

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA Y SU RELACIÓN CON LOS PLANTEAMIENTOS DE COMIENZOS DEL SIGLO XX

Natividad Araque Hontangas

Resumen

Este artículo intenta poner de relieve que la didáctica de las ciencias en la enseñanza primaria, a partir de la entrada en vigor de la LOGSE y hasta nuestros días, guarda una estrecha relación con los planteamientos pedagógicos de varios profesores de Escuelas Normales, en su mayoría, vinculados a la Institución Libre de Enseñanza a comienzos del siglo XX. El método de enseñanza que se desarrolla en este artículo engloba tres modelos, que Aurelio Usón Jaeger califica como: activa, paidocéntrica y vitalista. La enseñanza activa, caracterizada por una metodología que se basa en la participación eficaz y en el desarrollo constante del alumno, con la cual éstos aprenden a medida que van haciendo, siendo especialmente importante la observación de los seres y procesos naturales "invivo", y la experimentación mediante la realización de diversas y sencillas experiencias. La enseñanza paidocéntrica, en la que los contenidos científicos están más en sintonía con los intereses del niño, su capacidad intelectual y su particular forma de percibir la naturaleza. Por último, la enseñanza vitalista se centra en inculcar unos valores educativos múltiples, que sean preparatorios y, a su vez, útiles para los niños en su vida ulterior y en su más amplio sentido, como sería la adquisición del hábito de indagación científica (Usón, 2003, p.100).

La evolución legislativa de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria

La primera Ley que estableció la enseñanza de las Ciencias Físicas, Químicas y Naturales fue la de Instrucción Pública del Marqués de Someruelos, el 21 de julio de 1838, que dividía la enseñanza primaria en elemental y superior. Concretamente, se introdujo la asignatura *Nociones Generales de Física* en el grado superior.

La Ley de Instrucción Pública de 1857, conocida como Ley Moyano, mantuvo la estructura de la Ley anterior, aunque completando los contenidos. De manera que en el grado superior se introdujo la

asignatura *Nociones generales de Física y de Historia Natural Acomodadas a las necesidades más comunes de la vida*, mediante la cual se intentaba dar unos conocimientos más amplios sobre las ciencias de la naturaleza, aunque esta asignatura sólo se contemplaba para los niños, porque para las niñas se introdujo la asignatura *Elementos de Dibujo Aplicado a las Labores y Ligeras Nociones de Higiene Doméstica*.

La enseñanza de las Ciencias Físicas, Químicas y Naturales comenzó a considerarse como algo fundamental en todos los niveles de la enseñanza primaria y para un alumnado de ambos sexos, con la materialización del Plan de estudios del Conde de Romanones de 1901, mediante el Real Decreto de 26 de octubre de 1901, que contenía la asignatura *Nociones de Ciencias Físicas, Químicas y Naturales* en los tres grados de la enseñanza primaria: elemental, medio y superior. Sin embargo, todas estas realizaciones quedaron postergadas con la Ley de Primaria de 1945, cuyo ideario basado en el nacional-catolicismo, relegó la enseñanza de las Ciencias Naturales a un segundo plano, concretamente la calificó como materia complementaria, considerando preferentes otro tipo de asignaturas a las que se denominaron “formativas”, como eran: Religión, Formación del Espíritu Nacional –que incluía Geografía e Historia-, Lengua nacional, Matemáticas y Educación Física.

La Ley General de Ecuación de 1970 introdujo, dentro de la primera etapa de la Educación General Básica, la asignatura *Conocimiento del mundo físico*, en un intento de modernizar la enseñanza y ponerla al nivel europeo, cambiando el enfoque de las materias tradicionales e incorporando principios como la globalización y la interdisciplinariedad. Con la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo, conocida como LOGSE, de 1990, no se introdujeron grandes cambios en cuanto a las materias a impartir, a excepción de que se introdujo el idioma extranjero a partir del segundo ciclo y ratificaba el derecho al estudio de la lengua vernácula propia de cada Comunidad Autónoma. En este caso, la asignatura *Conocimiento del medio natural social y cultural* engloba varios componentes que no son meramente científicos, aunque lo más importante es que se introducen unos planteamientos metodológicos similares a los establecidos por la Institución Libre de Enseñanza, basados en el aprendizaje constructivista.

Actualmente, la Ley Orgánica de Educación del 2006, mantiene sustancialmente la estructura de la enseñanza primaria según estableció la LOGSE, configurada como un nivel educativo que dura seis cursos académicos, divididos en tres ciclos de dos cursos cada uno. Las novedades más notables que introduce la LOE son: la definición de las competencias que deberá desarrollar el alumnado y alcanzar en la ESO, que pasan a formar parte de las enseñanzas

mínimas y del currículo escolar; la evaluación de diagnóstico de las competencias básicas; la voluntariedad de la asignatura de Religión y la introducción de una nueva asignatura de *Educación para la ciudadanía y los derechos humanos*, que se impartirá en uno de los dos cursos del tercer ciclo, conteniendo tres bloques temáticos sobre: 1) los individuos y las relaciones interpersonales y sociales, 2) la vida en comunidad y 3) vivir en sociedad, y en la que se presta especial atención a la igualdad de derechos y deberes entre hombres y mujeres. La asignatura "área" *Conocimiento del medio natural, social y cultural* se imparte en todos los ciclos.

La valoración de los conocimientos previos del alumnado

La LOGSE y la LOE parten de la idea de que el mejor método a seguir, en la enseñanza de las Ciencias Naturales, es a través de un aprendizaje constructivista, de forma que se valoren los conocimientos previos de los alumnos, que en la escuela primaria son bastante escasos, por lo general. Es evidente, que el medio socio-natural que envuelve la vida de los niños, desde su nacimiento, les proporciona un cúmulo de experiencias e ideas sobre algunos fenómenos atmosféricos, las plantas, los animales y su propio cuerpo, que les servirán como base para ir incorporando nuevos aprendizajes y experiencias (Pujol, 2003).

Sin embargo, esta metodología no es algo nuevo e innovador, sino que algunos autores ya planteaban durante los primeros años del siglo XX, la necesidad de seguir un aprendizaje constructivista, como fue el caso de Rosa Sensat y Vila (1873-1961), que fue maestra y directora fundadora de la Escuela de Bosque en Montjuich (Barcelona). Esta profesora se mostraba contraria con el encorsetamiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales basado en grandes contenidos estructurados en el libro de texto, para los que no había suficiente tiempo en la escuela y, además, porque el fenómeno natural se presentaba en el niño de manera global, en el conjunto de todos sus modos de ser, físico, químico, biológico, puesto que todos esos aspectos sólo estaban separados por la abstracción que había sido el desarrollo de muchos años.

En los trabajos de Rosa Sensat se reflejaba la gran importancia que concedía a la necesidad de partir de la experiencia y de las preocupaciones del alumnado y no del programa del libro de texto. En este aspecto, era partidaria de enseñar teniendo en cuenta los conocimientos previos del alumnado, relativos a lo que había oído o leído, incluso de lo que habían observado en su contacto con la naturaleza, de tal manera que en la escuela se enseñase partiendo de la observación, la experimentación, la conversación entre el alumnado y el profesorado, con objeto de rectificar errores de concepto y actuar al respecto (Sensat, 1929, pp.440-442).

La interpretación de la realidad, a partir de las propias hipótesis y teorías previas del alumnado, estará en consonancia con sus propias normas de lógica interna y el nivel de desarrollo de sus estructuras cognitivas, pero son concepciones de carácter implícito, que aparecen como "teorías de acción", porque no pueden ser verbalizadas por los niños (Coll, 1990). Estos aspectos debemos tenerlos en cuenta los profesores para diseñar actividades que permitan a los alumnos cuestionar sus ideas, contrastarlas y avanzar hacia conceptos y esquemas más elaborados, que representen una superación de sus errores conceptuales previos.

La importancia de la motivación y la experimentación

Edmundo Lozano Cuevas (1856-1919) fue un profesor vinculado a la Institución Libre de Enseñanza que realizó una propuesta didáctica en consonancia con los actuales criterios metodológicos de la enseñanza de las ciencias. En este sentido, consideraba que no era suficiente la mera adquisición de conocimientos, sino la formación del hábito científico "el cultivo de un método y de una orientación del pensamiento", de manera que la metodología se basaba en el trabajo personal del alumnado, realizando experimentos encomendados por el profesorado y la construcción del propio material en el laboratorio. Estos criterios aparecieron publicados en múltiples artículos del *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza* en los que se hacía alusión al modelo de docencia del mencionado profesor, basados en la conversación con sus alumnos y en el trabajo individual fundamentado en la búsqueda de soluciones por parte del alumnado, que sólo recibía algunas orientaciones del profesor, convirtiéndose en artífices de su propio aprendizaje "aprender a aprender" (*Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 1919, p. 193).

La legislación actual considera que los niños que acceden a la enseñanza primaria tienen bagajes muy diferentes, la pertenencia a ámbitos rurales o urbanos, el entorno o contexto sociocultural. También los ritmos y condiciones personales son diversos, de manera que la evolución de los esquemas de conocimiento y procesos de desarrollo y aprendizaje son distintos. Por esos motivos, los maestros deben buscar estrategias didácticas distintas que faciliten el aprendizaje. Junto a la programación de actividades de distintos tipos, que puedan servir para todo el alumnado, se deben intentar otras fórmulas, como son: agrupamientos flexibles de los alumnos, organización y aprovechamiento adecuados de espacios y búsqueda, y utilización de materiales diversos. Es evidente, que la enseñanza de las ciencias aporta una vertiente integradora para el alumnado de distintas culturas, de tal manera que algunos autores, como es el caso de Alicia Benarroch, han encontrado puntos de conexión entre interculturalidad y enseñanza de las ciencias (Benarroch, 2001, pp.9-23).

La organización del aula debe favorecer, tanto el trabajo en grupo como el individual y el de gran grupo, sobre todo para incentivar la realización de actividades como la experimentación, los debates, las exposiciones de trabajos, la asamblea o la recogida de información (Weissman, 1993). Los diversos materiales deben tener una adecuada organización y estar ubicados en un lugar idóneo, que fomente el clima de libertad y respeto. También es muy importante establecer horarios y periodos de trabajo de manera flexible, que permitan desarrollar actividades, sin interrupciones, que impidan un adecuado aprendizaje.

Con independencia de que en el aula exista diversidad en el alumnado, siempre se debe utilizar la motivación como el medio más propicio para favorecer el aprendizaje, adecuando los nuevos aprendizajes a las posibilidades reales de cada alumno. En este sentido, se deben utilizar nuevos contenidos, que tengan un nivel de complejidad que despierte el interés del alumnado, y puedan ser relacionados significativamente con los que ya posee. Se trata de promover una actitud favorable al aprendizaje mediante la activación de la curiosidad de los niños, y estimulando la búsqueda de medios para resolver los problemas planteados. La motivación y el interés deberán mantenerse, adecuando los nuevos aprendizajes a las posibilidades reales de cada alumno, y haciendo del aprendizaje un acto divertido, asimilable al juego. Los maestros debemos tomar, como punto de partida, las experiencias vivenciales del niño en su entorno más próximo, abordando el planteamiento y resolución de problemas reales, como el cuidado de la salud, la defensa y conservación del medio ambiente, los hábitos de cuidado, limpieza y salud corporal, implicación en los grupos de pertenencia y el fomento de las relaciones con los demás.

Modesto Bargalló Ardevol, profesor de la Escuela Normal de Guadalajara, pensaba que la observación era el primer paso para que el alumnado aprendiese Ciencias Naturales, pasando del estudio de lo general a lo particular (Bargalló, 1922, p. 7). Además, pensaba que el maestro debía fomentar el hábito de la investigación, hasta el punto de que creó un taller junto a su laboratorio, con la intención de que el alumnado de primaria construyese sus propios materiales (Valls, 1930, p.169).

En la actualidad, se siguen esos criterios de Bargalló, hasta el punto de que se incide en la necesidad de que los materiales que deben utilizarse en las experiencias deben ser sencillos y de uso cotidiano, evitando una dependencia excesiva del material de laboratorio, de manera que se favorezcan las destrezas manuales, las técnicas y habilidades científicas. Por último, el alumnado deberá estar capacitado para elaborar las conclusiones de su trabajo, que también le servirán de reflexión para valorar sus progresos. En este aspecto,

hay que señalar las propuestas de enseñanza de las plantas que realizó Rosa Sensat, simplemente utilizando unas semillas para explicar cómo se reproducían (Sensat, 1930, pp.199-201).

La programación y evaluación de la enseñanza-aprendizaje

Durante los primeros años del siglo XX, algunos autores eran partidarios no sólo de enseñar contenidos, sino de realizar procedimientos experimentales. En este aspecto, la profesora Margarita Comas afirmaba que el maestro no debía preocuparse por la cantidad de los conocimientos ni de sus aplicaciones, porque no se trataba de formar sabios, sino hombres, despertando su curiosidad e inculcando el hábito de investigar (Comas, 1927, pp.359-362). Evidentemente, esta teoría es un antecedente de la estructura del proceso de enseñanza y aprendizaje que se desarrolla a partir de la LOGSE, basada en la enseñanza conceptual, procedimental y actitudinal.

En la actualidad, se considera que la programación es un instrumento fundamental para el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje, por este motivo se deben fijar objetivos lógicos y razonablemente realizables, en función de los conocimientos previos y del desarrollo cognitivo de los alumnos (Bernal, 2001). En el currículo oficial los contenidos del proceso de enseñanza y aprendizaje se han estructurado en tres tipos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Estos contenidos deben trabajarse conjuntamente, porque no tiene sentido programar actividades de enseñanza y de evaluación para cada uno. En el área de Conocimiento del Medio natural, social y cultural, se producen cantidad de aprendizajes que no suponen la adquisición de conceptos acabados, porque es necesario ir completando el aprendizaje de manera paulatina, como es el caso de los conceptos temporales y, sobre el espacio, los va construyendo poco a poco mediante aproximaciones sucesivas, para lo cual sería necesario una aproximación sistemática mediante la realización de experiencias y experimentos sencillos. La escuela primaria, mediante la enseñanza de contenidos conceptuales, no pretende lograr cambios conceptuales profundos, pero sí enriquecer los esquemas del conocimiento de los alumnos en una dirección coherente con la científica. En este sentido, intentaremos que el niño aprenda un vocabulario sencillo sobre los utensilios, sustancias y procedimientos utilizados en el laboratorio de ciencias.

La inclusión en cada campo disciplinar de la enseñanza de hechos, conceptos, generalizaciones o teorías, procedimientos y actitudes, o valores, significa un avance respecto de concepciones que limitan el aprendizaje a la enseñanza de conceptos. Por ello, es necesario avanzar en la investigación acerca de cómo se aprenden y cuáles podrían ser las estrategias de enseñanza más adecuadas para el

aprendizaje de procedimientos y actitudes. En este sentido, también es necesario entender que de la naturaleza propia de los contenidos conceptuales no se deriva unívocamente el aprendizaje de algún tipo de procedimiento o actitud. Por ejemplo: el alumno deberá aprender la relación que existe entre la temperatura y el cambio de estado, sin que esto implique que deba aprender a volcar datos en un gráfico e interpretarlos, por este motivo es muy conveniente que en primaria se utilice el juego como un medio fundamental en el aprendizaje de los contenidos (Dumrauf y Espinola, 2002, pp.116-120).

La consolidación de los procedimientos, no sólo como contenido, sino como vía de acceso a la conceptualización de la realidad. Esto supone que antes de utilizar un procedimiento determinado para el estudio de un aspecto concreto, es necesario que sea objeto de estudio el propio procedimiento. No se trata de un estudio de técnicas vacío de contenido conceptual, procedimental o actitudinal, sino de poner énfasis en determinados momentos en el procedimiento mismo (Perales, 2000, p.167). Por ejemplo, cuando se pide la utilización de fechas, sin haber trabajado previamente la representación temporal de la sucesión en la línea del tiempo, o con la petición a los alumnos de la realización de un trabajo sobre un tema determinado, sin haber visto anteriormente los pasos que deberían darse para su elaboración.

Los contenidos actitudinales, aunque se han utilizado siempre en la escuela, son novedosos en el modelo curricular, que los ha adoptado de forma explícita, e incluyéndolas como contenidos para trabajar durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Resulta muy necesario que los maestros seamos conscientes de su importancia como contenidos de aprendizaje propiamente dichos, que deben programarse, planificar actividades para trabajarlos y diseñar las situaciones y técnicas que faciliten su evaluación, además de la importancia que tienen para la adquisición de otros contenidos de tipo conceptual o procedimental, como es el caso de la sensibilidad y gusto por la precisión en la recogida; la elaboración y presentación de la información; la sensibilidad por la precisión y el rigor. Estas actitudes, además del valor que pueden tener por sí mismas, son necesarias para tratar las descripciones, las clasificaciones del paisaje o los estudios comparativos. Los contenidos también tienen que orientarse al fomento de valores en los alumnos, tales como: solidaridad, tolerancia, respeto, etc.

La actitud de los maestros ante la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

Rosa Sensat, en 1933, se hacía eco de las deficiencias que existían en algunas escuelas de la época respecto a la enseñanza de las Ciencias Naturales, basadas en los prejuicios, la influencia del libro de texto, la

falta de orientación, que limitaban esta enseñanza a una simple enumeración de caracteres, a una nomenclatura árida y a una sistematización que era impropia de la edad de los niños/as. Esta profesora se mostraba contraria con el coleccionismo de vitrina que alejaba al alumnado del dinamismo y de la observación de los fenómenos cotidianos, cercenando el interés por la investigación personal con la observación directa de la naturaleza y “la apreciación de las causas determinantes de los hechos observados” (Sensat, 1933, p. 391).

En aquella época, las deficiencias de los maestros en la enseñanza de las Ciencias Naturales eran muy importantes, hasta el punto de que el profesor Blas Lázaro y otros miembros de la Sociedad Española de Historia Natural realizaron una propuesta sobre las medidas que se debían adoptar para mejorar la formación del magisterio (Rangel, 1907, p.91), algunas de ellas eran:

- La redacción de manuales breves dedicados al magisterio con las nociones más importantes, actualizados según el estado de la ciencia en ese momento.
- El establecimiento de lecciones prácticas desarrolladas por personas de reconocida competencia.
- El establecimiento de misiones científicas, que visitasen las diferentes comarcas; alejadas de las capitales, para divulgar 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 de los ejercicios de oposición a escuelas públicas.

La falta de preparación de los maestros durante los primeros años del siglo XX, también fue puesta de manifiesto por Margarita Comas Camps (1897-1972), profesora de la Escuela Normal de Maestros de Santander, al afirmar que la enseñanza de las ciencias físico-naturales no había pasado de una mera fórmula, como era la explicación o lectura en el libro de texto, por la falta de preparación de los maestros (Comas, 1927, p.357). Evidentemente, esta profesora estaba en contra de la antigua escuela memorística y pasiva que era incompatible con una educación eficaz.

En la actualidad, la anómala utilización de los distintos tipos de contenidos en el proceso de aprendizaje, por parte de los maestros, puede fundamentarse en las deficiencias siguientes:

- Una concepción ambigua acerca de lo que constituyen los contenidos escolares y el desconocimiento respecto de qué estrategias de enseñanza podrían ser las más adecuadas para favorecer el aprendizaje de cada tipo de contenido.
- Una deficiente formación científica, que se remonta a las características de la formación inicial.

- La confusión entre conocimiento científico y contenido de la ciencia escolar.
- La idea de que el rol docente implica "facilitar" experiencias de aprendizaje y no un compromiso responsable de "enseñar" contenidos escolares, confundiendo la idea de enseñar con la de utilizar un modelo de enseñanza "tradicional", transmitivo o repetitivo, que fomenta el aprendizaje de la memoria.
- Creer que respetar los intereses de los alumnos implica "esperar" que ellos expliciten lo que desean conocer.
- Una concepción de ciencia entendida como un conjunto acabado y estático de verdades definitivas.
- Modos de intervención educativa, que confunden la realización de actividades con la adquisición de contenidos por parte de los alumnos, que se adhieren a enfoques empírico-inductivos o transmisivos.
- El hecho de identificar la actividad con la de un hacer "efectivo", manipulativo.

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

La evaluación del alumnado estaba concebida por Rosa Sensat, Margarita Comas y Bargalló, entre otros, como un proceso continuo a lo largo del curso académico. Estos mismos planteamientos se siguen actualmente, como una forma de aplicar la evaluación continua durante la etapa, que integraría varios tipos de evaluación: inicial, formativa y sumativa.

La evaluación inicial permite conocer los conocimientos previos que los alumnos poseen en relación a la nueva situación de aprendizaje. La evaluación formativa hace referencia al seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje, y nos proporciona información sobre los logros y dificultades, orientando posibles tomas de decisión en cuanto a continuar con la programación o realizar algunos cambios.

La evaluación sumativa se fundamenta en la recogida de información al finalizar el proceso de una unidad didáctica, ciclo o etapa, y proporciona los datos para determinar el grado con que se han alcanzado los aprendizajes expresados en los objetivos propuestos. Cada tipo de prueba e instrumento de evaluación valora alguna capacidad y tipo de contenido. Lo interesante es utilizarlos bien, y ser conscientes de para qué son útiles. Uno de los objetivos fundamentales que deberemos evaluar, en relación con el alumnado, es que haya aprendido a leer, a escribir ciencias de manera correcta, y a memorizar conceptos que le servirán de base para desarrollar nuevos aprendizajes más complejos en el futuro (Caballer y Serra, 2001, pp. 99-109).

Es conveniente utilizar diversos instrumentos de evaluación, de forma que permitan recoger diferentes matices y discriminar, en la medida de lo posible, dónde están las dificultades. Normalmente, cada situación permite evaluar unos aspectos o contenidos. Algunas de las técnicas más idóneas que se pueden utilizar en la evaluación son: la observación sistemática, la revisión de trabajos, el diálogo y la entrevista personal, las pruebas específicas -pruebas objetivas, pruebas de interpretación de datos, y pruebas basadas en la exposición de un tema-, la autoevaluación del alumnado y la autoevaluación del profesor.

A modo de conclusión

La didáctica en la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación primaria se desarrolla actualmente, después de la promulgación de la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) y de la Ley Orgánica de Educación (LOE), en base a un modelo constructivista, en el que cobran especial relevancia los conocimientos previos del alumnado, y que se decanta por conceder prioridad a la experimentación y observación de los alumnos, alejándose de un sistema pasivo, basado en la utilización del libro de texto encorsetado en los planteamientos previos de los cuestionarios oficiales que se implantaron durante la época franquista.

En este artículo se pone de manifiesto que nos enfrentamos a problemas en la formación del profesorado, que, en su mayoría, son inherentes a otras épocas en las que los recursos didácticos y la formación del profesorado en ciencias naturales eran más deficitarios. Por otro lado, hemos vuelto a utilizar los planteamientos didácticos de comienzos del siglo XX, que fueron formulados por profesores relevantes, en sintonía con la Institución Libre de Enseñanza, que eran contrarios a la enseñanza pasiva basada en cuestionarios y libros de textos, y partidarios de una enseñanza activa basada en la experiencia previa del alumnado, en la que tenían cabida los talleres y los materiales elaborados por los propios alumnos, propugnando un modelo de enseñanza paidocéntrico, en el que el profesorado sólo intervenía como mero orientador, favoreciendo que el alumnado "aprendiese a aprender".

Bibliografía

- Bargalló, M. (1922). Las ciencias naturales y su enseñanza. *Revista de Pedagogía*, I, 1.
- Bargalló, M. (1927). El cuestionario para las oposiciones a escuelas: Física y Química. *Revista de Pedagogía*, VI, 67.
- Benarroch, A. (2001). Interculturalidad y enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 29, 9-23.

- Bernal, J.M. (2001). Los contenidos de ciencias en la enseñanza primaria. ¿Puede ayudar la historia del currículo en la toma de decisiones?. *Alambique*, 30, 111-119.
- Boletín de la Institución Libre de Enseñanza (1919). Edmundo Lozano, LXVIII, 712.
- Caballer, M.J. y Serrra, R. (2001). Aprender a leer y a escribir ciencias. *Alambique*, 30, 99-109.
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Buenos Aires: Paidós. En este libro se profundiza sobre la idea de que el aprendizaje escolar supone necesariamente la construcción de significados relativos al contenido del aprendizaje por parte del alumno.
- Comas, M. (1927). La enseñanza de las ciencias. *Revista de Pedagogía*, VI, 68.
- Dumrauf, A y Espinola, C. (2002). "El huevo loco": Instrucción a la metodología científica. *Alambique*, 34, 116-120.
- Perales Palacios, F.J. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales, teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil, p. 167.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Rangel, C. (1907). Enseñanza de la Historia Natural. *La Escuela Moderna*, 191.
- Rodríguez Machado, E. (2002). Internet como soporte didáctico para el aprendizaje. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología y Educación*. (8), 6, 65-73.
- Sensat, R. (1929). Lecciones de ciencias en relación con la vida diaria. *Revista de Pedagogía*, VIII, 94.
- Sensat, R. (1933). Los estudios de la naturaleza en la escuela. *Revista de Pedagogía*, XII, 141.
- Usón Jaeger, A.H. (2003). *Los principios didácticos innovadores para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria española, y su repercusión en los libros escolares*. Madrid: Universidad Complutense.
- Valls, V. (1930). El material y la enseñanza de las ciencias físico-naturales en la escuela activa. *Revista de Pedagogía*, IX, 100.
- Weissman, H. (comp.) (1993). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.