

Propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias físicas, químicas y naturales en el primer tercio del siglo XX en la escuela primaria española

CARMEN MONZÓN PINILLA y AURELIO USÓN JAEGER

Departamento de Didáctica
de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación,
Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

El presente artículo trata de recoger y esbozar algunas de las principales propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria española durante el primer tercio del siglo XX en España. Para ello se han revisado las principales publicaciones pedagógicas de la época como el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, La Revista de Pedagogía, y La Escuela Moderna seleccionando y haciendo acotaciones *ad hoc* de aquellos autores que tuvieron una mayor aportación y presencia en dichas publicaciones y cuyas ideas resultaron innovadoras para la época y que, curiosamente, muchas de ellas siguen vigentes en la actualidad.

SUMMARY

This article reviews and quotes some innovating suggestions, regarding primary school science teaching that were published during the first third of the XX century in Spain. The quoted statements and ideas that we have selected, belong to a handful of bright Spanish authors that frequently wrote for the leading educational magazines published at that time (Boletín De La Institución Libre de Enseñanza, Revista de Pedagogía, La Escuela Moderna). In fact, many of their basic suggestions are still valid at the present time.

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales se introdujo por primera vez en la enseñanza primaria española a través de la Ley del Marqués

de Someruelos en 1838. En esta ley, la enseñanza primaria constaba de la primaria elemental y la superior. La enseñanza primaria elemental consistía fundamentalmente en saber leer, escribir, contar y principios de religión y en la superior se introducía además la asignatura «Nociones Generales de Física». Sin embargo, en el reglamento que se publicó ese mismo año esta última materia desaparecía.

En 1857 se promulga la Ley de Instrucción Pública conocida como la Ley Moyano que mantuvo básicamente el esquema de Someruelos completando los contenidos. En dicha ley se incluye de forma expresa en el grado superior la asignatura «Nociones generales de Física y de Historia Natural Acomodadas a las Necesidades Más Comunes de la Vida.» Curiosamente esta enseñanza estaba contemplada sólo para los niños mientras que para las niñas, se introducía la asignatura «Elementos de Dibujo Aplicado a las Labores y Ligeras Nociones de Higiene Doméstica.»

De hecho fue en el plan de estudios del Conde de Romanones de 1901 en donde se introduce como materia obligatoria tanto para niños como para niñas y en sus tres niveles (elemental, medio y superior) la asignatura «Nociones de Ciencias Físicas, Químicas y Naturales». Ahora bien, los prometidos cuestionarios oficiales no llegaron jamás a publicarse hasta el año 1953 y en muchos aspectos la implantación de estos nuevos planes dejaron mucho que desear. Así, Cossío (1915), Director del Museo Pedagógico Nacional constató que no todas las materias se enseñaban en las escuelas y que muchas de ellas «eran nada más que para leer, escribir, contar y rezar.» (p. 110). En nuestra opinión las razones de esta situación pueden ser varias, una de ellas, como luego veremos la falta de formación en estas materias, de los maestros.

Sin embargo durante el primer tercio de nuestro siglo, un heterogéneo y polifacético grupo compuesto de Catedráticos de Universidad, Profesores de Escuelas Normales, Maestros, Inspectores de Educación, así como otros profesionales pertenecientes a diversas Instituciones de la época, plantearon serias críticas a la metodología que se estaba aplicando en la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria; a la vez que propusieron e incluso ensayaron medidas encaminadas a su mejora. En realidad, muchas de sus ideas ponen de manifiesto hasta qué punto aspectos básicos que pueden parecer «nuevos», a la luz de la actual reforma de la enseñanza (LOGSE), tienen una amplia y vieja trayectoria en nuestro país. Así, principios fundamentales del quehacer didáctico como el aprender a aprender, la metodología del aprendizaje basada en la observación y la experimentación, el tener en cuenta los intereses e ideas previas del niño, el aprendizaje globalizado en «Ciencias de la Naturaleza», la adecuación de la enseñanza al grado de desarrollo intelectual del alumno, la necesidad de una sólida formación inicial y permanente del profesorado, etc..., son algunos de dichos principios a que nos referimos.

Como el título y nuestra breve introducción al tema sugiere, el objetivo principal de este artículo es recopilar los textos, ideas y preocupaciones de aquellos

autores e instituciones que mayor importancia han tenido en lo que se refiere a la enseñanza de las Ciencias Físicas, Químicas y Naturales, su introducción, crítica y tratamiento innovador en la escuela primaria española, durante el primer tercio del siglo xx.

Para ello, hemos realizado una revisión bibliográfica exhaustiva de tres de las principales revistas pedagógicas de esta época: *El Boletín de la Institución Libre de Enseñanza (1900-1936)*, la *Revista de Pedagogía (1922-1936)* y, *La Escuela Moderna (1900-1936)*. De los artículos revisados hemos seleccionado principalmente los correspondientes a aquellos autores que tuvieron una presencia más o menos constante en dichas publicaciones y cuyas propuestas didácticas de carácter innovador están, hoy en día y en gran medida todavía vigentes en el pensamiento actual. Así mismo, hemos consultado otras publicaciones de carácter no estrictamente pedagógico, como el *Boletín de la Sociedad de Historia Natural*, que resultaron en cambio, muy reveladoras.

A continuación exponemos las principales propuestas didácticas innovadoras que hemos seleccionado siguiendo un orden cronológico, tomando como punto de partida los artículos más antiguos.

Propuesta de la Sociedad Española de Historia Natural ¹

La introducción de la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la Escuela Primaria a través del Real Decreto del 26 de Octubre de 1901 se consolidó, en gran medida por una propuesta que recibió el entonces Ministro de Instrucción Pública Romanones, de la prestigiosa Sociedad Española de Historia Natural cuyas contribuciones científicas tuvieron una gran importancia en el desarrollo de la ciencia del siglo xix ².

Meses antes de publicarse el citado decreto, en Junio de 1901 y a instancias de la propia Sociedad Española de Historia Natural, el Ministro recibió a una comisión de esta Sociedad encabezada por su presidente: Don Blas Lázaro Ibiza. En este encuentro, el profesor Lázaro leyó y entregó al Sr. Ministro un escrito solicitando la incorporación de las nociones mas importantes de Física, Química e Historia Natural, particularmente aquéllas que resultasen de mayor utilidad, como una de las enseñanzas de las escuelas elementales y superiores,

¹ Véase Boletín de la Sociedad de Historia Natural. (1901) T. I., pp 71-72, 189-192, 145-148.

² Tal fue el prestigio de esta sociedad que fue merecedora de la protección del estado a través del Real Decreto del 13 de julio de 1903. El artículo 1º del citado decreto indica que «En lo sucesivo, la sociedad española de Historia natural se denominará Real Sociedad Española de Historia Natural». El artículo 2.º del citado decreto afirma que «En los presupuestos generales del Estado se consignará anualmente una cantidad en concepto de subvención para el sostenimiento de aquélla.».

tanto de niños como de niñas. Además, hizo entrega de los números del Boletín de la Sociedad de Historia Natural donde se hace referencia a un amplio conjunto de discusiones y acuerdos adoptados acerca de esta propuesta. En la sede de la Sociedad, como consta en las actas, participaron en las discusiones muchos de los socios. Asimismo, se recibieron cartas y algunos trabajos de otros profesores preocupados por el tema pero que no pudieron estar presentes.

Entre todas las contribuciones, destacan las del propio profesor Lázaro a quien le interesaba «vivísimamente» este tema dada su experiencia de veinte años, en la enseñanza de Ciencias en la Escuela Normal Central de Maestros. El Profesor Lázaro tenía la opinión de que los libros de texto en las escuelas primarias constituían un medio de muy escasa eficacia para propagar los conocimientos científicos. Asimismo, manifestó su convencimiento de que la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales deberían ser implantadas en las escuelas primarias, sin embargo mostró su escepticismo sobre la preparación de los maestros para impartir estas enseñanzas.

Creía también, que el esperar a que se formara y graduase una nueva generación de maestros con una adecuada formación científica suponía una espera demasiado larga. Por ello, para el profesor Lázaro y otros miembros de la Sociedad estimaban con carácter urgente facilitar la adquisición de los conocimientos necesarios a los maestros en ejercicio, a fin de que éstos pudiesen impartir las enseñanzas científicas en más breve plazo.

En las conclusiones, aprobadas por los miembros de la Sociedad y presentadas al Ministro Romanones, se señalan algunas medidas encaminadas a fomentar una adecuada preparación en esta materia, tanto de los futuros maestros como de los que estaban ya en activo.

Entre estas medidas, encontramos todas las descritas a continuación:

- La redacción de manuales breves dedicados al magisterio con las nociones más importantes, con arreglo al estado actual de la ciencia.
- La publicación de lecciones modelos que dieran una idea clara de la forma más conveniente de iniciar el conocimiento de estas cuestiones.
- El establecimiento de lecciones prácticas desarrolladas, ante un público de maestros y alumnos de las Escuelas Normales, por personas de reconocida competencia.
- El establecimiento de cursos breves bajo la dirección de personal procedente de las facultades de ciencias, en los que los maestros y normalistas practicasen las experiencias adecuadas, sirviéndose del material más barato posible y de los instrumentos más sencillos. (En Historia Natural se recomendó muy especialmente el reconocimiento de los grandes grupos orgánicos, el de los animales y plantas útiles y perjudiciales, el de los minerales más usuales y el manejo del microscopio con pequeños aumentos.)

- El establecimiento de misiones científicas, que visitaran las diferentes comarcas; alejadas de las capitales; divulgando el conocimiento práctico de la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales.
- La inclusión de las nociones de Física, Química e Historia Natural entre las materias sobre las que debían versar los ejercicios de oposición a escuelas públicas, tanto elementales como superiores e igualmente para las escuelas de niños y niñas.
- La concesión de autorizaciones para que un profesor de ciencias de una Escuela Normal de cada distrito universitario pudiera asistir, durante un curso, a los laboratorios y trabajos prácticos de las enseñanzas científicas de la respectiva Universidad.
- El ofrecimiento de la Sociedad de Historia Natural en el planteamiento y desarrollo de la nueva enseñanza. En este sentido, puso a disposición del personal del magisterio, todo el material escrito que con este motivo recibió de sus socios y cuantos se recibieran en lo sucesivo. Asimismo, la Sociedad Española de Historia Natural se ofreció a resolver las consultas que los maestros pudieran formular, tanto respecto a la determinación de los grandes grupos orgánicos y de las especies vulgares como en lo referente a procedimientos de recolección, preparación y conservación de los seres naturales ³.

Ante este abanico de propuestas cabe formular el siguiente interrogante:

¿Hasta qué punto se aceptaron, desarrollaron y fueron eficaces estas propuestas, que pretendían introducir y asegurar una enseñanza fructífera de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria española? Obviamente la respuesta a esta interesante reflexión desborda el objetivo principal de este trabajo. Ahora bien lo relevante para los fines que nos hemos propuesto es que dichas medidas fueron ampliamente discutidas en el seno de la Sociedad, oídas por el Ministro Romanones, y constituyeron una de las primeras propuestas formales en pro de la enseñanza oficial de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria española a principios de siglo en nuestro país.

Edmundo Lozano Cuevas (1856-1919) y su propuesta didáctica

Su labor docente a favor de la enseñanza de las ciencias está principalmente vinculada a la Institución Libre de Enseñanza.

³ De hecho el museo de Ciencias Naturales, envió gratuitamente a quien lo solicitaba unas instrucciones breves y claras sobre el modo de recoger y conservar minerales, insectos, reptiles, especies, etc., indicando las especies que se conocen en las distintas localidades españolas, y a la vez noticias bibliográficas referentes a las mismas. Véase Rangel, C. (1907). *La Enseñanza de la Historia Natural*. La Escuela Moderna. N.º 191, p 91

En 1879 ingresó de la mano de su amigo don German Florez en la Institución Libre de Enseñanza, donde formó parte del profesorado de Física y Química hasta 1890. Edmundo Lozano junto al Profesor Francisco Quiroga ⁴ tuvieron en aquel tiempo la dirección y la práctica de los cursos impartidos de física y química en dicha institución.

Tras 15 años de estancia en la África Septentrional ⁵ regresó a España. En 1906, retomó su labor docente en el Museo Pedagógico Nacional por encargo de su Director, D. Manuel Bartolomé Cossío, impartiendo los cursos prácticos de Química que organizaba anualmente dicha institución. Esta etapa que dura tan sólo 13 años hasta su muerte en 1919, constituyó un período de extraordinaria riqueza en la producción científica y pedagógica de Edmundo Lozano.

Cabe anotar de éste último período que en 1908 fue pensionado, por la Junta de Ampliación de Estudios, para analizar la situación de la enseñanza elemental de la Física y Química en Inglaterra. Su estancia en este país indudablemente ejerció una profunda influencia en su quehacer pedagógico. En 1913 fue nombrado profesor de Metodología de las Ciencias Físico-químicas en el Museo Pedagógico Nacional, año en el que esta institución publicó el célebre trabajo de Lozano titulado: *La Química en la Escuela Primaria*. Don José Ontañón (1929) comenta respecto a este libro lo siguiente:

«condensa toda la experiencia de su labor docente, tan original, tan vivificante, tan impregnada de sentido pedagógico. El influjo de sus enseñanzas tuvieron en los que, por suerte para ellos, fueron alumnos suyos hace que esta publicación sea una de las más solicitadas entre las que ha editado el Museo Pedagógico» (p. 179).

Críticas muy positivas también se vertieron hacia su segundo libro: *La Enseñanza de las Ciencias Físico-Químicas y Naturales*.

«Este libro, que lleva impreso el sello de originalidad de todas sus obras, es el primero que en España rompe con la rutina de los libros de divulgación hechos a tijeretazos tajados de otros más voluminosos y que persiguen un fin completamente diferente». (Sanfiz, 1919, p. 247.)

Lozano creó en el Museo Pedagógico un laboratorio-taller, con el objetivo de que sirviese de modelo para la enseñanza de la física y química en la escuela. En él se impartían cursos especializados a los que asistían todo tipo de alumnos, desde los de las Escuelas Normales a los alumnos de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio y hasta Maestros en ejercicio.

⁴ Francisco Quiroga fue catedrático de Química de la Universidad Central de Madrid.

⁵ Empezó aventuras empresariales en África del Sur y Rhodesia. Véase Ontañón J. (1929). Edmundo Lozano. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, L III.

Para Lozano, la finalidad esencial de la enseñanza de las Ciencias Físicas y Químicas en la escuela primaria «no es la mera adquisición de conocimientos mas o menos útiles, sino más bien la formación del hábito científico, el cultivo de un método y de una orientación del pensamiento.» (Ontañón, 1929, p. 179). Para ello, su metodología de enseñanza, se basaba esencialmente en compaginar dos tareas: el trabajo personal de los alumnos, realizando por si mismos experimentos encomendados por el maestro y la construcción del propio material de laboratorio. Esta metodología fue explicada e ilustrada repetidamente en sus múltiples artículos, publicados sobre todo en el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, teniendo gran éxito como lo corroboran testimonios de compañeros y alumnos suyos:

«Las clases de Lozano eran una conversación animada, en que el maestro hacía que sus alumnos hablasen más que él. Distribuía al empezar sus cuestiones, ponía a cada uno en marcha para su trabajo individual, y allí quedaba él circulando entre todos, acudiendo a cada consulta, no para acabar con la duda dando la solución, sino para poner en el buen camino al desorientado, o para animar al que desalentara. Y todos salían contentos de su labor.» (Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, 1919, p. 193.)

«El trabajo manual no sólo ha de servir para educar la habilidad, sino que debe ser complemento del trabajo mental: proyectar y ejecutar. Para este fin nada tan a propósito como, en la enseñanza de la física, unir el laboratorio y el taller: proyectar un experimento y construir el aparato necesario para ejecutarle.» (Sanfíz, 1919, p. 247.)

Cierto es que el Profesor Lozano realizó una muy importante labor formativa con sus alumnos del Museo Pedagógico, pero ¿realmente creyó que su metodología era trasladable a todas las escuelas?

«¿Puede nadie imaginarse, que una escuela cuya consignación no es suficiente para comprar papel y escobas, llegue a instalarse un laboratorio para la enseñanza de las ciencias físico-químicas? La respuesta a esta pregunta no es difícil. La preparación y el buen deseo del maestro pueden remediar en gran parte la penuria de los medios; en todo caso sus esfuerzos serán secundados con el mayor entusiasmo por el alumno a quien la acción interesa y arrastra. Todos los trabajos del desván, los cacharros inútiles de la cocina, los objetos más heterogéneos serán puestos a contribución para construir un gabinete de física, un laboratorio químico de un valor pedagógico infinitamente superior al de la más brillante colección de aparatos producidos por la quincallería extranjera. Y si el maestro no tiene vocación o carece de aptitud para esta obra, preferible es que borre de su programa esta enseñanza a que intente realizarla ex cathedra, utilizando algunos de los «manuales» que tan profusamente circulan en nuestro país, extractados del vetusto y siempre remozado libro de Ganot o de otros análogos.» (Lozano, 1912, p. 293.)

Los cursos de Lozano, sus artículos, sus libros constituyeron notables empeños en poder trasladar esta metodología a los maestros de escuela primaria.

Margarita Comas Camps (1897-1972) y su propuesta didáctica

Se graduó en la Escuela Superior del Magisterio en la Sección de Ciencias en 1915, en la 4.^a promoción. Al año ya impartía clases como profesora en la Escuela Normal de Maestros de Santander. Una de las características de su trayectoria vital fueron sus múltiples salidas a Europa becadas por la Junta de Ampliación de Estudios. Así en el curso 1911-1912, fue lectora de francés en la Escuela Normal de Albi. En 1920, obtuvo otra beca para estudiar en el *Bedford College* de la Universidad de Londres y asistir a los cursos de metodología de las ciencias en el *London Day Training College*. A su regreso, enseñó en la Escuela Normal de Santander y posteriormente en la de Tarragona. En 1926, le fue otorgada otra beca que se prolongó hasta 1928 donde desarrolló el trabajo de sus tesis doctoral sobre el protozoo *Paramecium*. Tras doctorarse en Madrid, ingresó como Profesora en la Escuela Normal y en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Al año de iniciarse la guerra civil se afincó en Inglaterra, donde prosiguió sus actividades docentes. Enseñó biología en *Foxhole* y en *Dartinh Hall*. Murió en *Exeter* en 1972.

Su visión de la enseñanza de las ciencias en España, en 1927 —pese a 26 años de implantación oficial— no puede ser peor:

«hasta época muy reciente (la enseñanza de las ciencias físico-naturales) no ha pasado la cosa de ser, en la mayor parte de los casos una mera fórmula, por la falta de preparación de los maestros» (Comas, 1927, p. 357).

Cuando se enseñaban las Ciencias Físicas, Químicas y Naturales, que no era en todos los casos, su metodología consistía esencialmente en « la explicación por el profesor o lectura en el libro, ayudándose todo lo más por unos grabados.» (Comas, 1926, p. 453). Criticó la concepción nocionística y utilitarista de la ciencia que transmitían los maestros y la mayor parte de los manuales que «circulan por nuestros centros docentes para desesperación de los pequeños...» (Comas, 1927, p. 358). En consecuencia, la profesora Comas vertió importantes críticas a la antigua escuela memorista y pasiva que veía incompatible con la enseñanza eficaz de las ciencias.

Comas (1927), propuso un cambio radical en la orientación de la enseñanza que viene reflejado en el texto siguiente:

«No nos preocupemos de la cantidad de conocimientos ni de sus aplicaciones... No importa que se hayan quedado secciones enteras de física, química e historia natural sin mencionar ni siquiera. El nombre es lo de menos y la cosa no hay medio de saberla. No se trata de formar sabios, sino hombres, y si hemos conseguido despertar la curiosidad y hemos inculcado el hábito de discernir con rigor científico, podemos darnos por satisfechos; los alumnos encontrarán medio para seguir aprendiendo. Los años que tienen adelante son muchos» (pp. 359-362).

Para ello, Comas (1927), sugirió escoger en el vasto campo de la ciencia unos pocos temas cercanos a la escuela y a los intereses del niño, no los raros y lejanos y para hacer con él «descubrimientos e invenciones, repitiendo en pequeño el interesantísimo proceso de formación de la ciencia» (p. 359).

Entre otras cuestiones, reconoció que «se han de tener en cuenta las diferentes etapas del desarrollo infantil, y después las posibilidades de la escuela.» (p. 361).

Respecto a la primera cuestión Comas (1927) afirmó que:

«los niños suelen ser muy observadores, pero siguen difícilmente un razonamiento, viene luego la edad de los porqués para tanta desesperación de las madres, y por último los mayorcitos suelen sentir una cierta necesidad de orden y de hilación en los conocimientos adquiridos» (p. 361).

Para las escuelas rurales y en menor medida para las escuelas de ciudad, propuso dar mayor énfasis a los trabajos de Biología y Geología que a los de Física y Química.

Modesto Bargalló Ardevol (1894) y su propuesta

Al igual que Margarita Comas, Modesto Bargalló se graduó en la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio en 1915. En ese mismo año fue nombrado Profesor Numerario de Física, Química, Historia Natural y Agricultura de la Escuela Normal de Guadalajara, permaneciendo en dicho cargo diecisiete años. Durante dicho período desarrolló una intensísima labor científica y pedagógica que quedó reflejada en la gran cantidad de publicaciones que hemos encontrado. Publicó abundantes artículos en todas las revistas pedagógicas revisadas y en otras, como la Revista de Escuelas Normales ⁶ y la Revista Faraday. Incluso publicó algunos hallazgos paleontológicos en el Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural ⁷. Además contamos con abundantes libros originales suyos ⁸ y en co-autoría con otros ⁹, y hasta diversos libros de texto traducidos del alemán ¹⁰.

⁶ Funda y dirige en 1922 la nueva edición del Boletín de Escuelas Normales, el cual se transformó en 1923 en revista de Escuelas Normales.

⁷ Véase el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 31 (1931) pp 162, 322

⁸ Bargalló, M. (1923). *Como se Enseñan las Ciencias Fisicoquímicas*. Madrid: Revista de Pedagogía (hay una 3ª edición en 1932) (1924), *Los pensamientos de Cajal sobre la Educación, La lectura: Madrid (1923)*. *Manual de Física*. Reus, 1923 (la 3ª edición en 1932); (1918) *Ciencias físico-naturales*, primer grado. Madrid: Calleja,

⁹ Bargalló M., Martín, M. (1930): *Manual de Química*. Reus: Sardá

¹⁰ Meyer, R (1929). *Química popular*. Barcelona: G. Gili; Otswald, W. (1927). *Elementos de Química*. Barcelona: G. Gili 3.ª edic. 1927; Wiedemann-Ebert. (1932). *Prácticas de Física*. Barcelona: G. Gili.

Muchos de sus libros originales están fundamentalmente dirigidos a los maestros. En este sentido destacamos la colección *Vida Escolar-Folletos de Orientación para el Maestro* publicadas por la editorial Sardá. Agrupa un amplio conjunto de libritos que trata sobre los más diversos aspectos de la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria.

Tal fue el prestigio científico y pedagógico de Modesto Bargalló, que en 1938 fue nombrado Presidente de la Sección Primaria del Consejo Superior de Cultura de la República Española. En 1939 al finalizar la Guerra Civil, se exilió a Méjico donde continuó su actividad científica y pedagógica en el Instituto Politécnico Nacional ¹¹.

Para el profesor Bargalló la concepción de la naturaleza como algo «vivo» es la idea esencial que se debe de transmitir a los alumnos a la hora de enseñar Ciencias Naturales.

«La esencia de la vida, ¿no es organización y transformación continuas? Y esto, ¿no lo tienen todos los seres, la Tierra y el Universo? La propiedad del vivir es, creemos, el hecho de más valor para la enseñanza de las ciencias naturales; es la hipótesis didáctica directriz... Todos los esfuerzos del maestro deben dirigirse a este fin» (Bargalló, 1923, p. 7).

Dada esta finalidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales, el profesor Bargalló (1922) se pregunta: «¿Qué hechos nos conducirán mas fácilmente a la concepción unitaria, dinámica de los seres, para llegar en último termino a la representación del mundo como ser organizado? (p. 7).

Bargalló (1922) propuso para ello un plan de enseñanza basado en la observación del dinamismo del entorno natural. «No empecemos nuestras enseñanzas presentando a los discípulos partes aisladas y quietas; no pongamos en las manos inocentes del principiante seres sueltos y muertos: enseñémosle hechos desarrollándose.» (p. 7)

En este sentido sugiere una metodología con la siguiente secuencia:

«Los primeros pasos en la enseñanza de las ciencias naturales han de ser: contemplación de los distintos paisajes que nos rodean, cuantos más variados mejor; el ideal sería la contemplación simultánea de la vida de las zonas terrestres. Vengan luego estudios sobre el desarrollo de plantas y animales, observación de los cambios que experimenta la superficie de la Tierra: arrastre de tierras, rocas, etc. Por último que se le interese por las partes, por los estudios particulares, de carácter más estático, anatómico» (p. 7).

De otra parte, además de dedicarse a la enseñanza de las Ciencias Naturales, Bargalló (1923) desarrolló una muy importante labor en pro de la enseñanza de

¹¹ Véase Bargalló, M. (1973). *Trabajos, artículos y apuntes (1940-1972)*. México: Ed. del autor.

las Ciencias Físicas y Químicas en la escuela primaria. Los objetivos y metodología que planteó para estas áreas del conocimiento serían muy semejantes a los anteriormente expuestos, y que sintetizamos a continuación:

«El maestro procurará inculcar en el alumno la concepción de que la materia y energía se transforman continuamente; formará en él el hábito de investigación, y en todas sus enseñanzas, por exigirle la libertad del discípulo y el respeto a los mismo fines de la Ciencia, el maestro no extremará su acción directa: guía amoroso, pero no absoluto, procurará no malograr potentes inclinaciones personales, origen de intensas aficiones científicas que en su día pueden producir frutos originales» (p. 183).

Su laboratorio de la Cátedra de la Escuela Normal de Guadalajara, fue considerado ejemplar en su momento (Junto con el del Museo Pedagógico de Edmundo Lozano).

«uno de los más significados profesores de Escuela Normal, Modesto Bargalló ha llegado a crear hasta un pequeño taller junto a su laboratorio. Nadie piense que se trata de una obra aparatosa y cara: todo es allí barato, sencillo y útil. Todo esta dispuesto pensado en la escuela primaria» (Valls, 1930, p. 169).

Bargalló al igual que los otros autores que mencionamos en este artículo, consideró de suma importancia la construcción y utilización adecuada de material de laboratorio en las propias escuelas primarias.

De otra parte, Modesto Bargalló (1927) criticó severamente los cuestionarios oficiales de Física y Química que se exigían para las oposiciones a Maestro Nacional. Para él, dichos cuestionarios no desperdician detalles sin importancia a la vez que pecan de opiniones inexplicables de puntos básicos.

«En física, ni una sola palabra de procedimientos físicos de medida de longitudes, superficies y volúmenes; trabajo mecánico y potencia... En química, basta con decir que no se alude ni siquiera al ácido sulfúrico, a los aldehidos, a los albuminoides, ni a los pesos moleculares y atómicos, base del cálculo químico» (p. 456).

Esta falta de criterio científico en la selección de los temas se agravaba por una total ausencia de planteamientos didácticos para su plasmación en el aula. «Ni una sola letra en todo el cuestionario de oposiciones que se refiera al estudio teórico de las ciencias en relación con la didáctica y la escuela» (p. 456).

Enrique Rioja lo Bianco (1895-1989) y su propuesta didáctica

Fue sin duda otra de las grandes figuras de la didáctica de las Ciencias Naturales en España. Doctor en Ciencias y Catedrático de Instituto. Jefe de la Sección de Malacología del Museo Nacional de Ciencias Naturales y Profesor de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio, en Madrid. Con la desa-

parición de este centro en 1932 se incorpora al Instituto San Isidro del que fue Director. En 1939 se exilia a Méjico en donde es nombrado profesor de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

Fue autor de varios libros entre los que destacamos: *Cómo se Enseñan las Ciencias Naturales* (1923), y *El Libro de la Vida* (1933). El primer libro está dirigido a profesores de escuelas normales y a los maestros. En él, resume sus ideas pedagógicas y propone un cuestionario para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria. Rioja añade al cuestionario una amplia bibliografía adjunta donde se explica las experiencias concretas que se pueden realizar. Su segunda publicación es un libro de lectura para niños acerca de interesantes temas relacionados con los seres vivos. Su finalidad principal es la de estimular la curiosidad por la naturaleza.

Condición prioritaria para la enseñanza de las Ciencias Naturales es la de ser capaz de sentir la naturaleza.

«Aquél que no es capaz de sentir previamente la naturaleza, poco podrá hacer, y lo poco que haga no pasará de ser una cosa fría y seca y carecerá de la emoción que requiere toda labor didáctica» (Rioja, 1928-a, p. 151).

La metodología didáctica de Rioja (1928-a), se fundamentó en una combinación armónica de observación directa del dinamismo de los procesos naturales en su propio medio y en la realización de experimentos en condiciones mas o menos controladas en la escuela. Todo ello, por supuesto, guiado siempre por el Maestro, «pero dejándole (al niño) un poco de libertad, para que él vaya planteando los problemas al maestro» (p. 153). Para Rioja debe ser la naturaleza misma, y mas en concreto el ciclo anual de las estaciones, la que debe de imponer el programa a seguir.

Rioja (1928-b) destacó el nulo valor didáctico que tiene la confección y estudio de las colecciones de seres naturales en la escuela. Con estas colecciones el alumno jamás podrá aprender precisamente lo más interesante y formativo de los seres naturales: su dinamismo e interacciones en el ambiente.

«Las colecciones de insectos, de conchas o los herbarios que con tanta frecuencia se afanan en formar maestros celosos de su labor docente, son conjuntos de inertes despojos sin valor alguno para interpretar la vida... Otro tanto pudiéramos afirmar de las colecciones mineralógicas y geológicas, que poco o nada dicen a nuestro espíritu respecto a la manera de actuar de los diversos y complejos agentes geológicos, que lenta y continuamente van modelando la recia corteza de nuestro planeta... A nuestro juicio, las colecciones no son nunca instrumento de trabajo, y los que pretenden enseñar con ellas Ciencias Naturales caen en el mismo error que los que se valen de una colección de sellos para enseñar geografía política o historia contemporánea» (p. 105).

En un polo diametralmente opuesto a la concepción riojana de la didáctica de las Ciencias Naturales, se sitúa el temario oficial de Historia Natural que se

exigía en las oposiciones a Maestro Nacional. A este asunto Rioja (1925) dedicó críticas demoledoras:

«El examen del cuestionario de Historia Natural revela bien a las claras una marcada preocupación sistemática y clasificadora que pretende reducir la compleja y variada urdimbre de la naturaleza, rebosante de actividad y dinamismo en inmenso y antipático fichero, en el que cada ser y cada fenómeno ocupa su casilla, después de convenientemente rotulado y definido por una árida descripción y una seca característica que nada dice ni nada real representa. Con este erróneo criterio sólo se consigue el desprestigio de las ciencias naturales como elemento educativo, ya que lejos de despertar interés y cariño por la naturaleza y de educar el espíritu de observación, al tiempo que se ejercita el juicio crítico, su estudio sólo provoca una estéril fatiga en la que la memoria se somete a inútil y ruda prueba. Nos basta leer por cualquier sitio el cuestionario para convencernos de lo dicho» (p. 411).

Según Rioja (1928-a), la puesta en práctica de su metodología de la enseñanza, tampoco requería, en realidad, de una formación extraordinariamente especializada del maestro. Así lo manifestó en un cursillo organizado por la Asociación de Maestros, en Madrid,:

«A mí me han dicho algunos maestros: No estamos preparados para esto... Yo digo que para ello no se necesita gran preparación; basta con salir al campo y colocarse frente al problema. Todos somos un poco naturalistas, porque somos seres vivos y todos sabemos algo de la vida, y ese poco que sabemos y ese poco que todos tenemos de naturalista es mucho y tiene mas valor que lo que podamos aprender y enseñar en los libros» (pp. 155-156).

«Lo que sucede es que tenemos miedo a abordar el problema creyendo que no estamos facultados. Estamos tal vez más que de sobra facultados. Lo que pasa es que estamos intoxicados de la ciencia libresca» (p. 156).

Vicente Valls Anglés (1896) y su propuesta didáctica

Formó parte de la décima promoción en la Escuela Superior del Magisterio. Fue Inspector de Primera Enseñanza en Santander y director de la Escuela Sierra Pambley en León. Al igual que Comas fue becado repetidas veces por la Junta de Ampliación de Estudios para investigar sobre diversas cuestiones, tanto relacionadas estrictamente con su especialización científica como sobre temas pedagógicos.

Para este autor, las Ciencias Físicas Químicas y Naturales es una de las materias de la escuela donde lamentable y paradójicamente no se pone en práctica los principios pedagógicos de la escuela activa.

Ello se debe a un grave defecto en la formación del maestro: no saber utilizar adecuadamente el material de enseñanza. Ya lo dijo Cossío (1906) en su conferencia: *El Maestro, la Escuela y el Material de Enseñanza*.

«No es lo urgente comprar aparatos para nuestras escuelas, sino poner a todos nuestros maestros en situación de manejarlos con una educación sobria, pero verdadera, práctica, realista, en vez del ridículo aprendizaje de la física, de la química y de las ciencias naturales, verbal y de memoria» (p. 262).

Valls (1930), como inspector comprobó que casi todos los materiales de laboratorio que la Dirección General de Primera Enseñanza envió a los centros, en una ciega política de reparto a voleo administrativo, estaban «convenientemente almacenados» (p. 168).

Y se preguntó:

«¿Tuvo en cuenta la Dirección General del ramo si el maestro era persona diestra en el manejo de aquel material? ¿Hizo algo por enterarse de la eficacia del mismo? ¿Cómo no procuró enseñar a usarlo antes de poner en manos inexpertas un material que ya podía presumir que no se iba a utilizar?. Y aún utilizándolo, ¿tenía la actitud de la citada Dirección un sentido pedagógico, una orientación científica que, sirviendo de modelo, fuera ejemplar? Nada de esto hizo la Dirección, con escándalo de los buenos maestros» (p. 168).

Al parecer, en esta época muy pocas cátedras de ciencias en las escuelas normales aportaban este tipo de formación a los maestros. Una de las excepciones sobresalientes fue como hemos mencionado anteriormente, los cursos de Física y Química de Edmundo Lozano, donde recibió formación Valls. Lozano, junto con el Profesor Modesto Bargalló, fueron de los pocos que pudieron sembrar a través de sus discípulos una enseñanza viva y activa de la física y química en la escuela. Pero recordemos que esto fue la excepción y no la regla.

En este sentido, Vicente Valls quiso seguir el camino marcado por su maestro y dedicó gran parte de sus esfuerzos a llevar la difusión del buen sentido en el uso del material de laboratorio en la escuela. Sus múltiples conferencias, artículos y libros son prueba de ello.

Entre sus libros destacamos: *El Material Escolar*, *Metodología de las Ciencias Físicas* y *La Enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Escuela Primaria*. Este último, quiso ser el complemento de la conocida obra de Lozano: *La Enseñanza de las Ciencias Físico-químicas*. El libro de Valls contiene prácticas elementales de botánica, zoología y fisiología. En todos los casos vienen indicaciones acerca del material, dispositivos y manera de construirlos, excursiones y conservación de los seres vivos. Los programas y las prácticas se disponen en tres cursos y en cada uno de ellos según el orden de la evolución de las estaciones.

Rosa Sensat y Vila (1873-1961) y su propuesta didáctica

Estudió en la Escuela Normal Central. Fue Maestra y Directora Fundadora de la Escuela de Bosque en Montjuich (Barcelona). Visitó muchísimas

Ciudades Europeas a fin de estudiar diversos aspectos sobre la organización y manera de trabajar en las escuelas, sobre todo en lo relacionado con la enseñanza de las Ciencias Naturales. Entre ellas cabe citar algunas: como las escuelas primarias y normales de Alemania (Berlín, Dresde, Leipzig, Colonia), Francia (París, Estrasburgo Lyon), Suiza (Ginebra, Lausanne) y Bélgica (Bruselas. Amberes, Gante, Brujas y Lieja). Su obra *Hacia Una Nueva Escuela* es un compendio de sus estudios y experiencias durante sus años de formación.

Para la profesora Sensat (1933) uno de los grandes errores, por parte del maestro, fue considerar:

«el vasto contenido de estas ciencias con todas sus divisiones (fisiología, botánica, zoología, geología, mineralogía, física, química) creyendo que habían de ser recorridas teniendo en cuenta estas clasificaciones sistemáticas y el orden científico que cada rama tiene establecido, cuando esto no sólo no sería posible por falta de tiempo, sino que sería inconveniente e impropio en las primeras iniciaciones de la ciencia, ya que el fenómeno natural se presenta en el niño de una manera global, en el conjunto de todos sus modos de ser, físico, químico, biológico, pues se ha de tener en cuenta que estos diversos aspectos sólo están separados por un fenómeno de abstracción que ha sido el resultado de la obra de muchos años» (p. 392).

En sus trabajos concedió una extraordinaria importancia al hecho de partir de las preocupaciones e ideas de los alumnos y no del frío programa del libro de texto.

«Situémonos en la escuela. Estamos en enero. El invierno es excepcionalmente frío este año en Barcelona. Todo el mundo habla del frío. Los periódicos reservan grandes espacios en sus columnas para comentar los rigores de la estación... Las niñas vienen a la escuela haciéndose eco de todos estos comentarios. Cada una cuenta su anécdota... Por el camino hemos encontrado todas las plantas cubiertas de escarcha. Ya en la escuela nos detenemos a contemplar las cumbres del Montseny lejano, que aparecen cubiertas de un manto... Como es natural, hay que hacerse cargo de todos estos fenómenos observando, experimentando, poniendo orden en la conversación, rectificando errores de concepto, actuando. Se impone como una necesidad y éste es el momento de adoptar como plan de trabajo «el frío y el calor»... No sería factible ocuparnos de otra cosa en estos instantes sin violentar el espíritu de las niñas. Lo que no podemos fijar es la extensión ni las incidencias del asunto. Estas irán surgiendo de los hechos de la conversación, del influjo mutuo del pensar de maestras y niñas... Esperemos, pues, y dejemos la iniciación a las espontáneas manifestaciones de las últimas.... La clase se desliza en un continuo y múltiple interrogatorio al que las más de las veces, invitadas a la reflexión, pueden las niñas mismas contestar» (Sensat, 1929, pp. 440-442).

Otra preocupación didáctica muy característica de Sensat (1930), fue la de resaltar la belleza de los procesos naturales y tratar de que los alumnos comprendieran las realidades del mundo tan interesantes y sugestivas como el un «maravilloso de los cuentos de hadas» (p. 199).

«Con plantas en la mano hemos conversado con un grupo de pequeñas (segundo grado) de las partes de una planta desde el punto de vista de sus funciones. Primero, de sus raíces y la manera de apoderarse de los jugos de la tierra; después, del tallo y la circulación de la savia; luego, de la función de respiración de las hojas, indicando también de un modo sencillo el proceso de elaboración. Al hablar de esto y recordar que las plantas producen harinas, azúcares, gomas, maderas y otras sustancias, decimos que trabajan como todo ser vivo en el mundo, y entonces contesta una pequeña: «Deben trabajar para los hijos.» Una carcajada estalla, estimadas estas palabras como un despropósito por las niñas. Yo misma quedo un momento perpleja reflexionando sobre la frase de la pobre criatura que no ha hecho más que repetir ante la sugestión de esta palabra inductora trabajar lo que debe oír a sus padres constantemente: «Hemos de trabajar para los hijos.» Pero sin saberlo ella ha dicho una gran verdad; tiene razón y yo se la doy completa. Claro que todo el trabajo de elaboración o gran parte de él es para llegar a la formación del fruto con sus semillas, que son los hijos de la planta. Y preguntó: ¿Pero dónde están los hijos de esta mata que tengo en la mano? Una niña se acerca y dice: «Yo lo sé», y uniendo la acción a la palabra coge un fruto de ella que es balsamina; lo aprieta y las semillas se esparcen por la presión de los carpelos que se han arrollado en espiral. ¡Ah, éstos son los hijos de la planta. De estas semillas, caldas en la tierra, nacerán en su tiempo las nuevas plantas semejantes en un todo a ésta que les ha dado origen» (pp. 199-201).

Algunas de las propuestas didácticas de Sensat fueron una combinación de la enseñanza doméstica de las niñas con las Ciencias Naturales.

Pese a la existencia de interesantes propuestas y ensayos innovadores para la enseñanza de las ciencias que hemos esbozados en este artículo, lo cierto es que la realidad general de la enseñanza en las aulas fue bien diferente. Al finalizar el primer tercio del siglo Sensat (1933) caracteriza la enseñanza de esta materia con las siguientes palabras:

«en muchas de las escuelas todavía, los prejuicios, la influencia del libro de texto, la falta de orientación, reducen esta enseñanza a una simple enumeración de caracteres, a una nomenclatura seca y árida, a una sistematización impropia de la edad e interés del niño y coleccionismo de vitrina que aleja del espíritu toda idea de dinamismo y vida y es contrario al intento de crear el afán de la investigación personal con la observación directa de la naturaleza y la apreciación de las causas determinantes de los hechos observados» (p. 391).

Otros autores

Por no hacer demasiado extenso este estudio, forzosamente hemos tenido que prescindir de algunos otros autores españoles. Si bien, la mayoría de ellos no dejaron constancia de una producción didáctica tan cuantiosa como los que hemos comentado, lo cierto es que algunos de ellos merecen una atención especial por lo que reservamos su estudio para futuros trabajos. De momento, basta con citar a Dolores Cebrián, Clementina Rangel, y Gerardo Rodríguez.

Finalmente, y aunque no ejercieron en España, no quisiéramos concluir este artículo sin antes hacer mención a algunos autores extranjeros cuyo pensamiento pedagógico llegó a nuestro país a través de las revistas pedagógicas que hemos revisado. Sus propuestas, seguramente, constituyeron un punto de referencia del que, al menos en parte, tomarían nota algunos de los autores españoles. Así destacamos a H. Gilbault (Francia), Carlos H. Valdés Miranda (Cuba), Gutenberg C. Lagos (Chile), Ernestina A. López (Argentina).

Reflexiones finales

El análisis de la revisión bibliográfica nos muestra cómo durante el primer tercio de este siglo, existía una gran inquietud por parte de un amplio grupo de profesores, trabajando desde diversas instituciones, por introducir y asegurar una enseñanza fructífera de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales desde su inicio en la escuela primaria.

La mayoría de los autores seleccionados inciden de una forma generalizada en principios didácticos como: aprender a aprender, la metodología de aprendizaje basado en la observación y experimentación, partir de los intereses e ideas previas del niño, el aprendizaje globalizado en forma de «Ciencias de la Naturaleza», la adecuación de la enseñanza al grado de desarrollo del alumno, la necesidad de una sólida formación inicial y permanente del profesorado, principios coincidentes con los presentados en la actual reforma de la enseñanza.

Por otro lado muchas de sus críticas —centradas en la metodología excesivamente verbal, memorística y «libresca» con que se desarrolló la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria de aquella época, son, en nuestra opinión, y pese al tiempo transcurrido, algunos de los problemas no resueltos en la enseñanza obligatoria de hoy en día.

Todo ello nos hace pensar, ¿hasta qué punto ha evolucionado, la enseñanza de las Ciencias Físicas Químicas y Naturales en la escuela primaria, desde principios de este siglo? En lo que se refiere a los recursos tecnológicos y económicos, como a otras características socioculturales, sería absurdo negar los impresionantes cambios que ha experimentado la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria. Sin embargo, en lo referente a cuestiones de fondo, como los principios didácticos anteriormente aludidos, nos sorprende, y muy gratamente por cierto, el constatar la actualidad de muchas de las propuestas y críticas de los autores del primer tercio del siglo xx que hemos estudiado en este trabajo. Por lo que dichos autores bien pueden ser considerados actualmente como innovadores y muy significativos en el campo de la didáctica de las ciencias en nuestro país.

Bibliografía

- Bargalló, M. (1922). Las ciencias naturales y su enseñanza *Revista de Pedagogía*, I-1.
- Bargalló, M. (1923). Cómo se enseñan las ciencias fisicoquímicas. *Revista de Pedagogía*, II-17.
- Bargalló, M. (1927). El cuestionario para las oposiciones a escuelas: Física y Química. *Revista de Pedagogía*, VI-67.
- Boletín de la Institución Libre de Enseñanza. (1919). Edmundo Lozano, LXVIII-712.
- Cebrián, D. (1925). El jardín botánico de una escuela Inglesa. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, XLIX.
- Comas, M. (1926). La enseñanza de las ciencias físico-naturales en Francia. *Revista de Pedagogía*, V-58.
- Comas, M. (1927). La enseñanza de las ciencias. *Revista de Pedagogía*, VI-68.
- Cossío (1915). La enseñanza primaria en España. Madrid: R. Rojas.
- Cossío (1906). El maestro, la escuela y el material de enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, tomo XXX.
- Gilbault, H. (1905). La enseñanza de las ciencias en la escuela primaria. *La Escuela Moderna*, N° 176.
- Lagos, G. (1923) Organización moderna de la enseñanza de la física y química. *La Escuela Moderna*, XXXIII-383.
- Lagos, G. (1923). Organización moderna de la enseñanza de la física y química. *La Escuela Moderna*, XXXIII-386.
- López, E. (1906). El estudio de la naturaleza en las escuelas primarias americanas. *La Escuela Moderna*, 180.
- López, E. (1906). El estudio de la naturaleza en las escuelas primarias americanas. *La Escuela Moderna*, 181.
- Lozano, E. (1912). Pedagogía de las ciencias físico-químicas. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, T.XXXVI.
- Lozano, E. (1913). *La Química en la Escuela Primaria*. Madrid: Museo Pedagógico Nacional
- Lozano, E. (1923). *La Enseñanza de las Ciencias Físico-Químicas y Naturales*. Madrid: La Lectura
- Ontañón, J. (1929). Edmundo Lozano. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, LIII.
- Pozo Andrés, M.M. Segura Redondo, M. Rodríguez Torre. (1986) *Guadalajara en la Historia del Magisterio Español 1839-1939*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá de Henares.
- Rangel, C. (1907). Enseñanza de la Historia Natural. *La Escuela Moderna*, 191.
- Rioja, E. (1923). *Como se enseña las Ciencias Naturales*. Madrid: Revista de Pedagogía.
- Rioja E. (1925). El cuestionario para las oposiciones a escuelas: Ciencias naturales. *Revista de Pedagogía*, IV-45.
- Rioja, E. (1928-a). Las Ciencias Naturales en la escuela. *La Escuela Moderna*, XXX-VIII-439.
- Rioja, E. (1928-b). El coleccionismo y la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Pedagogía*, VII-75.
- Rioja, E. (1933). *El Libro de la Vida (Lecturas Científico-naturales)*. Barcelona: Seix-Barral.

- Rodríguez, G. (1923). La iniciación del niño en Anatomía Fisiología e Higiene. *La Escuela Moderna*, XXXIII-376.
- Rodríguez, G. (1923). La iniciación del niño en Física, Química e Historia Natural. *La Escuela Moderna*, XXXIII-378.
- Sanfiz, A. (1919). Sobre la metodología del Profesor D. Edmundo Lozano. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, LXIII-712.
- Sensat, R. (1929). Lecciones de ciencias en relación con la vida diaria. *Revista de Pedagogía*, VIII-94.
- Sensat, R. (1930). Momentos escolares. *Revista de Pedagogía*, IX-101.
- Sensat, R. (1933). Los estudios de la naturaleza en la escuela. *Revista de Pedagogía*, XII-141.
- Valdés, C. (1917) La metodología de los estudios de la naturaleza. *La Escuela Moderna*.
- Valls, V. (1930). El material y la enseñanza de las ciencias físico-naturales en la escuela activa. *Revista de Pedagogía*, IX-100.