

Una aproximación a la historia de la enseñanza de la Química en España en niveles no universitarios

Manuela Martín Sánchez, Gabriel Pinto Cañón, María Teresa Martín Sánchez

Resumen: Se resume la historia de la enseñanza de la Química en España en niveles no universitarios desde mediados del siglo XIX. Para ello, se repasan las leyes educativas y planes de estudio, desde la Ley Moyano (1857) a la LOMCE (2013). Se destaca la importancia en la renovación pedagógica de las ciencias por parte de organismos como la *Institución Libre de Enseñanza* y un buen número de profesores (Bargalló, Catalán, Comas, Estalella, Moles, Sensat...). También se recogen algunas propuestas metodológicas promovidas desde publicaciones especializadas, proyectos educativos y la propia legislación.

Palabras clave: Historia de la Enseñanza de la Química, Institución Libre de Enseñanza, Legislación Educativa, Niveles no Universitarios.

Abstract: The history of the teaching of chemistry in Spain since the mid-nineteenth century to the present is summarized. To this end, educational laws and curricula, from the Moyano Law (1857) to the LOMCE (2013) are revised. The significant role played in the pedagogical renovation of science by institutions as the *Institución Libre de Enseñanza* and a number of teachers (Bargalló, Catalán, Comas, Estalella, Moles, Sensat...) is highlighted. Also discussed are some methodological proposals promoted from specialized publications, educational projects and the legislation itself.

Keywords: Curricula, Education Legislation, *Institución Libre de Enseñanza*, History of Chemical Education, Non-University Educative Levels.

INTRODUCCIÓN

Se hace una aproximación a la historia de la enseñanza de la Química en España en niveles no universitarios desde mediados del siglo XIX a la actualidad. Como durante más de un siglo, hasta 1970, estuvo vigente la Ley Moyano, empezaremos por resumir en qué consistía. En la enseñanza en general, y por supuesto también en la de la Química, influyó de forma importante la *Institución Libre de Enseñanza*, motivo por el cual se tratará sobre este tema. También se analiza la educación primaria y secundaria hasta 1936, los planes de estudio del franquismo y, por último, los planes y leyes posteriores.

ENSEÑANZA EN ESPAÑA A FINALES DEL SIGLO XIX

Durante el reinado de Isabel II, en 1857, se promulgó la *Ley de Instrucción Pública*, conocida como Ley Moyano por su impulsor, el catedrático y político Claudio Moyano y Samaniego (1809-1890) (Figura 1). No sería derogada en su totalidad hasta 1970 pero, aunque duró más de un siglo, la situación en la enseñanza no fue estable, porque se fueron anidando sucesivamente planes de estudios cuya vigencia fue muy variable.^[1] El primero solo duró un año, y aunque alguno llegó hasta 14 años, lo normal era que cuando un alumno terminaba sus estudios ya no estuviera vigente el plan con el que había comenzado.

Por eso Unamuno, en un artículo sobre la enseñanza superior, decía: “De ese tejer y destejer desde el ministerio la tela de Penélope de nuestra enseñanza oficial, nadie hace caso. Cada ministro trae su receta, cambia las etiquetas de los frascos y el lugar de colocación de algunos”.^[2] Uno de los problemas educativos recurrentes es que la enseñanza sigue siempre igual de cambiante.

Según Sevilla Merino,^[1] la Ley Moyano se caracterizaba por un liberalismo moderado. Sus características fundamentales eran:

- Gratuidad de la enseñanza primaria para familias pobres.
- Centralización del nombramiento de rectores, decanos y directores de institutos, que dependía del Gobierno.
- Regulación de todos los asuntos de la enseñanza, con lo que la libertad de enseñanza estaba limitada. Lo mismo sucedía con la secularización, porque tanto la enseñanza como los libros de texto estaban bajo el control de la autoridad religiosa.



M. Martín¹



G. Pinto^{1,2}



M. T. Martín¹

¹ Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, Reales Sociedades Españolas de Química y de Física, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

² E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 28006 Madrid.

C-e: mmartins@edu.ucm.es

Recibido: 21/09/2016. Aceptado: 21/11/2016.

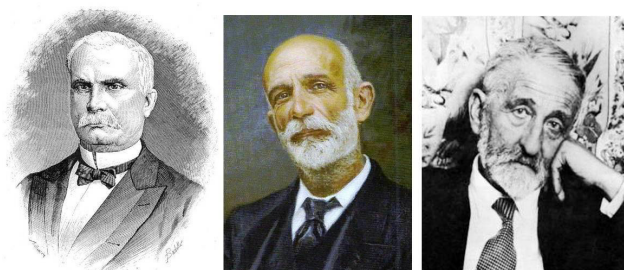


Figura 1. Personajes destacados en la enseñanza española del siglo XIX. De izda. a der.: Moyano, Giner de los Ríos y Bartolomé Cossío

Había una clara separación entre maestros y maestras. Los primeros se formaban en escuelas normales, de las que tendría que haber una en cada capital de provincia y una central en Madrid, además de una escuela aneja para realizar las prácticas. Sin embargo, con relación a la formación de maestras la ley solo dice que se establecerán escuelas normales. Lo mismo sucedía en algunas materias que se impartían en la escuela: mientras que los niños cursaban agricultura y nociones de física e historia natural, las niñas estudiaban labores y nociones de higiene doméstica.

La enseñanza secundaria, bajo la denominación de estudios generales, comprendía dos períodos (el primero de ampliación de la instrucción primaria y el segundo con contenidos principalmente humanísticos, volcados hacia las lenguas clásicas). En el segundo período durante cuatro años, en el plan Rodrigo Sanjurjo, figuraban 4 horas semanales de Física y Química en cada uno de los cuatros cursos (*Gaceta de Fomento*, 1, 1882, p. 109).^[3]

La restauración de la monarquía con Alfonso XII endureció las libertades en su primera etapa con el gobierno de los conservadores. Un grupo de catedráticos que fueron apartados de las universidades por defender la libertad de cátedra y no ajustarse a los dogmas oficiales crearon en 1876 la *Institución Libre de Enseñanza*. Estaban, entre otros, Francisco Giner de los Ríos (1839-1915) (Figura 1), Gumersindo de Azcárate (1840-1917) y Nicolás Salmerón (1838-1908). Eran seguidores del krausismo, doctrina contraria al dogmatismo, que defiende la tolerancia académica, y que debe su nombre al filósofo alemán Karl Christian Friedrich Krause (1781-1832). Este grupo siguió su tarea educadora al margen de la enseñanza oficial. En 1877 se comenzó a editar el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza (BILE)*, que más tarde (entre 1961 y 1970) se publicaría en México.

En 1881, con la llegada de los liberales al poder, se reintegra a los *institucionistas* por una circular de José Luis Albarreda y Sezde (1828-1897).

La Institución defendía los principios de la pedagogía de Pestalozzi y Froebel que suponen comenzar desde la primera infancia, continuando a lo largo de toda la enseñanza, fomentando la intuición y el trabajo personal creativo. Todo ello mediante un procedimiento socrático, métodos heurísticos, así como estímulos animadores y gratos. Por ejemplo, se fomentaban las excursiones escolares que solían ser los sábados por la mañana o en va-

caciones. En esas excursiones se visitaban monumentos, museos, industrias, entornos geológicos, etc., llegando a veces a enclaves de Francia y Portugal. Además, la Institución intentó llenar el vacío que existía en España tanto en el funcionamiento de la universidad como en el de las escuelas normales de magisterio, tratando de que hubiera una colaboración entre todos los niveles educativos, comenzando por la primaria.^[3,6-8]

PROFESORES Y PEDAGOGOS RELEVANTES PARA LA EDUCACIÓN PRIMARIA HASTA 1936^[3, 6-9]

En la renovación y mejora de la enseñanza primaria fue fundamental Manuel Bartolomé Cossío (1858-1935) (Figura 1), alumno favorito de Giner, a quien en 1879 la Institución le concedió una beca para formarse en Italia. En 1882 se había creado el *Museo Pedagógico Nacional* y a su regreso (1883) se le encargó la dirección. Museos de este tipo se estaban extendiendo por toda Europa, comenzando en Alemania, y su función no era solo coleccionar sino investigar para mejorar la enseñanza.

El interés principal de Cossío era la apertura hacia Europa mediante todos los medios a su alcance, como viajes del personal del museo, conferencias de autoridades extranjeras e intercambio de publicaciones con otros países. Hasta tal punto que de él se llegó a decir “no se cansará de *vociferar* su radical intención de *europaizar* la enseñanza sin dejar que se *despañolice*”.^[6] Para él, la función del museo era ayudar a los educadores y formarlos siguiendo las nuevas corrientes, de forma que conociesen todas las posibilidades de la escuela. Ya no sería posible limitar la enseñanza a la lectura, escritura, religión, historia y geografía sino que se deberían incluir otras enseñanzas como las ciencias físicas y naturales, dibujo, trabajo manual, y gimnasia; y todo a través de unas metodologías nuevas de tipo más práctico.

Otro personaje clave en la formación en las ciencias fisicoquímicas en educación primaria fue Edmundo Lozano Cuevas (1856-1919) que estableció unos criterios metodológicos nuevos. Así, consideraba que no bastaba adquirir conocimientos sino que era necesario la formación del hábito científico basado en el trabajo personal de los alumnos, realizando experimentos que les encomendaran los profesores e incluso buscando o construyendo su propio material. Creó en el *Museo Pedagógico Nacional* un laboratorio taller con objeto de que sirviera de modelo para la enseñanza de las ciencias en las escuelas y allí era donde iban los profesores a formarse. Todas estas ideas aparecen publicadas en el *BILE*. También publicó varios libros relacionados con la enseñanza de las ciencias, como *La Química de la escuela primaria* (1908) que recoge varios experimentos relacionados con el aire y el agua.

Una beca por la *Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas* (JAE) que jugó un papel importante fue Margarita Comas Camps (1897-1972) profesora de la Escuela Normal de Maestros de Santander y después de la de Barcelona, dedicada fundamentalmente a la Bio-

logía. Criticó ampliamente la enseñanza formal de todas las ciencias, incluida la Química, e insistía en que no era importante que se dejaran temas sin explicar, sino que lo fundamental era formar personas, despertando su curiosidad, inculcando el rigor científico y el interés por seguir aprendiendo. En 1936 se quejaba de que la enseñanza seguía siendo “libresca”, por una deficiente formación del profesorado.

Un personaje destacado para la enseñanza de la Química fue Modesto Bargalló Ardevol (1894-1981) (Figura 2). En junio de 1915 fue nombrado profesor numerario de Física y de Química de la Escuela Normal de Guadalajara. Escribió varios libros sobre temas de Física y de Química, algunos en la colección *Vida Escolar*: Folletos de Orientación para el Maestro. Además, participó en las *Misiones Pedagógicas*. Tras la guerra civil se exilió a México donde desarrolló una vida científica repleta de trabajos y publicaciones importantes. Opinaba que, en primaria, las enseñanzas de Ciencias Naturales, Física y Química se deberían hacer conjuntamente, y siempre partiendo de experimentos y observaciones con material sencillo, en lo posible, aportado por los propios alumnos. Estos deberían hacer siempre informes por escrito que permitieran al profesor darse cuenta de lo que realmente observaban y entendían. Elaboró un programa de enseñanza cíclica para primaria en el que introducía la Física y la Química a partir del segundo grado, sobre 14 años. Defendía además la historia de la ciencia como base de la enseñanza.

Vicente Valls Anglés (1896-1962), becado por la JAE, empezó como maestro en su pueblo natal (Vinaroz, Castellón), después pasó a inspector y en 1932 se trasladó a Madrid como jefe de sección del *Museo Pedagógico Nacional*, pasando a director del mismo en 1934. Se le conoce fundamentalmente por fomentar la enseñanza experimental de las ciencias en la escuela primaria, sobre lo que tiene varias publicaciones. Pero, sobre todo, porque participó en cursos de formación de maestros dando explicaciones prácticas de cómo hacer posible esta enseñanza. Seguía fundamentalmente los textos de Bargalló. Su *Metodología de las ciencias físicas*, publicada en 1932, es un tratado de didáctica en el que expone todas las normas a seguir en la escuela para la enseñanza de esta materia.

Otra propuesta innovadora partió del profesor de ciencias naturales Enrique Rioja Lo Bianco (1895-1963) que estuvo en el Instituto San Isidro de Madrid y en la Escuela de Estudios Superiores de Magisterio. Su actividad educativa se centraba en las excursiones, cuyo objetivo debía ser el conocimiento de las relaciones de los seres vivos con el medio, e intentaba relacionar estas salidas con el resto de enseñanzas. Como Bargalló, y tantos otros docentes, también se exilió en México tras la guerra civil.

Rosa Sensat i Vila (1873-1961) (Figura 2) recogió todas las enseñanzas de ciencias para optar por una visión globalizadora en la *Escuela del Bosque* que se fundó en 1914 en Montjuic (Barcelona), primera escuela pública al aire libre. No entendía que las ciencias se pudieran enseñar separadas porque el fenómeno se presenta al niño de forma global. Conoció personalmente a Jean Piaget, visitó

varias ciudades europeas, y todas sus experiencias que pueden servir de base para la enseñanza de las ciencias en primaria las recoge en su obra *Hacia una escuela nueva* (1934).

En la formación de los maestros influyeron también las *Misiones Pedagógicas*, proyecto patrocinado por el gobierno de la Segunda República a partir del *Museo Pedagógico Nacional*, que trataba de acercar la cultura a los pueblos.

LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA HASTA 1936^[3,8-13]

Dos hechos políticos importantes influyeron en la enseñanza en el primer tercio del siglo xx. El primero, el golpe militar de Primo de Rivera en 1923, que puso fin a la restauración y cuyo planteamiento antiliberal se concretó en la negación de la libertad de cátedra. El otro es la proclamación de la Segunda República en 1931. La constitución republicana proclamó la escuela única, la gratuidad y obligatoriedad de la enseñanza primaria, la libertad de cátedra y la laicidad. Igualmente, estableció que maestros, profesores y catedráticos de la enseñanza oficial serían funcionarios y que se legislaría con el fin de facilitar a los españoles económicamente necesitados el acceso a todos los grados de enseñanza, para que no se hallaran condicionados más que por la aptitud y la vocación. También se permitió la enseñanza de la lengua materna en las escuelas primarias, aunque no fuera el castellano.

Hasta 1923 la política fue muy inestable y de forma especial la política educativa. Los gobiernos cambiaban constantemente y a veces no duraban ni cinco meses. Los decretos de 1900, con García Alix como ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, sobre la reforma de las enseñanzas medias, decían que las enseñanzas de Física y Química debían tener un carácter eminentemente práctico, con pocas teorías y sí con problemas que deberían resolver los alumnos en laboratorios y gabinetes, o en clase y en su casa. Se deberían impartir las lecciones alternando ambas ciencias. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 1, la vigencia del plan fue muy breve.

Tabla 1. Planes educativos del primer tercio del siglo xx.^[3]

Año	Ministro
1900	Antonio García Alix
1901	Álvaro Figueroa (Conde de Romanones)
1903	Gabino Bugallal Araujo
1926	Eduardo Callejo de la Cuesta
1931	Marcelino Domingo Sanjuán
1932	Fernando de los Ríos Urruti
1934	Filiberto Villalobos González

En 1903, el ministro Bugallan se quejaba de que la enseñanza seguía siendo excesivamente teórica y se elaboró un plan que conllevaba la creación de salas de estudio para organizar trabajos prácticos, así como la preparación de visitas y excursiones. Los alumnos debían pagar por las clases prácticas.

La enseñanza fue evolucionando (al menos sobre el papel) desde clases meramente expositivas y experimentos de cátedra a una mayor participación de los alumnos. Aunque en la *Asamblea de Catedráticos* de 1904 se insistió en la necesidad de menos memorismo y más trabajo experimental, los libros de texto cada vez eran más voluminosos y con más conceptos y teorías. Los materiales elaborados se distanciaban mucho de las recomendaciones. Numerosos testimonios de antiguos alumnos de diferentes institutos indican que la enseñanza no había cambiado y solo se describen casos muy puntuales que sí lo hicieran. Pero se inició, en todo caso, una pequeña renovación sobre ese modelo con las ideas procedentes de la *Institución Libre de Enseñanza*.

José Casares Gil (1866-1961), catedrático de Análisis Químico y Técnica Física de la Facultad de Farmacia en la Universidad de Barcelona, en el discurso inaugural del curso 1900-1901, logró llamar la atención de la administración hacia la necesidad de modernizar la enseñanza y práctica de la Química en España, tomando como ejemplo lo que había vivido en su estancia en Alemania. Otros profesores de distintas universidades insistieron en la necesidad de un cambio y se consiguió que en 1907 se creara la JAE, impulsada por Amalio Gimeno y Cabañas (1852-1936), catedrático de medicina de Madrid que había sido ministro durante algunos meses de 1906.

Siendo por segunda vez ministro de Instrucción Pública el conde de Romanones (1863-1950) se creó, en 1910, el *Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales*, con Ramón y Cajal (1852-1934) de presidente y Blas Cabrera (1878-1945) de secretario. Este centro jugó un papel importante en la formación de profesores de Física y de Química tanto de institutos de bachillerato como de universidad. Se encargaba de preparar los que salían de España (con ayudas de la JAE) para que su estancia en el extranjero fuera positiva. Además, se relacionaba con los becados a su regreso para que su aprendizaje fuera aprovechado en España. A partir del Instituto se formó en 1931 el *Instituto Nacional de Física y Química* (INFQ). Entre los profesores de Química que estuvieron encargados de la formación están, aparte del ya citado José Casares Gil, Enrique Moles Ormella (1883-1953), José Rodríguez Carracido (1856-1928), y Ángel del Campo y Cerdán (1881-1944). Por esta institución pasaron varios profesores de instituto que después serían catedráticos de universidad como Salvador Velayos (1908-1997), José Estalella (1879-1938) y Andrés León Maroto (1893-1976). A partir de 1930 comenzaría a incorporarse también alguna mujer, como las ya citadas Margarita Comas y Rosa Sensat.

También fue importante la creación en 1903 de la *Sociedad Española de Física y Química* (desde 1928 iría precedida del título de "Real") bajo la presidencia de José Echegaray

Eizaguirre (1832-1916), que comenzó a publicar los *Anales* correspondientes, donde aparecían los trabajos de investigación que se realizaban en el Instituto. Como una gran mayoría de los catedráticos de bachillerato eran miembros de la Sociedad permanecían al día de las nuevas investigaciones.

Se hicieron varios intentos y proyectos sobre la formación pedagógica de los profesores de secundaria. La mayoría pensaban que debía de ser teórica y práctica y que se debía hacer en la universidad, pero esta idea no llegó a cuajar definitivamente. De hecho, la formación la terminaba adquiriendo cada profesor por su cuenta. Algunos pasaban por la escuela normal de maestros y eran maestros de primaria, o al menos habían hecho algunas de las asignaturas de Pedagogía e Historia de la Pedagogía. Se pensó que debería de haber también una escuela normal para profesores de secundaria. Un decreto de 1931 fijaba los planes de estudio de la Sección de Pedagogía en las Facultades de Filosofía y Letras y el año siguiente se creó esta sección en la Universidad de Madrid.

Se siguió con la política de formar algunos profesores enviándolos al extranjero para que conocieran la organización y metodologías de los centros de distintos países, sobre todo ingleses y alemanes, y fueran una buena ayuda para mejorar la enseñanza a su regreso.^[3]

En la formación de los profesores de secundaria fue fundamental el *Instituto Escuela* (1918), dependiente de la JAE, dentro del cual destacaríamos a José Estalella Graells (Figura 2), ya citado anteriormente. Estudió Ciencias Físicoquímicas en la Universidad de Barcelona y se doctoró en 1902 con un trabajo sobre rayos X. En 1900 obtuvo una plaza de ayudante de universidad que dejó en 1905 porque obtuvo cátedra en el Instituto de Gerona. En 1919 consiguió la plaza del *Instituto Escuela* de Madrid, simultaneando su trabajo con la investigación, bajo la dirección de Ángel del Campo. Visitó centros de Italia y Francia.

Para Estalella el profesor debía ser orientador y guía del aprendizaje. Planteaba problemas a grupos de dos o tres alumnos que debían resolver, a veces incluso creando su propio material o, si era necesario, con material del laboratorio. Después, los distintos grupos se juntaban y hacían puestas en común de los resultados. El profesor ampliaba y completaba lo obtenido y los alumnos tenían que recoger los datos y la explicación en su cuaderno. Insistía además en la importancia de la relación de estas



Figura 2. Personajes destacados en la renovación de la enseñanza de ciencias en el siglo xx. De izda. a der.: Bargalló, Sensat i Vila y Estalella

propuestas con hechos de la vida diaria. Opinaba que el bachillerato tenía que ser formativo y no era partidario de los uniformes “ni por fuera ni por dentro”. También pensaba que debía acceder al bachillerato el mayor número de alumnos y para eso el programa tenía que ser flexible y que no esclavizara. Decía: “El principal precepto de nuestra pedagogía se puede resumir en la frase: vitalizar la clase”. En sus ideas hay una clara influencia de las de Cossío. Se opone a las lecciones magistrales y en clase de Química opta por utilizar productos cotidianos como el azúcar o las baterías de los coches. Por motivos familiares tuvo que abandonar el *Instituto Escuela* y le sucedieron Miguel Ángel Catalán Sañudo (1894-1957) y Andrés León Maroto. El primero fue además, desde 1934, catedrático de la Universidad de Madrid y el segundo era catedrático del Instituto de Segovia pero se trasladó a Madrid en 1922 a propuesta de Estalella. Ambos publicaron varios trabajos sobre sus actividades educativas, fundamentalmente de tipo experimental y utilizando material sencillo. Los dos contribuyeron con sus propuestas a la renovación de la enseñanza de Física y Química. Por ejemplo, completaban sus enseñanzas con excursiones en las que combinaban objetivos artísticos y científicos.

Según Catalán Sañudo, los alumnos de primer grado (con aproximadamente 13 años de edad) además de observar tenían que aprender a utilizar los aparatos de medida como pipetas, probetas, buretas y termómetros, para adquirir tanto destrezas manipulativas, como ideas sobre precisión y posibles errores cometidos en la medición.^[3] Algunas de sus propuestas de actividades se recogen en la Tabla 2. El planteamiento de los cursos superiores era diferente. Así, en 5º y 6º cursos de bachillerato los alumnos ya tenían libros y además se procuraba ir aumentando el trabajo en casa. En 5º curso estudiaban los conceptos y nociones básicas que se ampliaban en el curso siguiente. Tenían clases teóricas en las que se explicaban los conceptos y se resolvían problemas, y en las prácticas trabajaban en grupos por los que pasaba el profesor, ayudando y resolviendo preguntas, pero con bastante autonomía por parte de los componentes del grupo. En las clases de Física también trabajó sobre temas concretos cotidianos, como el automóvil o la luz eléctrica.

En 1931 los profesores Catalán Sañudo y León Maroto, siguiendo las nuevas metodologías de otros países y lo que habían ido descubriendo en su enseñanza, optaron por plantear un problema a grupos de dos o tres alumnos sobre el que trabajaban experimentalmente, para luego comparar y discutir los resultados. Con esta metodología, ya citada anteriormente en los planteamientos educativos de Estalella, el profesor actuaba como tutor resolviendo las dudas que se les planteaban a los estudiantes. Un ejemplo de sus enseñanzas, entre otros muchos, consistía en llegar al concepto de densidad midiendo las masas de cubos de distintos materiales (plomo, corcho, parafina, etc.) con el mismo volumen (determinado por el desplazamiento del agua en una probeta al sumergir los cubos).

En la renovación pedagógica de la Química también influyeron las ideas de Margarita Comas, Edmundo Lozano,

Tabla 2. Actividades para realizar con alumnos de primer grado (13 años de edad) propuestas por Catalán Sañudo.^[3]

Actividades para desarrollar la observación	
Observación de objetos: examen de algunas sustancias químicas.	Sal común. Amoníaco. Azufre. Cobre, hierro, plomo, cinc, estaño, magnesio y aluminio.
Observación de cambios.	Combustión y oxidación: elemento activo del aire. Examen de algunos metales: ductilidad, maleabilidad, acción de los ácidos y del agua sobre metales.
Guía para realizar las observaciones	
La observación debe emplear todos los sentidos.	Estado en que se encuentran las sustancias: sólido, líquido o gas. Sólidos: cristalino o amorfo. Transparente. Translúcido. Opaco. Brillo o no. Color. Olor.
Observación a través de la manipulación.	Dureza. Solubilidad. Efecto del calor. Color a la llama.

Vicente Valls y otros profesores relacionados con las escuelas normales o la *Escuela Superior del Magisterio* (creada en 1907 para formar profesores de escuelas normales e inspectores), algunos de los cuales ya hemos indicado por sus aportaciones a la enseñanza primaria. En todo ello jugaron un papel importante publicaciones como *Revista de Escuelas Normales*, *Revista de Pedagogía*, *Revista Faraday* y el ya citado *BILE*. En 1922, en el *Instituto San Isidro* de Madrid, se comenzó a publicar la revista *La Segunda Enseñanza* que terminó siendo un importante medio de expresión de la *Asociación Nacional de Catedráticos de Instituto* en la que aparecieron, por ejemplo, artículos de Estalella relacionados con la simplificación del material escolar de Física y Química.

Con la llegada de la Segunda República se pretendió generalizar estas ideas y, de hecho, las *órdenes de 21 de septiembre y 28 de noviembre de 1932* recomendaban seguir en lo posible las nuevas aportaciones pedagógicas que se extendían en enseñanza primaria y que se centraban en el carácter experimental de las ciencias. El Plan de Villalobos de 1934 decía, por ejemplo, que se le daría a la enseñanza un carácter elemental e intuitivo, sin separar las clases prácticas de las teóricas. Las normas de 1935 sobre la enseñanza cíclica de la Física y la Química en los primeros cursos de bachillerato recogían los principios del *Instituto Escuela de Madrid*. En el segundo ciclo se darían los principios generales de las ciencias y ya se separarían las clases teóricas y prácticas, pero se insistía en la importancia de que los alumnos conocieran las aplicaciones de estos principios a la vida corriente. Se aconsejaba también que se visitaran fábricas en las que se desarrollara algún

proceso físico o químico. El cinematógrafo, además, se indicaba que permitía conocer una industria y su funcionamiento.

Como suele suceder casi siempre en el ámbito educativo español, estas ideas innovadoras tuvieron un alcance limitado y solo llegaron a algunos centros impulsados por profesores concretos. Como ejemplos podríamos citar a: Guillermo Mur (Instituto de Soria), Arturo Martorell (Escuela Normal de Barcelona) y Ramón Trujillo Torres (Instituto de La Laguna).

El material de laboratorio que se encuentra en institutos y escuelas normales de aquella época indica el alto nivel de la enseñanza de Física y Química. Incluimos al respecto algunas imágenes (Figura 3) tomadas del *Museo de Historia de la Educación M. B. Cossío* de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.^[13]

LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ENTRE 1936 Y 1970^[13-16]

Al plan de estudios de Filiberto Villalobos le siguió el de Pedro Sainz Rodríguez (1897-1986) por la *Ley de Reforma de la Segunda Enseñanza* de 1938, en la que se regula un bachillerato que durará hasta 1953. En esta ley se establecían siete bloques de materias: Religión y Filosofía; Lenguas clásicas; Lengua y Literatura españolas; Geografía e Historia; Matemáticas; Lenguas modernas (dos idiomas); y Cosmología. En este último se incluían Física, Química y Ciencias Naturales. A lo largo de los siete cursos había dos horas semanales de Ciencias Naturales. En cuarto y quinto cursos se llamaban *Elementos de Físico-Química* y, en los dos últimos, *Revisión de los Elementos de Físico-Química* y Ciencias Naturales.^[14]

Sainz Rodríguez solo fue ministro unos meses, porque pronto discrepó de la política de Franco. Creó el *Instituto de España* que incluía todas las academias y centros de in-

vestigación y heredaba las instalaciones e instituciones relacionadas con investigación (como la JAE). Aunque esbozó un plan para crear el CSIC, no lo llevó a cabo porque fue desbancado por José Ibáñez Martín (1896-1969), que sería ministro entre 1939 y 1951, y José María Albareda Herrera (1902-1966), que ocuparía la secretaría del CSIC hasta su muerte.

Tabla 3. Planes de enseñanza durante el franquismo

Año	Ministro	Características
1938	Pedro Sainz Rodríguez	Examen de ingreso a los 10 años. Bachillerato de 7 cursos y examen de estado.
1953	Joaquín Ruiz Jiménez	Bachillerato elemental de 4 cursos. Bachillerato superior de 2 cursos. Curso preuniversitario. 2 reválidas y un examen de la Universidad.
1957	Jesús Rubio y García-Mina	Unidades didácticas de 90 minutos. Prohibición de deberes en casa.
1970	José Luis Villar Palasí	8 cursos de educación general básica (EGB). 3 cursos de bachillerato unificado polivalente (BUP). Formación profesional. Curso de orientación universitaria (COU). Creación de los ICEs.

La primera etapa el bachillerato era una enseñanza secundaria de élite para alumnos de gran capacidad intelectual que quisieran ir a la universidad. A veces se ha dicho “de gran capacidad económica”, pero no es totalmente cierto; tenemos infinidad de ejemplos de hijos de obreros que, con gran esfuerzo, se costearon la enseñanza trabajando y llegaron a catedráticos de instituto o de universidad. Tenía el inconveniente de que no había una enseñanza secundaria generalizada para el resto de los alumnos, que seguían en la escuela primaria o iban a centros específicos (sobre todo las alumnas) a “educarse” de otro modo; por ejemplo, formándose en todo tipo de labores, música, etc.

Durante los primeros años después de la guerra, y entre la represión, y tantos profesores desaparecidos y encarcelados, la enseñanza quedó bastante dismantelada. En todo caso, del *Instituto Escuela* de Madrid habían salido ya bastantes catedráticos, algunos de los cuales permanecieron y lo mismo sucedió con la *Escuela Superior del Magisterio*, lo que se dejó notar aunque solo fuera en pequeños reductos. A partir de 1953 se abre en el ámbito educativo una nueva etapa menos rígida y más abierta al exterior, que empieza con el ministro Joaquín Ruiz Jiménez (1913-2009). Se llega a acuerdos con Estados Unidos y remite

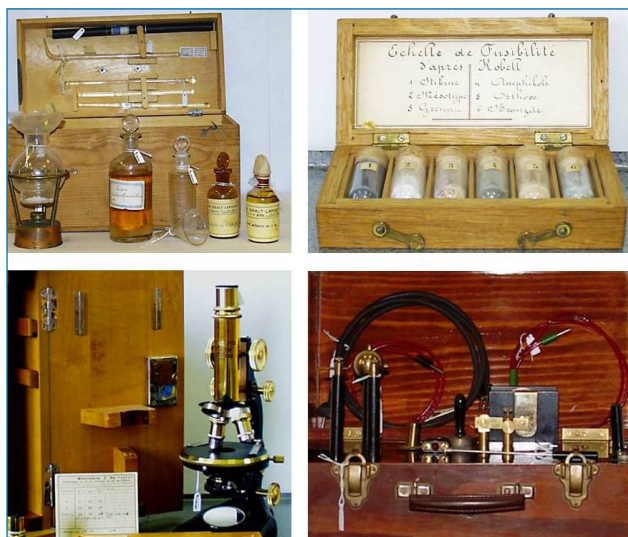


Figura 3. Imágenes de material educativo del primer tercio del siglo xx tomadas del Museo de Historia de la Educación M. B. Cossío (Universidad Complutense de Madrid)

algo la ideología política. En una nueva ley, promulgada por Ruiz Jiménez, se distinguen dos niveles de bachillerato (elemental y superior), con una reválida al terminar cada uno de ellos. El nivel elemental (cuatro cursos) se debería dedicar a conocimientos instrumentales, mientras que el superior (dos cursos), debería ser más formativo. Se considera fundamental el sistema de perfeccionamiento del profesorado y conseguir “mayores y mejores” medios educativos. Además, se reconoce ya de forma incipiente la participación de padres de alumnos. En el grado elemental habrá asignaturas de Física y Química y de Ciencias Naturales. En el grado superior estas asignaturas serían propias de la opción científica.

Los centros docentes sólo podrían utilizar los libros de texto aprobados por el Ministerio después de oír el Consejo Nacional sobre el contenido y el precio. Entre los aprobados se podrían escoger los que quisiera cada centro, y el Ministerio premiaría a los mejores.

Se crea un Gabinete Técnico, encargado de recoger la experiencia de los educadores para mejorar la enseñanza, para lo que se contaba con distinto tipo de material como películas, diapositivas, discos, etc., agrupados por materias para ponerlos a disposición de los profesores. Además, dicho gabinete asesoraría sobre viajes de estudio, crearía bibliotecas, y fomentaría el progreso docente.

En los artículos 38 y 39 de la ley se preveía la creación de centros especiales de formación de tipo experimental para ensayar nuevos planes y métodos educativos y didácticos, con el fin de mejorar la enseñanza media y de preparar al profesorado pedagógicamente. Se alude constantemente a la necesidad de la formación pedagógica que se exigiría, además de la científica, en las oposiciones a las plazas de profesores. De hecho, se exigía haber dado clase al menos durante un curso o tener aprobado magisterio o unas asignaturas de la Facultad de Pedagogía. Al referirse a la inspección se cita su función asesora, aunque en la práctica muy pocas veces se ejerció.

Al plan de 1953 le siguió el de 1957 de Jesús Rubio (1908-1976), que lo justifica con la finalidad de disminuir el número de asignaturas, para corregir los defectos del anterior. Crea unidades didácticas de hora y media de duración de las que solamente tres cuartos de hora serán de clase y el resto se dedicaría a los ejercicios, quedando prohibido poner deberes para casa. Estos largos períodos de hora y media no se utilizaron de acuerdo con la idea del legislador y pronto fue necesario volver a períodos más cortos de 50 minutos. Había 6 unidades didácticas semanales de Física y Química en 4º curso, 4 horas de Física en 5º curso y 4 de Física en 6º curso. De estas, al menos una debía de ser de trabajo de tipo experimental. Pero, con mucha frecuencia, la legislación no se cumplió en este aspecto.

Paralelamente, existía desde 1949 un bachillerato laboral o técnico que se aprobó con la *Ley de Bases de la Enseñanza Media y Profesional*, que consistía en un año de carácter formativo y cuatro de especialización profesional. En 1956 cambia la formación profesional, se establece un bachillerato elemental de cinco años y otro superior de siete, y se

crean los estudios nocturnos. Por fin, en 1967 se unifica la enseñanza media y se deja un único bachillerato elemental que permitirá el acceso a todas las modalidades de formación superior, ya sean los bachilleratos de distintas especialidades o a la formación profesional.

En los años sesenta se dieron becas para la formación de profesores de educación secundaria. Cada beca duraba un curso y el becario debía asistir a las clases de un catedrático de Física y Química de un instituto que era su tutor, colaborar en la preparación de experimentos, corregir trabajos, e impartir algunas clases. También debía colaborar con el director del instituto en las tareas que le encomendara. Próximo al final de curso tenía que explicar una lección de Física o de Química delante de un inspector. Fue una buena idea que funcionó de forma adecuada cuando los tutores eran responsables.

Con la ley de Villar Palasí de 1970 se da un vuelco total a la enseñanza; la primaria se convierte en educación general básica (EGB) con ocho cursos, de los que los tres últimos también podían ser impartidos por maestros. De esta forma, la educación se hace obligatoria hasta los 14 años. Entre las materias había Física en 7º curso y Química en 8º curso. El gran problema fue que los maestros no estaban preparados y se intentó darles los conocimientos científicos con unos cursillos hasta que los hubiera con especialidades.

En todos estos cambios de planes quizás los peor parados han sido los maestros y, sobre todo, su formación en contenidos científicos. Desde un plan formativo en 1950 de tres cursos al que accedían con cuatro años de bachillerato y tenían 3 horas semanales de Física en segundo curso y otras 3 de Química en tercero pasaron, con el ministro Lora Tamayo, al plan de 1967, al que accedían después de aprobar la reválida de sexto y solo tenían dos horas semanales de *Didáctica de Física y Química* en segundo curso. Se decía que los conocimientos de estas materias los adquirirían en el bachillerato, lo cual era una falacia porque la mayoría eran bachilleres de Letras. Pensando en los cursos de 6º a 8º de EGB las escuelas de magisterio pasaron a ser escuelas universitarias y formaban a los profesores de EGB en Ciencias, Ciencias Humanas, Filología (Inglés o Francés), Educación Preescolar y Educación Especial (orden de junio de 1967). Cuando estos nuevos profesores llegaron a las escuelas, se notó una mejoría en las clases de Química, porque habían tenido un curso entero de esta materia y además una asignatura de didáctica de las Ciencias, de forma que su preparación era aceptable. Pero con la aprobación de la LOGSE vuelven a caer a mínimos las enseñanzas de contenidos científicos.

Un inconveniente a partir de ese momento fue la utilización masiva de las famosas “fichas” para trabajar los alumnos. Quizá aquí quepa reflexionar sobre la utilización de métodos que en su día son considerados innovadores por ciertos grupos de profesores y pedagogos, pero que se aplican en la práctica con dificultad. Para los profesores, esa etapa supuso una cierta “burocratización” de las enseñanzas, problema que aún sigue y parece que se va extendiendo a todos los niveles educativos. Ningún profe-

sor responsable va a la clase sin tener muy bien pensado lo que va a hacer, pero exigir unas programaciones oficiales exhaustivas creemos que no soluciona la problemática educativa porque es difícil que dichas programaciones se puedan cumplir y se pierde mucho tiempo haciéndolas o copiándolas.

Como aspecto positivo, la ley de 1970 crea los *Institutos de Ciencias de Educación* (ICE), dependientes de las universidades y encargados de formar pedagógicamente y mantener informados a los profesores de secundaria, mientras que las escuelas de profesorado de EGB se encargarán de los de primaria.

Por otra parte, en 1939 se había creado el *Instituto Torres Quevedo de Material Científico*, dependiente del CSIC, que pronto pasó a llamarse *Instituto de Física Aplicada Leonardo Torres Quevedo de Instrumental Científico*. Su primer director fue Juan María Torroja y Miret (1859-1979) y la finalidad era fabricar todos los aparatos y material necesario para la enseñanza y la investigación. En 1951, cuando se firmó el pacto con Estados Unidos, se hizo cargo como científico Lora Tamayo. José María Otero Navascués (1907-1983) fue nombrado en 1946 encargado del *Instituto de Óptica*. Fue también consejero delegado de la *Empresa Nacional de Óptica* (ENOSA), fabricante de famosos equipos de enseñanza de Física y Química para niveles preuniversitarios. Navascués había estado becado en Alemania para formarse en los talleres Zeiss y esos talleres siguieron asesorando la fabricación de materiales científicos.

Entre el material que se envió a la mayoría de los centros no universitarios (públicos y bastantes privados) destaca un “armario”, procedente del *Instituto Torres Quevedo*, con material que permitía montar la mayoría de los experimentos de Física para bachillerato y los equipos de ENOSA para dos niveles (primaria y secundaria) de Mecánica, Electricidad, Óptica, Termodinámica y Química. Lamentablemente, en muchos centros no se llegaron a abrir pero en otros, en los que había profesores con interés y bien formados, le sacaron el partido suficiente como para hacer distintos tipos de experimentos, que los alumnos valoraban muy positivamente y les servían para entender lo que se les explicaba teóricamente. ENOSA también montó otro tipo de aparatos como proyectores, rectificadores de corriente, etc., que comenzaron a enviarse a los centros sobre 1963.^[16-17]

En la primera etapa de aplicación de la ley de 1970 tienen gran importancia las publicaciones del *Instituto de Estudios Pedagógicos Somosaguas* (IEPS) que había nacido en 1969. Fue uno de los promotores de las ya citadas fichas, y de otras publicaciones interesantes (*Apuntes del IEPS*) relacionadas con la Química y la utilización de su historia como base para la enseñanza. En esta época tuvo importancia la revista *Bachillerato* que dependía de la *Dirección General de Enseñanzas Medias* y editaba el *Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia*. Siempre tenía una sección dedicada a Física y Química e incluso publicó algún monográfico sobre estas materias. En EGB eran conocidos los *Apuntes de Educación* que enviaba gratuitamente Ediciones Anaya, dedicados a la enseñanza de

ciencias o de otras disciplinas y que tenían gran aceptación en los centros de primaria.

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DESDE LA LEY DE 1984 HASTA LA ACTUALIDAD^[15-22]

A partir de 1984 sigue el ritmo vertiginoso de cambios en la legislación, como se puede ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Planes de enseñanza desde 1984 hasta la actualidad

Año	Ministro	Características
1984	José María Maravall Herrero	Centros de profesorado (CEP).
1985 (LODE)	José María Maravall Herrero	Principios generales de ordenación educativa.
1990 (LOGSE)	Francisco Javier Solana de Madariaga	Educación primaria de 6 cursos. Educación secundaria obligatoria (ESO) de 4 cursos. Bachillerato de 2 cursos.
2002 (LOCE)	Pilar del Castillo Vera	No se llegó a aplicar.
2006 (LOE)	Ángel Gabilondo Pujol	Cambios mínimos en la estructura.
2013 (LOMCE)	José Ignacio Wert Ortega	Pruebas externas comunes en toda España al final de ESO y de bachillerato.
2016	Íñigo Méndez de Vigo y Montojo	Se especifican las pruebas finales de ESO y de bachillerato.

La LOGSE (1990) supuso un cambio fundamental, al reducir la enseñanza primaria a 6 cursos e implantar la ESO (Educación Secundaria Obligatoria) de 4 cursos y 2 años de bachillerato. De esta forma, la enseñanza se hace obligatoria, única y gratuita hasta los 16 años de edad, mientras que el bachillerato queda reducido a dos años. Extendió y democratizó la enseñanza, pero salió muy mal parado el bachillerato.

Por otra parte, nuevos cambios en 1991 en los estudios de magisterio hacen que la formación en Química, como, en general, los contenidos de la mayoría de las materias, prácticamente desaparezca. Sus especialidades pasan a ser siete: Audición y Lenguaje, Educación Infantil, Educación Primaria, Lengua Extranjera, Educación Física, Música, y Pedagogía Terapéutica. Tanta especialización fue un desastre en muchos casos porque, en la práctica, los profesores de cualquier especialidad, al llegar a los

colegios de primaria, tenían que impartir todas las materias. En 2007, salió una nueva ley que dejó las especialidades de magisterio reducidas a Infantil y Primaria y aumentó el número de créditos de las materias psicopedagógicas. Estos dos cambios de 1991 y 2007 supusieron que la formación en Física y Química de los maestros quedara reducida a mínimos, cuando para explicar contenidos de 5º y 6º cursos de primaria sería necesario que tuvieran conceptos bastante claros.

Con relación a la formación pedagógica del profesorado de secundaria se exigió para opositar en su día poseer el *Certificado de Aptitud Pedagógica* (CAP) impartido por los ICEs. Un nuevo cambio posterior, más reciente, exige que, en la actualidad, cualquier profesor para trabajar (lo mismo en la enseñanza pública que en la privada) debe tener el *Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria*, en la especialidad (como la de Física y Química) que impartirá clase. La formación continua quedó desligada de los ICE (Universidad) cuando se crearon los CEP, ya citados, dependientes de las direcciones provinciales de Educación.

Los ICE, creados por la ley de 1970 en las universidades para formar y poner al día a los profesores, han sido fundamentales en la enseñanza de las ciencias. Entre los más famosos podríamos citar los de las Universidades de Valencia, Autónoma de Barcelona y Politécnica de Madrid. Algunos, como el de la Universidad Autónoma de Madrid, se distinguieron por tener en su biblioteca suscripciones a revistas tanto españolas como extranjeras relacionadas con la enseñanza de las ciencias, así como buen número de libros sobre el tema. En casi todos los ICE ha habido grupos de profesores que han colaborado para mejorar la enseñanza de la Física y la Química y la mayoría de ellos han publicado documentos didácticos que han servido para impulsar la enseñanza experimental de estas materias.

En 1983, nació en el ICE de la Autónoma de Barcelona la revista *Enseñanza de las Ciencias*, que en la actualidad llega al volumen 34. Ha sido un medio fundamental de difusión de medios, métodos e investigaciones educación, sobre todo en niveles no universitarios. Entre los promotores de esta publicación podríamos citar a Berta Gutiérrez Reñón, de dicha Universidad, y a Daniel Gil Pérez y Carlos Furió Mas, del ICE de la Universidad de Valencia. Unos años más tarde se instituyen los congresos sobre Didáctica de las Ciencias que se van organizando cada dos años en diferentes puntos de la geografía española. Son foros de encuentro y discusión que permiten intercambiar opiniones sobre temas actuales del área.

Simultáneamente nació en Valencia, por iniciativa del profesor José Sánchez Real (1918-2008), de la *Escuela Universitaria de Formación de Profesorado de EGB*, una colección de cuadernos de Física y Química. Además, el profesor Sánchez Real comenzó haciendo en Andalucía unos *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, de inscripción gratuita, publicándose los trabajos presentados. Una vez que pasaron por las capitales andaluzas se fueron extendiendo a toda España.

Posteriormente, la Editorial Graó publica desde 1994 la revista *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, que en la actualidad llega al número 85, y libros relacionados con la enseñanza de las distintas ciencias. Desde hace dos décadas la revista *Anales de Química de la Real Sociedad Española de Química* se ha convertido en una publicación dedicada a la divulgación con diferentes secciones sobre temas de actualidad, historia y enseñanza de la Química que está teniendo bastante éxito entre profesores de Química de enseñanza media y universidad. En estos últimos años han surgido otra serie de revistas como la *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* de la Universidad de Vigo, y la revista *Eureka: Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* de la Universidad de Cádiz. También cabe citar la creación, en 2008, de la revista especializada *Educació Química*, editada por la *Societat Catalana de Química* bajo la dirección de los profesores Fina Guitart y Aureli Caamaño.

Los proyectos de enseñanza de la Química planteados sobre los años sesenta, como el *CBA (Chemical Bond Approach)*, el *CHEM (Chemical Education Material Study)*, y el *Nuffield Science Teaching Project*, llegaron a España traducidos sobre los años setenta y sirvieron de base para otros proyectos que surgieron de la mano del grupo *Recerca Faraday*. Se fueron enfocando hacia el constructivismo, ciencia de los procesos, ciencia integrada, y ciencia con orientación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). A partir de los años 90 y con la llegada de la LOGSE nos encontramos con varios proyectos curriculares como *Investigando Nuestro Mundo* (6-12 años), *Ciencias de la Naturaleza en ESO* (Grupo Axarquía), *ACES (Aprendiendo Ciencias en Secundaria)*, etc. También se pusieron en marcha, sobre todo en Cataluña y Valencia, proyectos europeos como *Salters: Química en Contexto (Chemistry Exploring Science)*. Una amplia información sobre este tema se puede encontrar en los artículos de Caamaño.^[18-21]

El alcance de estos proyectos en muchos casos es muy limitado, dado que se necesitan profesores que verdaderamente sean capaces de entender y seguir su filosofía y que estén muy familiarizados con ellos para que tengan éxito. Por otra parte, varios de estos proyectos solían estar escorados en un sentido (solo experimentos, solo método científico, únicamente constructivismo...) y como el método "ideal" no existe, y además hay gran variedad de alumnos, a veces es necesario combinar diversas metodologías y no aplicar solo una muy específica. En todo caso, han servido para dinamizar la labor docente, favorecer la acción de profesores activos y actualizar la tarea educativa. A juicio de los autores de este trabajo, el profesorado debe conocer muy bien la materia que imparte, tener conocimiento de los distintos métodos, medios y técnicas que existen, tener presentes los alumnos a los que se va a dirigir y ser lo suficientemente efectivo como para buscar lo más adecuado en cada momento. Y para todo esto, contar con experiencias y propuestas de otros colegas es esencial.

A modo de ejemplo, sobre los años ochenta, el Ministerio de Educación envió a los centros un aparato retro-

proyector que se utilizó para visualizar experimentos de Química. Los alumnos, en cierto modo, podían participar activamente y observar los cambios que se iban produciendo para discutirlos posteriormente y buscar la explicación científica de lo que allí había ocurrido. Era mejor que los experimentos de cátedra porque era más fácil que todos los alumnos estuvieran en condiciones de poder observar bien lo que ocurría.

Tras la separación en 1980 de las dos *Reales Sociedades Españolas de Física y de Química*, el profesor Salvador Senent, catedrático de Química Física de la UNED, muy preocupado por la enseñanza, impulsó (en 1986) la creación de un grupo especializado que perteneciera a la vez a las dos, con el nombre de *Didáctica e Historia de la Física y la Química*. En dicho grupo se han integrado profesores de educación secundaria y bachillerato que trabajaban en las dos materias, así como profesorado universitario (tanto de distintas áreas de Química como de la Didáctica de las Ciencias Experimentales). En varios eventos, como las reuniones bienales de ambas sociedades, vienen celebrando simposios relacionados con didáctica, divulgación e historia de estas materias. Entre otras iniciativas, el grupo convoca un premio cada dos años dirigido a trabajos relacionados con estos temas, con gran éxito de participación.

También han tenido interés en la promoción de la Química en bachillerato la celebración de Olimpiadas, que comenzaron promovidas por la *Asociación Nacional de Químicos de España* (ANQUE) en Castilla-La Mancha. Posteriormente, se incorporó a la organización la *Real Sociedad Española de Química*. A partir de 1996, España comenzó a participar con pleno derecho en las Olimpiadas Internacionales. No solo han sido un gran acicate para muchos profesores de bachillerato, sino que han servido para promover un mayor contacto entre profesores de distintas etapas educativas, para que los alumnos que tenían los premios se desplazaran a otras universidades y se relacionaran con otros compañeros, y para que los que asistían a las internacionales compartieran inquietudes con alumnos de múltiples países.^[22]

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza de la Química, como en otras áreas, han supuesto avances importantes con relación a la adquisición de la información y a la posibilidad de comunicación. Con frecuencia se han utilizado para simular experimentos, realizar modelos (desde moléculas a procesos), visualizar vídeos, ofrecer nuevos entornos de aprendizaje, etc. Las páginas web, los correos electrónicos y las nuevas aplicaciones han sido y son un importante medio de comunicación entre profesores y alumnos.

Entre otras características, si se tuviera que resumir el estado en el que se encuentra la enseñanza de la Química en etapas no universitarias en la actualidad en España, se podría decir que hay un entorno variado y complejo, tanto de alumnos como de centros educativos, con una variedad inmensa de recursos educativos, especialmente en el ámbito de las TIC. También las metodologías son muy variadas (desde la clase más expositiva tradicional al

modelo de *flipped classroom* o clase invertida, trabajo en equipos de profesores y comunidades de aprendizaje, proyectos transversales y contextualizados, técnicas de gamificación...). Todo ello debe articularse además en entornos legislativos cambiantes, tanto a nivel estatal como autonómico (dadas las transferencias en el campo de la educación), con retos importantes, como el nuevo modelo de enseñanza basado en la adquisición de competencias y su evaluación.

CONCLUSIONES

Existe un clamor extendido en la sociedad española, en el sentido de consensuar un gran pacto por la educación, que la dote de un sistema estable y suficientemente flexible para amoldarse a nuevos tiempos. Obviamente, no es tarea sencilla, por la disparidad de pareceres de partidos políticos y otros colectivos, por las distintas administraciones implicadas y, por el propio hecho de que un nuevo cambio, aunque fuera consensuado, implicaría, de nuevo, más “cambio sobre el cambio”.

En los sucesivos avatares legislativos se ha ido abriendo la enseñanza a capas más numerosas de la sociedad, lo cual es bueno *per se* pero, al mismo tiempo, se debería de haber cuidado más el bachillerato, que ha quedado “en mínimos”. De algún modo, el 4º curso de ESO debería ser el primero curso de un nuevo bachillerato.

En un vídeo de la Universidad de Salamanca, titulado *El Templo de la Fama* se dice: “entender es áspero, la sed del hombre, saber es ser libre”. Quizá uno de los mayores problemas de la enseñanza en las últimas décadas es que se ha extendido entre alumnos, profesores y padres, la idea de que se puede “aprender sin esfuerzo”. Este año de olimpiadas deportivas (Río de Janeiro, 2016) hemos oído como el entrenamiento constante es imprescindible para llegar a la cima y hemos visto la alegría de los que están en el podio, así como la satisfacción de los participantes por el trabajo previo realizado.

Un buen profesor siempre puede hacer bueno un mal plan de estudios. Por eso será muy importante seleccionar profesores muy bien formados y entusiastas de su profesión. De algún modo, se deberían mantener las ideas de la JAE, favoreciendo la comunicación entre las distintas etapas educativas y la posibilidad de formarse en centros de referencia tanto de España como de otros países.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Sevilla Merino, *La Ley Moyano y el desarrollo de la educación en España, Ethos Educativo: Revista Cuatrimestral de Educación - OEI*, **2007**, *40*, 110-122.
- [2] M. de Unamuno, *De la enseñanza superior en España*, Revista Nueva, **1899**, 41.
- [3] J. D. López Martínez, *La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria en el primer tercio del siglo XX en España*, Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, **1999**.

- [4] M. de Puelles Benítez, *Las grandes leyes educativas de los últimos doscientos años*, UNED, *CEE Participación Educativa*, **2008**, 7, 7-15.
- [5] A. Jiménez Landi, *Breve historia de la Institución Libre de Enseñanza (1896-1939)*, Tébar, **2010**.
- [6] E. Otero Urtaza, *Manuel Bartolomé Cossío: Pensamiento Pedagógico y Acción Educativa*, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, **1994**.
- [7] J. M. Bernal Martínez, J. D. López, *Revista de Educación, número extraordinario*, **2007**, 215-239.
- [8] Á. García del Dujo, El Museo Pedagógico Nacional y las corrientes pedagógicas contemporáneas. *Historia de la Educación*, **2010**: <http://bit.ly/2d1V4Gz>, visitada el 21/09/2016.
- [9] C. Monzón Pinilla, A. Usón Jaeger, *Revista Complutense de Educación*, **1997**, 8(1), 271-289.
- [10] J. Damián López Martínez, J. M. Bernal Martínez, *Los primeros pasos en la construcción de la Didáctica de Ciencias Experimentales: el pensamiento educativo de José Estalella Graells*, en M. Martín Sánchez, J. G. Morcillo Ortega (eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias experimentales*, Actas de los XIX Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Madrid, **2000**, 426-435.
- [11] L. González de la Lastra, V. J. Fernández Burgueño *El Instituto San Isidro: Saber y patrimonio apuntes para la historia*, CSIC, Madrid, **2013**.
- [12] R. Cuesta, A. Molpeceres, *Retazos, memorias y relatos del bachillerato (1931-2009)*, **2010**, IES Fray Luis de León (Salamanca): <http://bit.ly/2d1VHQG>, visitada el 21/09/2016.
- [13] Universidad Complutense de Madrid. Inventario de la colección de instrumentos para la Didáctica de las Ciencias Experimentales: <http://bit.ly/2cxRvHo>, visitada el 21/09/2016.
- [14] J. A. Lorenzo Vicente, *Hist. Educ.: Revista Interuniversitaria*, **1998**, 17, 71-88.
- [15] C. Torres Albero, *Revista de Educación*, **1988**, 286, 245-279.
- [16] M. Fernández González, J. Sánchez Tallón, *Enseñanza de las Ciencias*, **2013**, 31(2), 231-249.
- [17] A. Presas i Puig, *La inmediata posguerra y la relación científica y técnica con Alemania*, en A. Romero, M. J. Santemas (eds.) *Un siglo de política científica en España*, Fundación BBVA, Madrid, **2008**, 174-209.
- [18] A. Caamaño, *Ciencia y Educación*, **2016**, n° 3, 1-12
- [19] A. Caamaño, *Enseñanza de las Ciencias*, **1988**, 6(3), 265-277
- [20] A. Caamaño *Alambique*, **1994**, 1, 8-20.
- [21] A. Caamaño, *Alambique*, **2006**, 48, 10-24.
- [22] M. T. Martín, M. Martín, *Química e Industria*, **2000**, 513, 576-578.

Submit to your society's journals
www.chempubsoc.eu

