

**LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS
MEDIANTE LA INDAGACIÓN COMO FACTOR
DETERMINANTE EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS
APRENDIZAJES DE LOS ALUMNOS.
INQUIRY TEACHING AND LEARNING IN SCIENCE
EDUCATION AS A DETERMINING FACTOR IN THE
IMPROVEMENT OF STUDENTS COMPETENCE**

Rabadán Vergara, J.M.

*Profesor Asociado de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Cantabria y
Director del Centro de Profesorado de Santander.*

*Universidad de Cantabria. Facultad de Educación. Avda. de los Castros, s/n. 39005-Santander.
ESPAÑA*

rabadanjm@unican.es

Resumen

A lo largo de los últimos años se viene comprobando un desinterés de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias en todos los países de la Unión Europea. Ello incide en una escasa alfabetización científica de la población, con las repercusiones sociales que conlleva, y en un descenso del número de alumnos que realicen estudios de Ciencias y Matemáticas, lo que sin duda redundará en la futura capacidad investigadora europea. Aunque las causas tienen un origen complejo podemos señalar como las más relevantes la manera cómo se enseñan las ciencias, donde predominan los enfoques transmisivos, muy lejos de mostrar el trabajo que realizan de los científicos en sus estudios e investigaciones, y en la imagen de la naturaleza de la ciencia mostrada. Una forma de mejorar la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y secundaria es mediante la utilización de modelos investigativos, esto es, mediante la indagación. En esta comunicación se muestra la problemática; se explican las características de la indagación como una aproximación instruccional para el aprendizaje de contenidos científicos y conocimientos sobre epistemología y naturaleza de la ciencia, mostrando la correlación que tiene con los modelos investigativos; y se establecen las relaciones existentes entre la indagación y los estilos de aprendizaje.

Palabras clave: Educación Científica, Naturaleza de la Ciencia, Enseñanza y Aprendizaje por Indagación e Investigación. Estilos de Aprendizaje e Indagación.

Abstract

In the last years we have witnessed an evident lack of interest in science learning by students all over the European Union. As a clear consequence, there is scarce scientific literacy in the European population, with obvious social impact associated, together with a decreasing number of students taking part in Science and Mathematics studies. All this will clearly have a negative influence on future European research scope. In spite of the complex character of the origins of this situation, we can point out some of them: the way science is taught, with a predominance of transmissive approaches which are far away from showing the work produced by scientists in their studies and research and with consequences on the image of the nature of science pictured. One possible way to improve Primary and Secondary Education

science teaching is the use of research models, that is to say, using inquiry-based teaching. This paper tries to illustrate the problematic situation mentioned; to explain the basic features of inquiry-based teaching as an instructional approach for scientific content and learning about the nature of science, showing its relationship with research models; and to establish the existing links between inquiry and learning styles.

Key words: Scientific Education, Nature of Science, Inquiry and Research-Based Teaching and Learning, Inquiry and Learning Styles.

INTRODUCCIÓN

La educación científica se ha convertido en una exigencia y un factor esencial del desarrollo social y personal de la humanidad. Sin embargo, estas expectativas no se están cumpliendo y, sin pecar de ser alarmistas, estamos asistiendo a un fracaso generalizado en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y a un creciente rechazo de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias y por el interés de los estudios científicos. Hoy más que nunca es necesaria la alfabetización científica de la población desde dos perspectivas: la de poseer unos conocimientos básicos y esenciales que le ayuden a conocer, comprender el medio natural e interactuar en la sociedad tecnologizada en la que vivimos (alfabetización científica pragmática) y, por otro a participar en la toma de decisiones que le lleven a la intervención social ante las diferentes problemáticas ambientales y sociales que la humanidad padece hoy a favor de un mundo sostenible (alfabetización científica democrática).

DELIMITANDO EL PROBLEMA

Ante esta situación la Comisión Europea encargó a un grupo de expertos dirigidos por M. Rocard que investigaran las causas de la falta de interés de los jóvenes por los estudios científicos así como las posibles medidas a tomar. El informe conocido como Informe Rocard, *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe* (2007), indica que ese desinterés se debe, en gran medida, a la manera cómo se enseñan las ciencias en la Educación Primaria y Secundaria en Europa, predominando los modelos transmisivos, algorítmicos, analíticos... (*chalk and talk*), que muestran una imagen de la naturaleza de la ciencia que también incide en ese rechazo. Otros estudios e investigaciones (Abd El Khalick, 2004; Anderson, 2002; Gil, 1993; Rabadán, 1998) coinciden en el mismo diagnóstico e indican que a pesar de numerosos esfuerzos formativos, buena parte del profesorado sigue anclado en modelos tradicionales señalando la necesidad de avanzar hacia modelos investigativos. El Informe Rocard propone una reorientación de la pedagogía de la enseñanza de las ciencias introduciendo los modelos basados en la investigación o indagación (*Inquiry Based Science Education*).

Influencia de la Naturaleza de la Ciencia

Los estudiantes en sus procesos de aprendizaje adquieren conocimientos científicos y desarrollan competencias y destrezas científicas. Pero, aunque no de forma explícita, también adquieren conocimientos y destrezas sobre la epistemología de la ciencia y, en general, sobre la naturaleza de la ciencia (*Nature of Science -NOS-*). Y aquí también nos encontramos con otro problema y son las concepciones erróneas sobre la ciencia y la actividad científica que el profesorado, los libros de texto, etc. transmiten de forma explícita o implícita. Diferentes

investigaciones (Mc Comas, 1998; Fernández et al, 2002) muestran que la enseñanza de las ciencias transmiten visiones o concepciones de la ciencia negativas, distorsionadas, que se alejan de la forma en la que se construyen los conocimientos científicos y se realizan las investigaciones científicas. Estas concepciones de la ciencia también contribuyen al desinterés y rechazo de los alumnos hacia las ciencias siendo un obstáculo más en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Pero, ¿cuáles son las principales concepciones distorsionadas de la ciencia que tenemos y transmitimos? En primer lugar la transmisión de una *visión descontextualizada y socialmente neutra* que no muestra sus relaciones con el medio ambiente (social y natural) y con la tecnología. Se muestra a la tecnología como una mera aplicación de los conocimientos científicos y, por tanto, una actividad de menor estatus que la ciencia. Se olvida que la tecnología ha precedido en cientos de años a la propia ciencia y, en muchos casos, el avance tecnológico conlleva desarrollo y construcción científica. Además, la finalidad de la tecnología es la producción de aparatos, artefactos, procedimientos que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de la humanidad así como a la resolución de problemas planteados. Por otro lado, tal como hemos indicado no muestra las relaciones con el medio natural y social olvidando su incidencia en el medio ambiente, su contribución al desarrollo humano, la producción y utilización de energía y las revoluciones industriales. En muchos casos se muestra a la ciencia como la causante de todos los males que la humanidad tiene planteados (desastres nucleares, residuos radiactivos, contaminación ambiental y su incidencia en la salud humana, cambio climático, problemas alimentarios, destrucción de la capa de ozono,...) dando visiones simplistas cuando no maniqueas. En segundo lugar, la transmisión de una *concepción elitista e individualista y hecha sólo por hombres*. Esta visión hace mucho daño a los alumnos ya que perciben la ciencia como algo muy lejano, muy complejo y que sólo las mentes privilegiadas, los alumnos muy inteligentes (genios) son capaces de asimilarla, abandonando sus estudios. Se olvida que el ser humano, hombres y mujeres, desde edades muy tempranas está muy bien dotado para la investigación y que la escuela no aprovecha esta chispa con la que vienen y, más bien, se va apagando. La visión de la ciencia más ampliamente estudiada es la *concepción empírico-inductivista*. Se transmite que la ciencia se construye a partir de la observación y experimentación neutras y los conocimientos surgen a partir de la inferencia inductiva de datos puros. No se tiene en cuenta el subjetivismo de la observación y la influencia de los paradigmas teóricos en la orientación de las investigaciones (Bunge, 1976; Khun, 1971). Se olvida el papel que juegan las hipótesis y que el método de la ciencia es el hipotético deductivo como respuesta a problemas objeto de estudio. Otra concepción errónea que se muestra de la ciencia es la *rígida y algorítmica*, en la que se presenta el “Método Científico” como un conjunto de reglas o etapas a seguir correlativamente resaltando el tratamiento cuantitativo y olvidando todo lo que supone creatividad, invención, tratamiento de problemas. Por otra parte, son muchos los profesores que en sus clases hacen un tratamiento de los contenidos científicos puramente algorítmico, con numerosas fórmulas, datos e incógnitas a resolver dedicado a la resolución de problemas clásicos. Todo ello produce un rechazo del alumnado, cada vez mayor, que no comprende el significado ni el objetivo de lo que allí se realiza ante la visión abstracta mostrada. Se olvida la gran riqueza cualitativa de la fenomenología, concepciones y teorías científicas. El hecho de transmitir los conocimientos ya elaborados, cerrados, no muestra la evolución del desarrollo de dichos conocimientos e ignora los problemas que se pretendían resolver originando una visión *aprobemática*. Se olvida, como afirma Bachelard (1938), que “todo conocimiento es la respuesta a una cuestión”, esto es, a un problema. Por otro lado, al no mostrar cual ha sido la evolución del desarrollo de los conocimientos y teorías, no se ha tenido en cuenta la historia de la ciencia, las dificultades encontradas, como se resolvieron, lo cual es una clave ya que numerosas preconcepciones erróneas de los alumnos son las mismas a las que se enfrentó la ciencia hace muchos años. Otra concepción ampliamente mostrada en

la enseñanza de las ciencias es la visión de la ciencia y de la actividad científica *exclusivamente analítica*. A la hora de abordar un problema los científicos comienzan por acotar y simplificar el problema, tomando partes de un sistema. Esto es correcto como inicio de la investigación y estrategia para afrontar el problema pero, más adelante, hay que retomar la complejidad del sistema y las propiedades que éste genera. Véase el ejemplo de las reacciones “in vitro” y las mismas reacciones “in vivo”. Las características y propiedades de diferentes sustancias (medicamentos, compuestos biológicos...) estudiadas en tubos de ensayo son diferentes al comportamiento que tienen en seres vivos, en sistemas orgánicos. La última visión deformada de la ciencia que presentamos es aquella que muestra el desarrollo científico como resultado de un *crecimiento lineal y acumulativo*, olvidando las crisis, las revoluciones científicas, los cambios de paradigma a los que la ciencia se ha enfrentado en multitud de ocasiones. La enseñanza suele explicar la evolución de los conocimientos científicos y sus teorías sin mostrar el proceso seguido hasta su consecución, ni las confrontaciones entre teorías coexistentes, ni las discrepancias entre científicos rivales.

Los modelos y metodologías didácticas utilizadas

Además de estas concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, el otro gran problema acerca del desinterés de los alumnos hacia la ciencia es, como ya hemos indicado, la manera cómo se enseñan las ciencias, esto es qué modelos y metodologías didácticas subyacen en la enseñanza del profesorado.

Numerosos estudios e investigaciones (Anderson, 2002; Gil, 1993; Rabadán, 1998) indican que a pesar de las diferentes reformas educativas y numerosos esfuerzos formativos, buena parte del profesorado sigue posicionado en modelos próximos al de transmisión-recepción, siendo minoría el que se sitúa en modelos de indagación o de investigación dirigida. Se muestra la ciencia como un conjunto de hechos y un cuerpo de conocimientos que los estudiantes deben aprender y, en consonancia con ello, los estudiantes entienden que el aprendizaje de la ciencia no es más que memorizar estos hechos y conceptos, amen de algún problema de lápiz y papel, que luego deben verter en un examen como eje de la evaluación.

Se olvida el papel jugado por los problemas prácticos (la historia de la ciencia muestra como la ciencia y la tecnología evolucionaron precisamente a partir de los diferentes intentos de solucionar problemas que la sociedad ha tenido planteados) de la elaboración de hipótesis, de su contraste experimental. Se olvida una enseñanza de las ciencias más imaginativa y más lúdica que interese a los alumnos.

¿QUÉ ES LA INDAGACIÓN?

En primer lugar tenemos que señalar que el término indagación es muy utilizado en países como EEUU, Reino Unido, Australia, Israel, Unión Europea como *Inquiry in Science Education* y que en España tiene su traslación como investigación que, a su vez, puede ser investigación dirigida (Gil, 1993) o investigación escolar (Cañal, 2005).

Desde finales del siglo XX hasta la actualidad en Estados Unidos indagación es sinónimo de una buena enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Anderson, 2002). Definido de una forma sencilla indagación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es una metodología que se aproxima a la forma en que trabajan los científicos, esto es, la forma en que la ciencia y los científicos estudian la naturaleza y proponen explicaciones basadas en evidencias que derivan de su trabajo. Los *National Science Education Standards (NSES)* se refieren a la indagación como actividades de aprendizaje de los alumnos mediante las que desarrollan contenidos y conocimientos de los conceptos y teorías científicas además de conocimientos y estrategias de

cómo los científicos estudian la naturaleza. Así, podemos hablar de aprendizaje por indagación (*Inquiry Learning*) y de enseñanza por indagación (*Inquiry Teaching*). El aprendizaje por indagación es un proceso activo de aprendizaje en el que los estudiantes hacen, no siendo algo que les es dado hecho. Hay una relación directa entre el aprendizaje por indagación y la forma en la que trabajan los científicos, esto es, con la investigación científica. El aprendizaje por indagación incluye muchos tipos de lenguaje en el contexto de la educación formal. Abarca numerosos tipos de actividades e incluye la elaboración de discursos orales y escritos. En lo referente a la enseñanza por indagación se ha caracterizado por una variedad de formas y perspectivas a lo largo de los últimos años (De Boer, 1991). Algunos autores hacen referencia al papel activo de los estudiantes asociando indagación con prácticas (*hands-on*, instrucción basada en la realización de prácticas). Otros vinculan la indagación con los enfoques de descubrimiento, en donde se desarrollan procedimientos vinculados con el “Método Científico”. Ninguno de ellos es enseñanza por indagación. Indagación supone desarrollo de destrezas, habilidades mediante actividad, pero poniendo el objetivo en la búsqueda activa de conocimiento y comprensión científica. Abd El Khalick (2004) propone hacer una distinción entre indagación como medio y como fin. *Indagación como medio* (o indagación *en* ciencia) se refiere a la indagación como una aproximación instruccional dirigida a ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión de contenidos científicos (los contenidos como finalidad de la instrucción) e *indagación como fin* (o indagación *sobre* la ciencia) en el que los estudiantes aprenden a hacer indagación en el contexto relacionado con los contenidos científicos, desarrollan la comprensión sobre epistemología y naturaleza de la ciencia y el desarrollo del conocimiento científico (teniendo en cuenta la Historia de la Ciencia). Los alumnos aprenden estrategias del trabajo científico como: identificación de problemas, planteamiento de cuestiones, formulación de hipótesis, diseño de investigaciones que pueden incluir diseños experimentales, contraste de hipótesis, defensa de modelos y explicaciones que incluyen la comunicación de resultados.

Por otro lado y teniendo en cuenta la definición de estilos de aprendizaje de Hunt (1979) como “las condiciones educativas bajo las que un discente está en la mejor situación para aprender, o qué estructura necesita el discente para aprender mejor” o lo que otros autores como Leichter (1973) han venido a denominar estilos educativos “cómo los individuos diferencian en el modo de iniciar, investigar, absorber, sintetizar y evaluar las diferentes influencias educativas en su ambiente”, los modelos indagativos (o los investigativos que citamos en el punto siguiente) están íntimamente relacionados con los estilos de aprendizaje, por un lado, en cuanto a las condiciones creadas para que el alumno aprenda mejor, que al fin y al cabo es la finalidad perseguida, pero también en lo concerniente a las capacidades que hay que desarrollar en los alumnos para investigar, sintetizar, analizar y evaluar las influencias educativas de las metodologías indagativas. Así mismo, si realizamos una aproximación desde la perspectiva de la psicología cognitiva, donde situamos a los estilos cognitivos de aprendizaje, también establecemos relaciones muy próximas con los modelos analizados, ya que uno de sus rasgos, la conceptualización-categorización, está estrechamente vinculado con algunas de las características de los modelos estudiados, fundamentalmente en lo referente a cómo se construyen los conceptos, cómo se utilizan en un contexto dado, cómo se interpreta la información y, sobre todo, cómo se resuelven problemas. Y ésta es otra clave relacional muy destacable.

EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIAS COMO INVESTIGACIÓN

Como ya hemos indicado, en España el referente más próximo al aprendizaje y enseñanza por indagación es el modelo de enseñanza y aprendizaje como investigación (Gil, 1993; Cañal,

2006). Tal como señalan sus autores la idea central del modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias como investigación consiste en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés, a través de las cuales los alumnos pueden participar en la construcción de los conocimientos. Gil propone organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos mediante una *investigación dirigida*, en dominios perfectamente conocidos por el profesor y en la que los resultados obtenidos por los alumnos, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por los obtenidos por los científicos que les han precedido. Se trata de poner a los alumnos en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación y durante la que podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, realizando para ello investigaciones sencillas, ya realizadas por otros y abordando, en definitiva, problemas de carácter abierto. Un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos de trabajo. El planteamiento instruccional de la investigación dirigida contempla los siguientes aspectos: se parte de situaciones problemáticas abiertas reflexionando sobre el posible interés para los alumnos; se crea una actitud positiva y un clima de trabajo distendido respetando las diferentes opiniones e intereses de los alumnos; se plantea un análisis cualitativo y significativo teniendo en cuenta las variables dependientes; se contempla la emisión de hipótesis atendiendo a las preconcepciones y modelos mentales de los alumnos; se plantea el contraste de las hipótesis incluyendo la elaboración de estrategias y, en su caso, el diseño y desarrollo experimental; se analizan los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos disponible y adecuado al nivel de los alumnos; se consideran otras implicaciones como las de ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente; los resultados son comunicados mediante la elaboración de memorias prestando atención al desarrollo de la competencia en comunicación lingüística, escrita y también oral, y en todo el proceso se potencia la dimensión colectiva del trabajo.

Por otro lado, Cañal, Pozuelos y Travé (2005) proponen un modelo que denominan de *investigación escolar*. Estos autores consideran que las personas somos constructoras sociales de saberes que hemos desarrollado a lo largo de nuestra evolución. Consideran que el cerebro humano capacita a los niños para:

- Interesarse por las cosas, la realidad y los fenómenos y explorarlos.
- Construir representaciones mentales, modelos, sobre esa realidad.
- Mostrar situaciones problemáticas, datos, objetos.
- Imaginar posibles soluciones a esos problemas incluyendo estrategias.
- Planificar actuaciones para comprobar la validez de las soluciones planteadas.
- Hacer predicciones sobre lo que puede suceder de las actuaciones realizadas.
- Reflexionar sobre el proceso realizado y aprender de ello.
- Modificar actuaciones futuras en función de lo realizado y aprendido.

Todo ello son capacidades que posee el ser humano como especie, de la misma manera que la capacidad para hablar, para escribir, para realizar cálculos matemáticos y que la escuela tiene la responsabilidad de desarrollar. Todas las capacidades anteriormente citadas coinciden, en buena medida, con las estrategias del trabajo de los científicos, las estrategias instruccionales de los modelos indagativos, *Inquiry Based Models*, y de los modelos investigativos que estamos analizando. Cañal et al (2005) definen la investigación escolar como “estrategia de enseñanza en la que, partiendo de la tendencia y capacidad investigadora innata de todos los niños y niñas, el docente orienta la dinámica del aula hacia la exploración y reflexión conjunta en torno a las preguntas que los escolares se plantean sobre los componentes y los fenómenos característicos de los sistemas socionaturales de su entorno, seleccionando conjuntamente problemas sentidos como tales por el alumnado y diseñando entre todos planes de actuación que puedan proporcionar los datos necesarios para la construcción colaborativa de soluciones

a los interrogantes abordados, de manera que se satisfaga el deseo de saber y de comprender de los escolares y, al mismo tiempo, se avance en el logro de los objetivos curriculares prioritarios” Destacar la relación directa entre las capacidades científicas de los niños relacionadas anteriormente y las estrategias citadas en la definición, algo lógico si tenemos en cuenta, como hemos dicho anteriormente, que la escuela debe ser responsable del desarrollo de las capacidades científicas que los niños tienen. De la misma forma, estos autores proponen una organización instruccional mediante unidades didácticas que incorporan procesos y actividades de planificación, en las que seleccionan entre todos los objetos de estudio que van a investigar, se explicitan los conocimientos e ideas previas de los estudiantes y se planifica qué cuestiones, dudas se van a investigar; actividades de búsqueda de información para dar respuesta a lo planificado; actividades de reestructuración en las que se trata de cómo trabajar con la información obtenida; actividades de evaluación dirigidas a comprender y valorar las tareas, resultados y todo el proceso desarrollado.

Estas metodologías investigativas que se están desarrollando en nuestro país con cierto éxito son las que deberían extenderse en la Educación Primaria y Secundaria, esa es nuestra propuesta coincidente con la que señalan organismos internacionales y europeos como la Comisión Europea.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En unos tiempos en los que la alfabetización científica de la ciudadanía se muestra imprescindible se observa un creciente rechazo de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias. Según datos disponibles de la Comisión Europea, en la década 1994-2004 podemos destacar para algunos países como el número total de graduados en Ciencias Físicas descendió en un 50% en Alemania, 40% en Francia y Holanda, 20% en Noruega, y en Matemáticas un 45% en Alemania, 30% en Australia, 40% en Corea. Evidentemente las causas tiene un origen complejo, sin embargo como hemos visto, hay dos que destacan: la manera cómo se enseñan las ciencias y el enfoque epistemológico mostrado. La tendencia general es mostrar la ciencia como un conjunto de hechos y un cuerpo de conocimientos que los estudiantes deben memorizar, lejos del desarrollo de las capacidades y competencias científicas. La propuesta en países como EEUU, Reino Unido, Australia, Israel, recientemente en Francia y, en menor medida, en España es utilizar la indagación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En estos países la metodología de indagación es sinónimo de buena enseñanza de las ciencias y se incide en los alumnos en una forma de trabajo próxima a la labor de los científicos, mostrando una adecuada visión de la naturaleza de la ciencia y de los procesos de construcción del conocimiento científico. En España no se habla de indagación pero sí de investigación, enseñanza y aprendizaje por investigación, dirigida o escolar, que, como hemos demostrado, existe un paralelismo entre los modelos indagativos. Asimismo destacamos la estrecha relación entre las metodologías indagativas e investigativas con los estilos de aprendizaje en cuanto a las condiciones creadas para que el alumno aprenda mejor ciencias y a las capacidades que hay que desarrollar en los alumnos para investigar, sintetizar, analizar, evaluar las influencias educativas y sobre todo con algunos de los rasgos de los estilos cognitivos de aprendizaje.

La discusión y prospección futura que realizamos es la absoluta necesidad de implementar estas metodologías investigativas. Transformar las prácticas del profesorado en activo es muy difícil (Rabadán, 1998) siendo necesarios itinerarios formativos muy densos y prolongados en el tiempo. Además la formación permanente de tipo individual no revierte en la práctica como sería deseable siendo más adecuada la formación de un colectivo de profesionales docentes de

un mismo centro, lo que garantiza, en mejor medida, la transferencia al aula. Por este motivo, es en la formación inicial donde hay que incidir en mayor medida. En las Facultades de Educación de este país tiene que incluirse en los currículos de los Grados de Educación Infantil y Primaria la enseñanza y aprendizaje mediante modelos y metodologías indagativas o investigativas desde perspectivas teóricas y prácticas. Es necesario también la realización de prácticas de aula que muestren las secuencias de enseñanza y de aprendizaje así como la realización de prácticas de laboratorio basadas en estas metodologías investigativas, algo que en el transcurso de los últimos años ha ido en un descenso alarmante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abd el Khalick, F. et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *International Journal of Science Education*, 38(3), 397-429.
- Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Bachelard, G. (1938). *La Formation de L'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Ariel.
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de infantil*. 33, 5-9.
- Cañal, P., Pozuelos, J.F. y Travé, G. (2005). *Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada.
- De Boer, G.E. (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.
- Fernández, I., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, J. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Hunt, D.E. (1979). Learning Styles and student needs: An introduction to conceptual level. En *Students Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs*. Reston, Virginia: NASSP.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Leichter, H.J. (1973). The concept of Educative Style. *Teachers College Record*, 75, 2, 239-250
- Mccomas, W. F. (1998). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press

- Perales, F. J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Rabadán, J.M. y Flor, J.I. (1998). La modificación de la práctica docente. Un estudio longitudinal en el tiempo. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 15, 47-54.
- Rabadán, J.M. y Martínez, P. (1999). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: aproximación a una propuesta organizativa y didáctica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 67-75.
- Rocard, M et al. (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.