferentemente para realizar estudios relacionados con la actualización científica y experimental en su especialidad. La causa pudiera estar, como se argumentaba desde la propia Junta, en que no se había «formado aún un concepto de escuela secundaria, respecto a la cual apenas se discute ni legisla sino acerca de planes de estudios, es decir, la parte más externa y circunstancial e insignificante del sistema» (Junta para Ampliación de Estudios, 1914, p. 24). Sin embargo, en años sucesivos, también fueron

interesándose por aspectos metodológicos⁶. Circunscribiéndonos a los catedráticos de ciencias experimentales, 38 pudieron disfrutar de becas en el extranjero concedidas por la Junta para ampliar estudios de su especialidad y 9 de ellos fueron becados en temas relacionados con la enseñanza de estas disciplinas.

En la Tabla I recogemos los nombres, actividad profesional, países que visitaron, duración de la estancia y tema específico de trabajo de las personas que fueron becadas por la JAE en relación con la mejora de las enseñanzas científicas. La peculiar forma de trabajo de la Junta hace que sea muy difícil determinar con exactitud el número de personas que viajaron al extranjero en relación con un tema específico. Uno de los aspectos más positivamente valorados en la mayoría de los estudios que se han hecho sobre la JAE, es el carácter ágil, flexible y dinámico que Castillejo logró imprimir siempre a sus actuaciones con el fin de conseguir la mayor eficacia. Se pretendía huir del encorsetamiento burocrático, de las tradicionales barreras administrativas tan criticadas desde posiciones institucionistas. Este planteamiento, tan efectivo para conseguir el fin propuesto -enviar el mayor número posible de docentes al extranjero-, muestra su cara más negativa cuando se pretenden hacer estudios y clasificaciones sistemáticas y establecer cifras cerradas sobre una organización que precisamente luchaba por evitar los encasillamientos.

El caso de los catedráticos de instituto a los que nos referíamos anteriormente, puede ser un buen ejemplo. En algunos casos solicitaban una beca para ampliar su formación científica y a la vez asistían a centros educativos para estudiar la práctica de la enseñanza de las ciencias. Miguel Catalán disfrutaba de una pensión para trabajar en el *Royal College of Science* con el profesor Fowler en Inglaterra, pero estaba muy interesado también en visitar y desarrollar su trabajo docente en escuelas secundarias inglesas. Y así lo hizo, tras solicitar permiso por escrito a Castillejo, haciéndose constar en las memorias: «Ha asistido con asiduidad a las clases de Física y Química de algunos establecimientos de 2^a enseñanza en Londres, dedicando su atención preferente a la gradación de estas enseñanzas en relación con las edades de los alumnos» (Junta para Ampliación de Estudios, 1925, p. 28). También Ricardo Montequí, que solicitó una beca para ir a trabajar a los laboratorios de la Sorbona, aprovechó su estancia en París para hacer un estudio comparativo de los métodos de enseñanza de las disciplinas experimentales en España y Francia. Ninguno de los dos figura en las relaciones de pensiona-

⁶ En algunas de las solicitudes, por ejemplo, en las de los catedráticos de instituto Juan Mir Peña, Eduardo García Rodeja, Guillermo Mur Estevan, Ramón Trujillo Torres, José Barceló Matutano, José Sánchez Romero, Manuel Mateo Martorell, Jenara Vicenta Arnal Yarza, etc., se mostraba claramente el interés por mejorar su formación de acuerdo a las nuevas orientaciones metodológicas, fundamentando su solicitud en la necesidad de una preparación del profesorado en el conocimiento de las nuevas orientaciones en la enseñanza de la Física y de la Química desde los primeros grados.

dos por temas educativos establecidas por Teresa Marín Eced (1990 y 1991), ya que inicialmente era otro el asunto que les llevó a solicitar pensión. Sin embargo, ambos conocieron nuevas orientaciones para los programas de ciencias que, a su vuelta, pusieron en práctica y difundieron entre sus colegas, por lo cual nos parece oportuno incluirlos en una relación de personas que conocieron la educación científica que se practicaba en centros europeos, con el reconocimiento y la ayuda de la Junta.

En Martina Casiano Mayor encontramos otra modalidad de actuación de la JAE. En 1911, un año antes de salir al extranjero, es becada en los laboratorios de la Junta en Madrid para realizar un curso de Química con el profesor Casares. De esta forma cuando al curso siguiente viaje a Alemania (Leipzig y Berlín), podrá sacar mayor rendimiento a su estancia. Su objeto era adquirir conocimientos científicos prácticos para el mejor desarrollo de sus clases en la Normal de Bilbao, y en su memoria cuenta su estancia durante el curso 1912-13 en Alemania y cómo le influyó en su labor a la vuelta, proponiendo algunas reformas para mejorar la formación científica de los maestros. El caso de la maestra Pilar Angulo y Puente, puede ser representativo también de dos peculiaridades de los pensionados de la JAE. Se trata de una maestra de instrucción primaria cuyo único objetivo era mejorar su práctica escolar, sin más –ni menos–, pretensiones, y éste era también uno de los objetivos prioritarios de la Junta. Por otra parte realiza sus visitas a Francia y Bélgica como integrante de un grupo de nueve maestras, dirigido por la inspectora Matilde García del Real. Los viajes en grupo de menor duración –en este caso poco más de dos meses–, eran otra de las posibilidades que ofrecía la Junta. Ella fue la encargada, dentro del grupo, de estudiar cómo era la enseñanza de las ciencias físico-naturales en los numerosos centros que visitaron.

Así pues, en este grupo de personas pensionadas por la JAE en relación con la educación científica encontramos representadas prácticamente todas las modalidades de intervención de este organismo: pensiones en el extranjero, concedidas por concurso y con una duración aproximada de un curso; pensiones en grupo, con un tema específico para cada uno de los componentes del mismo; y delegaciones en congresos científicos. Los países que se visitan son Francia, Inglaterra, Bélgica, Suiza y en menor medida Alemania e Italia. En líneas generales, los becados que conocen varios países, destacan la importancia que se da a la educación científica en Inglaterra –a la que se refieren como patria de las ciencias naturales– y lo novedoso de los enfoques didácticos en Bélgica, encontrando en las propuestas de globalización y centros de interés de Decroly el marco más adecuado para introducir las ciencias en los programas escolares.

Otra peculiaridad del grupo de pensionados es la incorporación de la mujer desde el primer momento. El deseo de las profesoras y maestras por mejorar su práctica

docente –casi siempre con la introducción de actividades experimentales–, contrasta con la situación de marginación en que se encontraban frente a estas materias. La educación científica en España –hasta bien entrado el siglo XX– era cosa de hombres. Tanto en las Escuelas Normales como en las de instrucción primaria, las horas –escasas en cualquier caso– que se dedicaban a la enseñanza de las ciencias en los cursos de maestros o de niños, eran dedicadas a labores, costura o remendado en las clases de maestras y de niñas. Paradójicamente, las profesoras y maestras españolas tendrán un enorme protagonismo en todo el movimiento de renovación de la educación científica.

TABLA I. Pensionados por la JAE en relación con la educación científica

Nombre / Actividad profesional	País	Año	Duración / Modalidad	Tema
Angulo Gómez, Antonio Inspector de Primera Enseñanza	Suiza Francia	1924	2 meses En grupo	Escuelas rurales. Metodología de las ciencias
Casiano Mayor, Martina Profesora de Escuela Normal	Alemania	1912 / 1913	12 meses	La enseñanza de la Ciencia
Catalán Sañudo, Miguel A. Catedrático I. Física y Química	Inglaterra	1920	9 meses	Espectroscopia. Física y Química y su enseñanza
Cebrián y Fernández Villegas, Dolores Profesora de Escuela Normal	Inglaterra Inglaterra	1908 1923 / 1924	2 meses En grupo 6 meses Equiparada pensionada	Métodos y prácticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales Formación de maestros de ciencias naturales, Training Colleges
Comas Camps, Margarita Profesora de Escuela Normal	Inglaterra	1920 / 1921	9 meses	Enseñanza de las ciencias
Estalella Graells, José Catedrático I. Física y Química	Francia Suiza Italia	1919	2 meses	Organización de la enseñanza y didáctica de las ciencias físico-químicas
Gómez Lluca, Federico Catedrático I. Historia Natural	Francia Suiza	1920	14 meses	Paleontología y segunda enseñanza
Gómez Martínez, M^a Dolores Profesora de Escuela Normal	Francia Bélgica	1935	7 meses	Metodología de las ciencias naturales y de la agricultura
Hernansáez Meoro, Ángel Catedrático I. Agricultura	Francia	1933	2 meses	Enseñanza de las ciencias naturales
Herrera Montenegro, Rosa Profesora del Instituto -Escuela de Madrid	Inglaterra Francia Suiza	1929 / 1930	12 meses	Enseñanza de la química
Hueso Carceller, José Profesor de Escuela Normal	Francia Bélgica Suiza Italia	1910 / 1911	4 meses	Gabinetes y Museos de Ciencias en las Normales y escuelas
Juan Blesa, Carmen de Profesora de Escuela Normal	Francia	1927	9 meses Equiparada pensionada	Metodología de las Ciencias y procedimientos científicos de enseñanza
Leal Quiroga, Teodosio Profesor Escuela de Estudios Superiores del Magisterio	Inglaterra	1908	2 meses En grupo	El estudio de la Naturaleza y la enseñanza primaria en Londres

Llorca Martínez, Juan Bautista Profesor de Escuela Normal	Bélgica Francia Suiza	1924	3 meses	Enseñanza de la física, química, historia natural y agricultura
López Pérez, Ricardo Profesor de Escuela Normal	Bélgica Francia	1925	4 meses	Organización y enseñanza de las ciencias físico-naturales en las Normales
Lozano Cuevas, Edmundo Profesor Museo Pedagógico	Inglaterra	1908	2 meses En grupo	Enseñanza elemental de la física y de la química en Inglaterra
Mancho Alastuey, Ricardo Profesor de Escuela Normal	Francia Bélgica Suiza	1911 / 1912	9 meses	Organización y sistema de la enseñanza de las ciencias en las Normales
Marín y Sáenz de Viguera, Antonio Catedrático I. Historia Natural	Suiza Francia Bélgica	1933	12 meses	Metodología de las ciencias naturales
Miralles Solbes, Lorenzo Catedrático de Escuela Superior de Artes e Industrias	Francia Bélgica Inglaterra	1909 / 1910	13 meses	Métodos de la enseñanza experimental de las ciencias en la escuela
Montequí y Díaz de la Plaza, Ricardo Catedrático I. Física y Química	Francia	1922	12 meses Equiparado pensionado	Organización de enseñanzas de la Química y Física en los liceos franceses. Química Técnica
Pérez Casanova, Gonzalo Catedrático I. Historia Natural	Suiza	1921	3 meses Equiparado pensionado	Botánica y metodología de las ciencias naturales
Puente Larios, José de la Catedrático I. Física y Química	Francia y Alemania	1935 / 1936	3 meses	Organización y métodos pedagógicos de la enseñanza secundaria y de las ciencias físico-químicas
Rodríguez Charentón, Aurelio Profesor de Escuela Normal	Francia Bélgica Suiza	1932	4 meses	Enseñanza de las ciencias físico-naturales
Ruvira Jiménez, Francisco Profesor de Escuela Normal	Francia Bélgica	1925	4 meses	Organización de las Escuelas Normales y enseñanza de las ciencias
Sáinz-Amor Alonso de Celada, Concepción Maestra	Bélgica Italia	1932 / 1933	3 meses	Huerto escolar y enseñanza de las ciencias naturales
Sensat Vila, Rosa Maestra	Bélgica Suiza Alemania	1912 / 1913	6 meses	Metodología de la enseñanza de las ciencias físico-naturales
Valls Anglés, Vicente Inspector de Primera Enseñanza	Francia Bélgica Suiza Francia Bélgica Suiza	1923 1924	2 meses En grupo 2 meses En grupo	Organización y funcionamiento de escuelas rurales Organización de escuelas primarias. Metodología de las ciencias físico-naturales
Vives y Piera, Catalina Profesora de Escuela Normal	Francia	1923	8 meses Equiparada pensionada	Organización, métodos y procedimientos relacionados con las ciencias de la naturaleza

La actuación de la JAE dentro de España

Otra de aquellas ideas fundamentales que han inspirado las creaciones de la Junta, ha sido la que se refiere a la labor dentro de España. Para Castillejo era fundamental que los logros que podían alcanzarse mediante los estudios que los profesores y científicos españoles realizaban en el extranjero, tuvieran una continuidad a la vuelta a sus

puestos de trabajo habituales. Era preciso coordinar la política de pensiones en el extranjero con el desarrollo de la actividad científica y docente dentro del país, de tal modo que «al regresar un cierto número de jóvenes con suficiente preparación científica se les ofrecieran los medios de continuar sus estudios y se les exigiera su cooperación para preparar a otros que hayan de salir en adelante. Sin esto, la obra de las pensiones en el extranjero sería casi perdida» (Junta para Ampliación de Estudios, 1912, p. 10). Cuatro años después, el fruto de la política de pensiones parecía cada vez más ostensible: «Las Universidades todas tienen ya grupos de profesores que han sido pensionados, o que ganaron sus cátedras después de adquirir una formación en el extranjero. La Junta recoge además en sus laboratorios aquellos jóvenes que vuelven con una formación más sólida (Junta para Ampliación de Estudios, 1916, p. 10).

En 1910 se crean, entre otros centros dependientes de la Junta, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales y la Asociación de Laboratorios. Para Castillejo, esta agrupación no debía suponer la fusión de las instituciones existentes, ni su centralización administrativa. Se trataba de crear las nuevas instituciones con un carácter dinámico y una estructura flexible que, facilitando su funcionamiento, hiciese que cada centro conservase su propia personalidad. Se trataba de optimizar los escasos recursos existentes, el mínimo presupuesto con que se contaba para la investigación científica en nuestro país, aprovechando al mismo tiempo la formación y cualificación obtenida por los que ya habían realizado estudios en el extranjero⁷.

En el Instituto Nacional de Ciencias -que es como se denominó a partir de 1916 el primitivo Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales-, integrado por centros oficiales y por centros sostenidos por la propia Junta (Museo de Ciencias Naturales, Jardín Botánico, Laboratorio de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Investigaciones Físicas, Estación alpina de Biología, Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, Laboratorios de la Facultad de Farmacia, Laboratorios de la Residencia de Estudiantes, Instituto Nacional de Física y Química, etc.) era donde se iba a desarrollar la actualización y formación científica del profesorado de los distintos niveles educativos. Entre los miembros del Instituto y los directores y encargados de los trabajos organizados por la Junta se encuentran algunos de los cien-

⁷ Así, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales contaba con la colaboración de los profesores Carracido y Casares que prestaban sus laboratorios de la Facultad de Farmacia para la realización de cursos prácticos y actividades de investigación, haciéndose cargo la Junta únicamente de los gastos del material fungible utilizado y del pago al personal auxiliar del laboratorio. Desde el Museo de Ciencias Naturales, se ayudaba a conseguir los objetivos de la Junta pero, al mismo tiempo, el Museo también se beneficiaba de la labor de ésta: en 1924, se recibían por medio de la JAE más de 50 revistas internacionales -*Botanical Abstracts, Nature, Genetics, Journal of Experimental Zoology, etc.*-, siendo de destacar el hecho de que algunas de ellas se conseguían como intercambio con las publicaciones del Museo (Archivo del Museo de Ciencias Naturales. Legajo: JAE).

tíficos españoles más destacados de su época: Santiago Ramón y Cajal, Ignacio Bolívar, Blas Cabrera, Enrique Moles, Miguel Catalán, Eduardo Hernández-Pacheco, Lázaro Ibiza, Joaquín M^o Castellarnau, Enrique Rioja, Antonio de Zulueta, José R. Carracido, entre otros. Otra de las líneas de actuación que se propuso la Junta, a partir del bienio 1916-1917, consistió en traer investigadores extranjeros de reconocido prestigio para el impartir cursos prácticos y seminarios. El desarrollo de toda esta incesante y variada actividad dinamizadora, supuso un gran paso hacia adelante en la investigación científica de la España del primer tercio del siglo XX (Moreno y Sánchez Ron, 1987).

Al mismo tiempo, los cursos y trabajos de investigación organizados por la Junta constituyeron un medio eficaz de completar y mejorar la formación inicial del profesorado de ciencias, sobre todo en los aspectos relacionados con la actividad experimental y las prácticas de laboratorio y de campo. En estos trabajos y cursos participaron catedráticos en ejercicio y futuros catedráticos de universidad, catedráticos en activo y futuros catedráticos de instituto, profesores y alumnos de la Escuela Superior del Magisterio, profesores de escuelas normales, jóvenes licenciados y alumnos de los últimos cursos de las facultades de ciencias y de bachillerato. Hay un dato que puede ser revelador del alcance de toda esta actividad de la Junta. En un colectivo tan poco dado a los cambios e innovaciones como era el de los catedráticos de institutos, hemos contabilizado 92, casi un 40% del total catedráticos de que figuran en el escalafón de 1936, que participaron en las actividades auspiciadas por la JAE en los centros antes mencionados. Algunos de los asistentes a los trabajos y cursos establecieron posteriormente una estrecha y dilatada relación con la Junta, siendo encargados de dirigir otros cursos y trabajos en los laboratorios⁸. También se encuentran entre los asistentes los nombres de Miguel A. Catalán, Andrés León, Federico Gómez Llueca o Luis Crespí que posteriormente serían nombrados profesores del Instituto-Escuela.

Los cursos organizados desde los distintos laboratorios dependientes de la JAE, eran eminentemente prácticos, haciéndose excursiones y proyectándose diapositivas de los principales fenómenos geológicos y de vertebrados fósiles⁹. Por ejemplo, el de Biología animal en 1921-22, dirigido por Antonio de Zulueta, llegó a las 42 sesiones

⁸ «Profesores de otros centros de Madrid y provincias cuya formación científica en la especialidad se ha hecho principalmente en los laboratorios del Museo (MCN), han cooperado también en los trabajos de investigación. Así lo ha hecho el profesor del Instituto-Escuela de Madrid, don Federico Gómez Llueca (...), el catedrático del Instituto Jovellanos de Gijón, don Joaquín Gómez de Llerena, el catedrático del Instituto de Tarragona, don Bartolomé Darder» (Junta para Ampliación de Estudios, 1925, p. 193).

⁹ También en la *Residencia de estudiantes* se organizaron cursos de laboratorio para paliar la escasa preparación experimental de los universitarios. Asimismo, se establecieron ciclos de conferencias sobre temas científicos impartidas por Mme. Curie, Blas Cabrera, Julio Palacios, Enrique Moles, Miguel Catalán o Enrique Rioja. En la *Residencia de señoritas* se realizaban actividades en el Laboratorio de Química a cargo de la profesora Luisa Foster o de Carmen Gómez Escolar a las que asistían alumnas de las facultades de Farmacia, Medicina o Ciencias y de la Escuela Superior del Magisterio.

prácticas de unas tres horas de duración cada una; el de 1923-24 consistió en 43 sesiones prácticas y el del año anterior en 31. En los laboratorios colaboraron algunas de las primeras mujeres científicas de nuestro país, como M^a Teresa Salazar, Carmen García Amo, Felisa Martín Bravo, Carmen Gómez Escolar, Francisca Lorente, Carmen Pradel y Pilar Álvarez, entre otras.

La mayoría de estudios que se han hecho desde la historia de la ciencia sobre el tema, se refieren a esta época como la «edad de plata» de la ciencia española. En todo caso, lo que parece claro es que todo este conjunto de actuaciones auspiciadas desde la JAE y la Institución Libre de Enseñanza contribuyeron, en palabras de Vicente Valls, a que la educación científica se fuese abriendo paso en España, penosa pero concienzudamente:

La cátedra de Química experimental del Museo Pedagógico Nacional, donde ha profesado con toda competencia y devoción el señor Lozano; los cursos prácticos organizados por el Museo Nacional de Ciencias Naturales -por no citar más que las actuaciones cimeras-, han formado en el espíritu y en la práctica del método científico a una pléyade de profesores y a toda una generación de maestros, recogiendo de este modo la dirección y el ambiente pedagógico del país, creado por las doctrinas y el estímulo de D. Francisco Giner y de D. Manuel B. Cossío, o sea por la Institución Libre de Enseñanza y por el Museo Pedagógico (Valls, 1936, p. 448).

La difusión de la teoría didáctica para la educación científica de todas las personas

Como hemos visto anteriormente, casi treinta personas pudieron viajar al extranjero con la ayuda de la Junta para conocer nuevos métodos y programas para las enseñanzas científicas. Otro grupo mucho más amplio de docentes, gracias a la labor desarrollada por la JAE en el interior, participó en todo tipo de cursos y actividades de actualización científica y didáctica. Muchas de estas personas trataron de difundir las nuevas ideas mediante su publicación en libros y revistas. De este modo nos encontramos, a partir de 1908, con la publicación de numerosos trabajos de didáctica de las ciencias, realizados tanto por los que podríamos considerar hoy expertos y que se ocupan de una fundamentación teórica de la disciplina, estableciendo las líneas guía a seguir en la enseñanza de las ciencias -Margarita Comas, Enrique Rioja, José Estalella, Vicente Valls-, como por quienes explicaban las

experiencias concretas que desarrollaban en sus aulas, siguiendo las orientaciones propuestas por sus maestros, a los que se citan en repetidas ocasiones (Bernal, 2001).

Un ejemplo significativo del desarrollo de las publicaciones sobre educación científica en España en los años treinta del siglo XX, puede encontrarse en la obra de Margarita Comas, en general, y, más concretamente, en su libro *Contribución a la Metodología de las Ciencias Naturales*, publicado en 1937. Se trata de un extenso manual (612 páginas) dirigido a la formación de maestros en el que recoge, además de los textos propios sobre los diversos temas, algunas experiencias desarrolladas por sus alumnas y alumnos de la Universidad de Barcelona y de la Normal de la Generalitat. Sería imposible mostrar en unas líneas el grado de actualización científica y didáctica del texto. La bibliografía que presenta puede ser la mejor ilustración. Incluye 481 referencias bibliográficas distribuidas en los distintos capítulos, diferenciando libros para el maestro, libros de prácticas y de identificación de ejemplares, monografías y tratados especiales, escritos originales de investigadores o de artistas, libros de aplicaciones, libros para los alumnos, libros de vulgarización científica y biografías de historia de la ciencia. Entre las revistas incluye algunas como *Pour l'Ère Nouvelle*, *School Nature Study* y *The School Science Review* y, en el capítulo dedicado a la didáctica, obras en español, francés e inglés. Cita a Dewey, Kerschensteiner o Piaget, pero también a Edmundo Lozano o Enrique Rioja.

Véamos inicialmente como desde la visión de la actual didáctica de las ciencias, las propuestas para la educación científica de todas las personas deberían basarse en programas contruidos desde una orientación integradora, y en el uso de actividades y experimentos más atractivos que impliquen cuestiones cotidianas de los alumnos para despertar su «curiosidad» y su «espíritu crítico». Ésta es la línea de las orientaciones que se establecen por los introductores de la didáctica de las ciencias en España. Por una parte, el estudio del medio, del entorno natural próximo al niño, el *Nature Study* que se practicaba en las escuelas inglesas, debería dirigir la selección de los contenidos de las ciencias de la naturaleza. Por otra, la globalización y el método de los centros de interés deberían orientar su organización y secuenciación. Además, los fundamentos pedagógicos que inspiraban el movimiento de la escuela nueva requerían que los contenidos de ciencias fueran seleccionados en función de los intereses del niño; por tanto debían estar relacionados con asuntos que les fueran próximos y con situaciones de su vida cotidiana (Bernal, 2001).

En la enseñanza secundaria, los programas propuestos desde las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias tenían un carácter cíclico y huían de la visión puramente descriptiva de los fenómenos científicos para llegar a unas concepciones disciplinares formalmente más estructuradas. Los nuevos programas trataban de aproximarse a los intereses y necesidades personales de los alumnos más que a los contenidos dis-

ciplinares de cada una de las materias, proponiendo actividades experimentales que despertaran la curiosidad y el interés de los alumnos enseñándoles a reconocer hechos y fenómenos, a observar, medir y analizar situaciones de la vida diaria, a emitir hipótesis, e inferir conclusiones, a ser curiosos y a respaldar las afirmaciones con argumentos.

Miguel Catalán y Andrés León (1925) –que prosiguieron la labor de Estalella en el Instituto-Escuela de Madrid– aconsejaban huir de las demostraciones con instrumentos costosos, raros y desconocidos para los alumnos, basadas en la utilización de los aparatos de demostración. Proponían la realización de experiencias de laboratorio en las que se concediera 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, p. 569). En cuanto al material de enseñanza se utilizaban los aparatos y materiales específicos de laboratorio pero también otros alternativos y próximos al entorno del alumno, o que fuesen los mismos alumnos los que construyeran el «material científico».

Edmundo Lozano (1913) y Vicente Valls (1936), proponían el «método científico» como método de enseñanza, desde una visión inductivista de la ciencia y de su enseñanza. Margarita Comas supera esas concepciones. Para la profesora Comas, proponer tareas que posibilitaran la actividad indagadora de los alumnos y la aplicación del conocimiento obtenido al planteamiento y resolución de nuevos problemas debía ser el modelo a seguir en la enseñanza de las ciencias. De esta forma, una vez que los alumnos hubieran adquirido el hábito de tratar de *modo científico* las actividades propuestas en la escuela, podrían trasladar este procedimiento a la resolución de determinadas cuestiones de la vida cotidiana. Los profesores debían proponer actividades de búsqueda e indagación, dada la naturaleza curiosa y observadora de los escolares (Comas, 1937).

Los problemas que plantea la práctica educativa

La propia profesora Comas era muy consciente de los problemas que planteaba la puesta en práctica de la metodología que propugnaba:

En general el maestro actual no está en condiciones de enseñar las ciencias naturales en la forma moderna, activa, que aquí se preconiza, pues que muchos empe-

zaron a ejercer cuando dicha materia no entraba en el plan y tuvieron que acogerse, al hacerse obligatoria, a unas de las obritas que como ensalmo surgieron; otros estudiaron las ciencias memorísticas, de espaldas a la naturaleza y a la vida. Pero como son bastantes los que están deseando hacer y hacer bien, preciso es ayudarles, pues que no basta la buena voluntad (Comas, 1937, p. 180).

A continuación explicaba cuál creía que era el camino más eficaz para conseguir la actualización científica y didáctica de las maestras y maestros en activo. Proponía la organización de cursillos de perfeccionamiento que incluyeran la realización de trabajos prácticos, excursiones, revisiones bibliográficas y visitas a escuelas en las que otros docentes ponían ya en práctica las nuevas orientaciones para la educación científica, trabajando en el mismo sentido que ella lo había hecho en la escuelas de Londres. La propia Margarita Comas -así como Vicente Valls, José Estalella, Modesto Bargalló, etc.-, impartió numerosos cursos de actualización para el magisterio. También planteaba la posibilidad de constituir centros de recursos de profesores en las grandes poblaciones «donde pudiera acudir siempre el maestro, personalmente o por escrito, a resolver sus dudas, a pedir un consejo, a consultar obras especiales» (Comas, 1937, p. 190).

En un sentido semejante, Rosa Sensat consideraba que los maestros españoles tenían ya una información general sobre las nuevas corrientes pedagógicas y que había llegado el momento de trasladar estos principios educativos a la práctica del aula. Ésta era la gran dificultad, el reto que había que superar: el proceso de acercamiento entre teoría y práctica educativa (Sensat, 1934). En el número 83 de 1928, la sección de noticias de la *Revista de Pedagogía* destacaba que cada día era mayor el número de las escuelas que habían introducido en España los métodos activos. Efectivamente, a pesar de las dificultades iniciales, centros como los institutos-escuela de Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla, o grupos escolares como el «Cervantes», «Príncipe de Asturias», «Pere Vila», «Alfonso XIII», «Baixeras» o «La Farigola», entre otros, fueron pioneros en la puesta en práctica de ensayos y experiencias que incluían una nueva visión de la enseñanza de las ciencias. La utilización del método Decroly y el método de proyectos, el reconocimiento de los principios pedagógicos de la escuela nueva, favorecían la incorporación de contenidos y actividades de ciencias escolares en los programas.

También en otras escuelas más modestas se realizaron interesantes ensayos. El maestro Enrique Cassas Cantó explicaba en 1926 como era la enseñanza de las ciencias en su escuela:

Seguimos dando a las lecciones un sentido todo lo práctico posible; quizás diríamos mejor: todo lo activo posible; tendiendo siempre a que sea la actividad de los niños la dominante en la Escuela: actividad investigando, experimentando, dándose cuenta por sí propios, en una palabra, del cómo y del porqué del hecho o fenómeno que motiva la lección que completamos siempre con frecuentes y adecuadas visitas a los campos y a las fábricas, a los jardines botánicos o a los talleres industriales (Cassasas, 1926, p. 16).

Más adelante, pone como ejemplo concreto el desarrollo de la lección sobre «el agua». Inicialmente, hace observar a los alumnos distintos tipos de agua, así como los diferentes estados en que se puede encontrar en la naturaleza. Les propone a continuación que realicen una serie de experimentos sobre sus cambios de estado y las disoluciones. Posteriormente, realiza excursiones o visitas alternativamente a una fuente ferruginosa cercana, «al laboratorio médico municipal, a la fábrica de hielo que hay en la localidad o al Centro Agrícola, donde tanta diversidad de análisis se practican». Piensa que así sus alumnos se acostumbrarán a relacionar los conocimientos científicos con los asuntos de la vida diaria. Pero, a continuación, se plantea una cuestión clave, un asunto que aún hoy es el centro del debate en cualquier propuesta de cambio de orientación en los programas de ciencias. Indica el maestro Enrique Casasas, a partir de su propia práctica docente, que la metodología que emplea no puede «extenderla al contenido científico de toda la Historia Natural, de toda la Física y de toda la Química». Y ésta es la cuestión que plantea precisamente en su escrito a la Junta, la que le motiva para pedir una pensión que no le sería concedida: conocer como han resuelto el problema en otros países con «tan felices resultados» (Cassasas, 1926, p. 19).

Recogemos otro testimonio directo de la práctica de la educación científica en la escuela. Diez años más tarde, en 1936, la maestra Pilar Fernández se dirige también a la Junta para solicitar una beca en relación con la enseñanza escolar de las ciencias. Indica al iniciar su escrito que había sido maestra en la escuela mixta de una aldea de la provincia de León: Villar de los Barrios. Unos años más tarde, fue nombrada profesora del Instituto-Escuela de Madrid y allí, durante tres cursos, fue encargada de preparar el programa de ciencias para el tercer grado. Conocía, por tanto, ambientes y culturas escolares muy diferentes: desde la atrasada escuela de aldea, donde cuenta que nunca recibió la visita de la inspección, al epicentro de la innovación pedagógica. En 1931 obtuvo por oposición una plaza en el grupo escolar «Menéndez Pelayo» donde se le encomendó la enseñanza de las materias científicas. Así explica qué método seguía en la escuela graduada:

Partía de la vía experimental haciendo que el niño siguiera sucesivas etapas hasta encontrar y resolver el problema propuesto; así observábamos, experimentábamos, concluíamos y aplicábamos. Tomando como tema alguna cuestión general frecuente en la vida ordinaria, la agrupábamos alrededor de alguna idea central coordinando y compenetrando asignaturas distintas, simplificando y afirmando así los conocimientos que el niño debía poseer al salir de la escuela (Fernández, 1936, p. 5).

Más adelante señala que en el curso 1932-33 realizó como ensayo el método de proyectos, utilizando las ciencias naturales como referencia importante. Del mismo modo indicaba que vencer las dificultades que encontró en aquella escuela de aldea había sido la firme base para su posterior trabajo en Madrid. «¿Podré hacer más? No lo sé; lo que sí sé es que deseo hacerlo. A ello encamino mis pasos para poder laborar para el mejoramiento de la escuela nacional». Así finalizaba su petición de beca el 5 de enero de 1936.

El Instituto-Escuela y la educación científica

El Instituto-Escuela de Madrid proporcionó el contexto adecuado para el desarrollo de nuevos enfoques en los programas y en los métodos de enseñanza de las ciencias. Contaba con un núcleo de profesores seleccionados por la Junta entre los catedráticos del área de ciencias experimentales comprometidos con la innovación que se proponía.

CATEDRÁTICOS DE INSTITUTO SELECCIONADOS COMO PROFESORES DEL INSTITUTO-ESCUELA DE MADRID

Física y Química	Ciencias Naturales-Agricultura
José Estalella Graells (1879-1938) Catedrático desde 23-05-1905	Juan Dantín Cereceda (1881-1943) Catedrático desde 3-03-1909
Andrés León Maroto (1893-?) Catedrático desde 14-06-1917	Federico Gómez Lluca (1889-1960) Catedrático desde 9-06-1913
Miguel A. Catalán Sañudo (1894-1957) Catedrático desde 18-02-1920	Luis Crespí Jaume (1889-1963) Catedrático desde 2-04-1916
Francisco Poggio Mesorana (1904-1990) Catedrático desde 28-03-1930	Antonio Marín Sáenz de Viguera (1889-?). Catedrático desde 2-06-1920

El testimonio de Francisco Giral respecto al profesorado del Instituto-Escuela de Madrid es significativo: «algunos jóvenes de aquella época tuvimos el extraordinario privilegio de recibir la enseñanza primaria y secundaria de aquel grupo de profesores excepcionales que la Junta había concentrado en el Instituto-Escuela» (Giral, 1994, p. 54). Esto permitió una renovación de la enseñanza de las ciencias experimentales palpable en el nuevo sentido que se dio a los programas, en el planteamiento de actividades experimentales integradas en la secuencia de enseñanza -una alternativa al material científico y al trabajo práctico tradicional desarrollado en otros institutos- y en el cambio en la concepción sobre el libro de texto, las salidas de campo y las excursiones escolares (Bernal y López, 2002). Por otra parte, los planteamientos efectuados desde el Instituto-Escuela madrileño tuvieron una oportunidad real de extenderse con la creación en la II República de los Institutos-Escuela de Barcelona, Valencia y Sevilla y la presencia en ellos, como profesores, de quienes habían seguido el plan de formación en el mismo como «aspirantes al magisterio secundario», además de otros de reconocido prestigio. Por ejemplo, entre el profesorado de ciencias experimentales del de Barcelona, además de J. Estalella estaban, entre otros, Rafael Candel Vila, Manuel Mateo Martorell, Angeleta Ferrer Sensat, Emilia Fusteguerras o A. Sanromá Nicolau.

En las secciones de física y química y de ciencias naturales del Instituto-Escuela de Madrid participaron 90 profesores como aspirantes (dos de ellos pertenecieron a ambas secciones), de los que 25 -casi un 28%- obtendrían cátedras de instituto antes de 1936. El trabajo de este colectivo de profesores en el desempeño de sus cátedras, así como su labor en la dirección de algunos institutos y su actuación en distintos foros de participación educativa -Consejo Regional de Segunda Enseñanza de Cataluña, seminarios de Pedagogía, cursos y cursillos de perfeccionamiento, etc.- haría posible la difusión de las ideas renovadoras en el campo de la enseñanza de las ciencias experimentales. El buen nivel académico de dichos aspirantes se refleja en el hecho de que algunos de ellos fueran posteriormente catedráticos de universidad: Arturo Duperier Vallesa, obtuvo la de cátedra de «Geofísica» en la Universidad de Madrid (15-02-1933); Miguel A. Catalán Sañudo ganó la de «Estructura atómico molecular y espectrografía» también en la Universidad de Madrid (7-7-1934); Fernando Galán Gutiérrez ingresó (4-05-1933) como catedrático en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla; y Juan Gómez-Menor Ortega accedió por oposición el 23-06-1944, desempeñando en 1948 la cátedra de Zoología especial (Entomología) en la Facultad de Ciencias de Madrid.

La enseñanza de las ciencias en los institutos-escuela más que a la mera acumulación de conocimientos trató de contribuir a una formación de ciudadanos con capa-

cidad de juicio crítico. Se partía de los hechos cotidianos utilizando frecuentemente las salidas de campo y excursiones como recursos didácticos, aunque esto supusiera una alteración ocasional del programa establecido. Se ponía especial énfasis en el carácter esencialmente formativo de las ciencias, en ofrecer a los alumnos una cultura científica pero también unos instrumentos y unos modos de actuación que les permitieran comprender el mundo que les rodeaba, el progreso y aplicaciones de la ciencia, así como adoptar ante ellas un espíritu abierto y crítico. Adela Gil Crespo -antigua alumna del Instituto-Escuela de Madrid y más adelante profesora de los institutos-escuela de Sevilla y Valencia-, explica cómo se desarrolló la enseñanza de las ciencias en estos centros:

Las clases, aun 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 Ciencias 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 Crespo, 1982, pp. 442-443).

La cantidad de elementos y mecanismos que intervienen en la puesta en práctica de las innovaciones y reformas educativas, el peso de las tradiciones y culturas escolares, el bagaje histórico de las instituciones docentes y -lo que es tanto o más importante- el olvido de las mismas por quienes proyectan y aplican reformas que tratan de «reinventar» la escuela, hacen que la distancia entre la propuesta teórica y su desarrollo en los centros educativos sea en la mayoría de ocasiones insalvable. El caso que nos ocupa, también con sus carencias y limitaciones, pudiera ser una rara excepción. Tal y como explica Antonio Viñao (2000), el modelo de reforma institucionista puesto en práctica en los Institutos-Escuela, lento y gradual, basado en la formación de profesores, hubiera transformado y renovado totalmente la segunda enseñanza de no haberse producido la Guerra Civil.

Referencias bibliográficas

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2004): «Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica de la ciudadanía», en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), pp. 3-16.
- ALGORA ALBA, C. (1996): *El Instituto-Escuela de Sevilla (1932-36). Una proyección de la Institución Libre de Enseñanza*. Sevilla, Diputación de Sevilla.
- BERNAL MARTÍNEZ, J. M. (2001): *Renovación pedagógica y enseñanza de las ciencias. Medio siglo de propuestas y experiencias escolares (1882-1936)*. Madrid, Biblioteca Nueva.
- (2003): «¿Ciencia para todos? La renovación de la enseñanza de las ciencias en España», en R. FERNANDES; J. PINTASSILGO (coord.): *A Modernização Pedagógica e a Escola para todos na Europa do Sul no Século XX*. Lisboa, SPICAE.
- BERNAL, J. M.; LÓPEZ, J. D. (2002): «Innovación pedagógica y enseñanza de la física y química en el Instituto-Escuela de Madrid», en *BILE*, pp. 63-83.
- CANDEL VILA, R. (1933): «Las Ciencias de la Naturaleza y las realidades de la escuela activa», en *Institut-Escola, Revista de l'Institut-Escola de la Generalitat*, 10, pp. 9-12.
- CAÑADAS MARTÍNEZ, L. (1926): *La enseñanza de las Ciencias físico-químico-naturales en la escuela*. Documento mecanografiado. Biblioteca Central del CSIC, R: 122.064.
- CASASSAS CANTÓ, E. (1926): *Las Ciencias físico-naturales. Su enseñanza en la Escuela Primaria*. Documento manuscrito. Biblioteca Central del CSIC, JAE C-88.
- CATALÁN, M. A.; LEÓN, A. (1925): «Enseñanza de la Física y la Química», en JAE: *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*. Madrid, Tip. de la Revista de Archivos, pp. 288-342.
- COMAS CAMPS, M. (1937): *Contribución a la metodología de las ciencias naturales*. Gerona-Madrid, Dalmau Carles, Pla E. C. editores.
- DE BUEN; DEL COS, O. (2003): *Mis Memorias*. Zaragoza, Institución «Fernando el Católico».
- ESTALELLA GRAELLS, J. (1925): «La simplificación del material escolar de Física y Química», en *Revista de Segunda enseñanza*, 21, pp. 563-588.
- FERNÁNDEZ; FERNÁNDEZ NÚÑEZ, P. (1936): *Mi orientación en la enseñanza de las Ciencias físico-naturales. Síntesis de mi labor profesional*. Documento manuscrito. Biblioteca Central del CSIC, R: 122.493.
- FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J.; ROMO, V. (2001): «Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación prope-
deútica?», en *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 365-376.

- GIL CRESPO, A. (1982): «Metodología y enseñanza en los Institutos Escuelas» en J. Haro y otros (coord.): *Instituto de Bachillerato Cervantes. Miscelánea en su cincuentenario. 1931-1981*. Madrid, MEC, pp. 439-447.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. (2001): «Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación», en *Investigación en la Escuela*, 43, pp. 27-37.
- GIRAL GONZÁLEZ, F. (1994): *Ciencia española en el exilio (1939-1989). El exilio de los científicos españoles*. Barcelona, CIERE, Anthropos.
- JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS (1910): *Memoria correspondiente a los años 1908 y 1909*. Madrid, Hijos de M. Tello.
- (1912): *Memoria correspondiente a los años 1910 y 1911*. Madrid, Tipografía «Revista de Archivos Bibliotecas y Museos».
- (1914): *Memoria correspondiente a los años 1912 y 1913*. Madrid, Imprenta Fortanet.
- (1916): *Memoria correspondiente a los años 1914 y 1915*. Madrid, Imprenta Fortanet.
- (1918): *Memoria correspondiente a los años 1916 y 1917*. Madrid, Imprenta Fortanet.
- (1925): *Memoria correspondiente a los cursos 1922-3 y 1923-4*. Madrid.
- LOPERENA, P.; SALAZAR, J.; LÓPEZ, R. (1918): *Algunas reformas en las Escuelas Normales*. Tarragona, Tip. de E. Palies.
- LÓPEZ, J. D.; BERNAL, J. M. (2005): «Influencia 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 J. L. GUEREÑA, G. OSSEMBACH; M. M. DEL POZO (eds.): *Manuales escolares en España, Portugal y América Latina (siglos XIX y XX)*. Madrid, UNED, pp. 351-374.
- LOZANO CUEVAS, E. (1913): *La enseñanza de las Ciencias Físico-químicas y Naturales*. Madrid, La Lectura.
- MARÍN ECED, T. (1990): *La renovación pedagógica en España (1907-1936): Los pensionados en Pedagogía por la Junta para Ampliación de Estudios*. Madrid, CSIC.
- (1991): *Innovadores de la educación en España*. Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha.
- MOLES, E. (1911): «Tres semestres de Químico-Física en Leipzig», en *BILE*, XXXV, pp. 129-136.
- MORENO GONZÁLEZ, A.; SÁNCHEZ RON, J. M. (1987): «La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, la vida breve de una fundación ahora octogenaria», en *Mundo Científico*, 65, pp. 18-33.

- RAMÓN Y CAJAL, S. (1898): «La regeneración nacional. De los remedios», en *La Escuela Moderna*, 92, pp. 321-325
- SENSAT VILÁ, R. (1934): *Hacia la nueva escuela*. Madrid Publicaciones de la Revista de Pedagogía.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A. (2005): «Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística», en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2).
- VALLS Y ANGLÉS, V. (1936): «La enseñanza de las Ciencias Experimentales en la Escuela Primaria», en *Libro-guía del maestro*. Madrid, Espasa-Calpe, SA, pp. 447-470.
- VIÑAO FRAGO, A. (2000): «Un modelo de reforma educativa: los Institutos-Escuelas (1918-1936)», en *BILE*, 39, pp. 63-88.