

PUBLICACIONES RECIBIDAS

LAVOISIER I LA REVOLUCIÓ QUÍMICA DEL SEGLE XVIII

Materials per a un curs d'història i filosofia de la ciència.

Grup de Filosofia. Santa Coloma de Gramenet. Casal del Mestre, 1989.

La revolució química del segle XVIII té en Antoine Laurent Lavoisier (París 1743-1794) una figura fonamental. La seva obra *Tractat elemental de química*, publicada ara fa dos cents anys, marca una fita en el naixement de la química moderna. En aquest opuscle, la doctora Anna Estany, professora de la Universitat

Autònoma de Barcelona, ens presenta una visió, il·lustrada amb textos, d'aquesta revolució de la ciència química.

MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO

Anna Estany, 1990. Editorial crítica.

En *Modelos de cambio científico*, Anna Estany aborda la elaboración de modelos

que expliquen los cambios experimentados por la ciencia. Para ello, parte de tres modelos de cambio científico, el de Thomas Kuhn, el de Imre Lakatos y el de Larry Laudan, y los aplica a la revolución química del Siglo XVIII, lo que le permite comprobar hasta qué punto dichos modelos encajan en este caso de la historia de la química y son apropiados para explicarlo. Tratando de llenar algunos de los vacíos y parcialidades explicativas hallados en dichos modelos, la autora propone aquí un nuevo enfoque para abordar la dinámica científica, cuya originalidad reside en que dicho enfoque no pretende ser un modelo más, sino un auténtico generador de modelos.

SELECCIONES BIBLIOGRÁFICAS
TEMÁTICAS**LA CRISIS DE LA FÍSICA CLÁSICA Y EL SURGIMIENTO DE LA MODERNA EN LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA**

Solbes Matarredona, J.

Programa d'Innovació i Reforma Educativa, València.

Aunque este tema no constituya una de las grandes líneas de la investigación, despierta gran interés entre el profesorado de Física y Química, e incluso entre el público en general, como lo pone de manifiesto el hecho de que Congresos recientes de enseñanza de la Física (como la 173 Conferencia del American Institute of Physics -1988- o el Congreso Nacional de la Associazione per l'insegna-

mento della Fisica -1988-) incluyen sendos apartados dedicados a la enseñanza de la Física moderna y la ingente publicación de libros de divulgación o de artículos en revistas de didáctica o de divulgación de la Física (p.e., en nuestro país la *Revista Española de Física*).

Cabe constatar en primer lugar, la existencia de un amplio consenso en la literatura didáctica sobre la introducción de la Física moderna en los últimos cursos de la enseñanza secundaria y en los primeros de la universitaria, en muchos países: en EEUU, Haber-Schaim 1981; el Reino Unido, Ogborn 1981; Francia, Balibar y Lévy-Leblond 1984; Italia, Fabri 1988; Holanda, Lijnse 1981; Hungría, Marx 1981; Japón, Konuma 1988; Latinoamérica, Klapp 1988.

Esto es debido a motivos como la creciente importancia que las aplicaciones

de la Física moderna tienen en nuestra sociedad, el interés que despiertan en los alumnos y profesores dichas aplicaciones e incluso aspectos más teóricos, y, en definitiva, porque "la escuela debe formar para el siglo XXI" (Marx 1988, Aubrecht 1988, Gil et al. 1986).

Otro motivo es su notable interés didáctico desde una perspectiva de cambio conceptual y metodológico, ya que la Física moderna representó una ruptura tanto o más profunda que el surgimiento de la Física clásica. Desde este punto de vista, el mostrar los límites de validez de la clásica y las diferencias que existen entre dichos paradigmas, favorece la comprensión de ambos y proporciona una imagen más correcta de como se desarrolla la ciencia (evitando visiones lineales, puramente acumulativas). (Gil et al. 1986 y 1989).

También es interesante, desde un punto de vista didáctico, el análisis de los errores conceptuales en este dominio, fruto en su mayor parte de la propia enseñanza, que los introduce o bien explícitamente, por interpretaciones incorrectas en desacuerdo con las concepciones actualmente vigentes, o bien implícitamente, al no mostrar en este último caso como las nuevas ideas entran en contradicción con las clásicas (Gil et al. 1986; Solbes, Calatayud et al. 1987). Algunos de estos errores aparecen hoy en los textos por un mecanismo de "reacción en cadena" a causa de la aceptación acrítica de lo incluido en textos anteriores (Lehrman 1982). Así mismo es muy significativa la persistencia de estos errores en estudiantes universitarios (Solbes, Bernabeu et al. 1988).

En resumen, todos estos caminos convergen, como ya hemos señalado en la introducción de la Física moderna en los niveles secundarios. Ahora bien, de los distintos métodos en que dicha introducción puede realizarse (axiomático, histórico, empírico, etc.; Teixeira-Dias 1983), se constata un rechazo del axiomático y, aunque muchos autores apuestan por el método empírico (Ogborn 1981, del proyecto Nuffield; Haber-Schaim 1981, coautor del PSSC) y otros por el histórico (Giuliani 1988), actualmente va apareciendo un consenso en realizar una introducción que muestre como la Física clásica no puede explicar determinados problemas, lo que provocó su crisis y el surgimiento de las nuevas ideas (Gil et al. 1986 y 89, Bernabeu 1987, Catania et al. 1988). Estos problemas, pequeñas nubes oscuras en la Física clásica, se hincharon y estallaron en la Relatividad y la Cuántica (Deligeorges 1984).

En nuestro país no aparecen temas de Relatividad, pero en Física nuclear se utilizan sus principales resultados. Esta situación se reproduce en otros países, p. e., EEUU (Brattin et al. 1983). Frente a ello, algunos autores se inclinan por introducir algunos principios básicos: los postulados y algunas consecuencias: la dilatación temporal, la contracción de la longitud, la variación de la masa con la velocidad y la equivalencia masa/energía (Cortini 1982, Gil et al. 1989), pero mostrando como esto supuso una crítica de las hipótesis implícitas de la Física clásica, el espacio y tiempo absolutos, ideas que están profundamente arraigadas en la estructura conceptual del alumno (así, p.e., los alumnos piensan que el espacio absoluto permite distinguir si un sistema de referencia dado está en reposo o movimiento uniforme, que la dilatación del tiempo y la contracción del espacio son distorsiones de la percepción, etc.) (Hewson 1982). Por otra parte, existen debates sobre la conveniencia

o no de introducir la masa relativista o masa dependiente de la velocidad (Fabri 1981, Alcaine 1989) y análisis sobre los errores conceptuales vinculados con la equivalencia masa/energía (p.e., la conversión de masa en energía que conduce a la idea de que no se conserva la masa o la energía) (Warren 1976, Lehrman 1982, Gil et al. 1988).

En cuanto a la Física cuántica, en nuestro país la situación es, al menos a nivel de temarios oficiales, sensiblemente mejor que en relatividad, porque se introducen algunos tópicos en los 2 últimos cursos de secundaria. En la literatura didáctica existe un amplio consenso respecto a los puntos que se considera necesario enseñar (Strnad 1981, Lijnse 1981, Haber-Schaim 1981, Ogborn 1981, Gil et al. 1989, Konuma 1988, Catania et al. 1988), como por ejemplo, los efectos fotoeléctrico y Compton, la existencia de estados estacionarios en los átomos, la dualidad onda-corpúsculo, las relaciones de indeterminación, ideas sobre la función de onda, etc.

En concreto, es mejor no iniciar el estudio de los fenómenos cuánticos en la secundaria con la teoría de Planck, por su gran dificultad didáctica y porque éste no concibe $h\nu$ como cuanto de radiación electromagnética. Un procedimiento mejor sería mostrar cómo el efecto fotoeléctrico no puede ser explicado por la teoría electromagnética, por lo que se requieren unas nuevas hipótesis sobre la naturaleza de la radiación que rompen con la Física clásica, abordando, a continuación, el efecto Compton sólo de forma cualitativa (Hawes 1981). En cuanto a los espectros discontinuos es necesario mostrar cómo la Física clásica era incapaz de explicarlos, tanto como la propia estabilidad del átomo, lo que condujo a Bohr a aplicar la idea de cuantización al modelo de Rutherford. Es conveniente introducir Bohr por el interés didáctico de la utilización de modelos (Marx 1981), porque la crítica del concepto de trayectoria muestra las limitaciones de la Mecánica clásica (Paoloni 1982) y para llegar de forma sencilla a los estados discretos de energía (Latimer 1983).

Estas ideas sólo pueden considerarse como los orígenes de la Física cuántica. Por ello, es preciso introducir la hipótesis de De Broglie para que los alumnos comprendan que los electrones, fotones, etc. son objetos de tipo nuevo, con un comportamiento nuevo, el comportamiento cuántico (Balibar y Lévy-Leblond 1984). En conexión con el aspecto ondulatorio de toda la materia se pueden introducir las relaciones de indeterminación de Heisenberg, que permiten realizar una crítica del concepto de órbita (y del determinismo subyacente) y

salir al paso de posibles errores conceptuales (Bartell 1985). Esto lleva a la necesidad de un nuevo modelo para describir el estado y evolución de los electrones, fotones, etc., distinto de los utilizados para partículas y ondas clásicas, lo que permite hablar de la función de ondas, criticando algunas ideas erróneas sobre orbitales (García Castañeda 1985, Solbes, Calatayud et al. 1987).

Se puede finalizar recapitulando los límites de validez de la Física clásica, las diferencias más notables entre ésta y la moderna sobre el comportamiento de la materia, y mostrando los importantes desarrollos científicos y tecnológicos que supuso la nueva Física (Gil et al. 1989).

Referencias bibliográficas

- Alcaine, G., 1989. Sobre masa y energía, *Revista Española de Física*, 3(1), pp. 59-62.
- Aubrecht, G. J., 1988. Teaching Contemporary Physics, *AIP Conference Proceedings 173*. (American Institute of Physics: New York).
- Balibar, F. y Lévy-Leblond, J. M., 1984. Voulez-vous apprendre quantique?, *Sciences et Avenir*, 46, pp. 88-92.
- Bartell, L. S., 1985. Perspectives on the Uncertainty Principle and quantum reality, *Journal of Chemical Education*, 20, pp. 192-196.
- Bernabeu, J., 1987. La crisi dels conceptes clàssics i el naixement de la mecànica quàntica, *La Revolució quàntica*. (Fundació Caixa de Pensions: Barcelona).
- Brattin et al., 1983. Physics texts: An evaluative review, *The Physics Teacher* 20, pp. 508-518.
- Catania, G., Di Biasio, V. y Sciaratta, I., 1988. L'insegnamento della FQ nelle scuole medie superiori: proposta di un possibile itinerario didattico, *La Fisica nella Scuola*, 21, 2), pp. 110-114.
- Cortini, G., 1983. Sulla massa relativista in didattica, *La Fisica nella Scuola*, 16, pp. 61-63.
- Deligeorges, S., 1984. La catastrophe ultravioleta, *Sciences et Avenir*, 46, pp. 18-25.
- Fabri, E., 1981. Dialogo sulla massa relativista, *La Fisica nella Scuola*, 14, p. 25.

Fabri, E., 1988. La Física cuantística nella scuola secondaria: proposte e problemi, *La Fisica nella Scuola*, 21 (2), pp. 101-104.

García Castañeda, M., 1985. An abuse with the wave properties of matter, *American Journal of Physics*, 53, pp. 373-374.

Gil, D., Senent, F. y Solbes, J., 1986. Análisis crítico de la introducción de la Física moderna en la enseñanza media, *Enseñanza de la Física*, 2(1), pp. 16-21.

Gil, D., Senent, F. y Solbes, J., 1988. $E=mc^2$, la ecuación más famosa de la Física: una incomprendida, *Revista Española de Física*, 2(2), pp. 53-55.

Gil, D., Senent, F. y Solbes, J., 1989. La Física moderna en la enseñanza secundaria: una propuesta fundamentada y unos resultados, *Revista Española de Física*, 3(1), pp. 53-58.

Giuliani, G., 1988. Storia della fisica ed insegnamento della fisica, *La Fisica nella Scuola*, 21, 2), pp. 104-110.

Haber Schaim, U., 1981. On the teaching of quantum mechanics in the senior-high school, *Quantum mechanics in the school*. (Roland Eotvos University: Budapest).

Hawes, J. L., 1981. Matter for illumination, *Physics Education*, 16, pp. 178-185.

Hewson, P. W., 1982. A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning, *European Journal of Science Education*, 4, pp. 61-78.

Klapp, J., 1988. The teaching of modern physics in latin America, *AIP Conference Proceedings 173*. (American Institute of Physics: New York).

Konuma, M., 1988. Topical or systematic? The teaching of modern physics, *AIP Conference Proceedings 173*. (American Institute of Physics: New York).

Latimer, C. J., 1983. Teaching Bohr theory, *Physics Education*, 18, pp. 86-89.

Lehrman, R. L., 1982. Confused physics: a tutorial critique, *The Physics Teacher*, 20, pp. 519-523.

Lijnse, P. L., 1981. On the dutch programme for the introduction of quantum mechanics at secondary schools, *Quantum mechanics in the school*. (Roland Eotvos University: Budapest).

Marx, G., 1981. Atoms in the school, *Quantum mechanics in the school*. (Roland Eotvos Univ.: Budapest).

Marx, G., 1988. Interfacing the 20th to 21st century- Teaching modern physics, *AIP Conference Proceedings 173*. (American Institute of Physics: New York).

Ogborn, J., 1981. Introducing quantum physics, *Quantum mechanics in the school*. (Roland Eotvos University: Budapest).

Paoloni, L., 1982. Classical mechanics and quantum mechanics: an elementary approach to the comparison of two viewpoints, *European Journal of Science Education*, 4, pp. 241-251.

Solbes, J., Bernabeu, J., Navarro, J. y Vento, V., 1988. Dificultades en la enseñanza/aprendizaje de la física cuántica, *Revista Española de Física*, 2(1), pp. 22-27.

Solbes, J., Calatayud, M. L., Climent, J. B. y Navarro, J., 1987. Errores conceptuales en los modelos atómicos cuánticos, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), pp. 189-195.

Strnad, J., 1981. Quantum physics for beginners, *Physics Education*, 16, pp. 88-92.

Teixeira Dias, J. J. C., 1983. How to teach the postulates of quantum mechanics without enigma, *Journal of Chemical Education*, 6, pp. 963-965.

Warren, J. W., 1976. The mystery of mass-energy, *Physics Education*, 11, pp. 52-54.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE FÍSICA Y QUÍMICA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Josep Payà

Con esta selección de artículos sobre Trabajos Prácticos y sus breves comentarios que sólo intentan dar alguna orientación acerca de su contenido, se pretende ampliar y actualizar otras ya publicadas en los volúmenes 1(1), 5(3) y 7(2), de esta revista.

En esta ocasión hemos optado por clasificar los trabajos analizados, en tres grandes bloques temáticos ya que a pesar de que en algunos casos resulta difícil encasillar determinados trabajos, en conjunto, esta estructuración facilita una visión amplia de los núcleos temáticos

principales en torno a los cuales gira la investigación didáctica sobre los trabajos prácticos.

I. Metodología y destrezas de los procesos científicos

Balsells, S. y Carulla, R., 1986. Els treballs pràctics de física a l'EGB: Una anàlisi crítica. Ac. II J. de Recerca Educativa. Lleida. pp. 281-299.

Después de reconocer que el fracaso del método de enseñanza habitual, tanto en la adquisición de conocimientos, como en la realización de prácticas de laboratorio, se debe a que el método utilizado no responde a las necesidades reales de los niños, ni a las de la misma ciencia, los autores apuestan por un método de enseñanza denominado "investigación guiada por el profesor", que está basado en la aplicación de una metodología científica alejada de fórmulas simplistas y esquemáticas. Bajo esta concepción hace un análisis crítico de 196 prácticas pertenecientes a 17 libros de texto de 7º de EGB.

Carretero, M., 1987. A la búsqueda de la génesis del método científico: un estudio sobre la capacidad de eliminar hipótesis. Inf. y Apren., Vol. 38, pp. 53-68.

En este trabajo se pone en evidencia, la dificultad que tienen los adolescentes en resolver una tarea de carácter hipotético-deductivo. Analiza la forma en la que niños y adolescentes verifican una hipótesis, comprobándola o eliminándola mediante la falsación. Los resultados muestran que esta capacidad de falsación aparece más tardíamente de lo que los estudios piagetianos prevén. A partir de estos resultados deduce sus propias implicaciones educativas.

Germann, P. J., 1989. Directed-inquiry approach to learning science process skills: Treatment effects and aptitude-treatment interactions. J. Res. Sci. Teach., Vol. 26(3), pp. 237-250.

En este estudio se investiga la efectividad del aprendizaje de destrezas científicas utilizando una metodología muy particular basada en el descubrimiento dirigido. El trabajo se basa en la hipótesis de que la mayoría de los estudiantes son capaces de aprender investigando, siempre y cuando la información previa necesaria sea cuidadosamente desarrollada y sean guiados a través de los procesos.

Glasson, G. E., 1989. The effects of hand-on and teacher demonstration laboratory methods on sciences achievement in re-

lation to reasoning ability and prior knowledge, *J. Res. Sci. Teach.*, Vol. 26(2), pp. 121-131.

Se trata de un estudio comparativo entre dos métodos utilizados en el laboratorio: la experiencia magistral realizada por el propio profesor y la experiencia realizada por el propio alumno con la ayuda de un folleto, analizando su efecto sobre la adquisición de conocimientos científicos.

Linn, M. C. Clement, C. Pulos y S. Sullivan, P., 1989. *Scientific reasoning during adolescence: The influence of instruction in science knowledge and reasoning strategies*, *J. Res. Sci. Teach.*, Vol. 26(2), pp. 171-187.

Este estudio valora el papel de la enseñanza de temas científicos combinada con la enseñanza de estrategias de razonamiento lógico a estudiantes adolescentes. El trabajo está aplicado a problemas relacionados con la presión sanguínea.

Lucas, A. M. y Tobin, K., 1987. *Problems with "control of variables" as a process skill*, *Sci. Educ.*, Vol. 71(5), pp. 685-690.

Crítica la facilidad con la que se simplifica el control de variables en los experimentos, recurriendo al paradigma "cambiar una y mantener las otras constantes", como por ejemplo se hace en la típica práctica del péndulo simple. El gran problema está en que no se reconoce la posibilidad de interacción entre variables, como por ejemplo ocurre en la oxidación del hierro, por la presencia simultánea del agua y del aire. Los autores proponen que se debe dejar abierta la posibilidad de utilizar el análisis estadístico de interacción entre multivariantes.

Martín, A. y Rodríguez, A., 1988. *Aproximación al proceso de emisión y verificación de hipótesis en niños de 10, 11 años*, *Inv. en la Escuela*, Vol. 5, pp. 39-46.

A partir de una experiencia con 28 niños de edades comprendidas entre los 10 y los 11 años, se realizó un estudio para analizar la capacidad que tienen de emitir hipótesis sobre los factores que interviene en el alcance de varias bolas lanzadas por un plano inclinado, de longitud e inclinación variable. Entre las conclusiones que se obtienen en este trabajo se reconoce que a pesar de poseer una edad cronológica por debajo de la edad media establecida para dicho tipo de razonamiento, no tienen dificultad a la hora de emitir hipótesis siempre que los fenómenos les sean familiares.

Mazzei, A. L., Fogli, A. L. y Picciarelli, V., 1986. *Effect of a Piagetian mini-laboratory on the acquisition of typical formal operational schemata*, *Eur. J. Sci. Educ.*, Vol. 8(1), pp. 87-93.

Trabajando con un material experimental muy sencillo, con alumnos de 14 años, agrupados en pequeños grupos y siguiendo una secuencia de instrucciones, es posible conseguir en pocas sesiones de entrenamiento una mejora en el dominio de formas de razonamiento formal, como son el control de variables y el razonamiento proporcional.

Nachmias, R. y Linn, M. C., 1987. *Evaluations of science laboratory data: The role of computer-presented information*, *J. Res. Sci. Teach.*, Vol. 24(5), pp. 491-506.

El uso de microprocesadores por los estudiantes para la toma de datos y su análisis, representa una de las innovaciones más prometedoras para el aprendizaje que tiene lugar dentro de los laboratorios de ciencias. El propósito de este estudio es valorar el efecto que tiene su utilización sobre la capacidad de los estudiantes para evaluar críticamente.

Rosenthal, L. C., 1987. *Writing across the curriculum: chemistry lab reports*, *J. Chem. Educ.*, Vol. 64(12), pp. 996-998.

Reconoce la importancia que tiene en el proceso de aprendizaje la realización de informes escritos o memorias de los trabajos de laboratorio. Hace una valoración de las distintas secciones de un informe según el grado de abstracción, análisis o generalización que tienen. Por el esquema que utiliza se puede apreciar una visión ciertamente inductivista de la ciencia.

Salvat Altés, A. y Medir Mercé, M., 1988. *The scientific method used in physics*, *Inter. J. Sci. Educ.*, Vol. 10(1), pp. 111-120.

El artículo describe la realización de la práctica del péndulo simple por alumnos de una Escuela Unversitaria del Profesorado de EGB. Se desarrolla una metodología científica con clara orientación inductivista, en donde la emisión de hipótesis tiene lugar, según los autores, a posteriori de la toma de datos, más bien buscando la explicación de la ley experimental.

Tamir, P. y Amir, R., 1987. *Inter-relationship among laboratory process skills in Biology*, *J. Res. Sci. Teach.*, Vol. 24(2), pp. 137-143.

El propósito de este estudio es identificar las interrelaciones existentes entre las diversas destrezas usuales del trabajo experimental y discutir sus implicaciones en la enseñanza de la ciencia. Muestra un buen inventario de las operaciones que pueden tener lugar en el trabajo a realizar en un laboratorio bajo la concepción de una investigación guiada. La discusión que presenta de las implicaciones teóricas de estas interrelaciones, proporciona importantes pistas que permiten hacer consideraciones acerca de cómo se organizan dichas destrezas en la estructura cognitiva de nuestros alumnos.

Usabiaga, M^a C., 1987. *En torno al método científico: reflexiones didácticas sobre un método no didáctico*, *Bordón*, 268, Vol. 39, pp. 339-357.

Analiza la problemática que desde su punto de vista se produce cuando en la didáctica de la ciencia se utiliza una visión estereotipada y simplista de la metodología científica. Subraya la necesidad de una mejor fundamentación de la didáctica profundizando en sus relaciones con la epistemología.

II. Evaluación de los Trabajos Prácticos

Bryce, T. G. K. y Robertson, I. J., 1985. *What can they do? A review of practical assessment in Science*, *Studies in Sci. Educ.*, Vol. 12, pp. 1-24.

Las valoraciones sobre aspectos "no-prácticos" que se hacen en los trabajos prácticos, no miden todo lo que el estudiante hace realmente en el laboratorio. Según el autor, los trabajos de laboratorio exigen un modo distinto de ser evaluados, pues el alumno debe demostrar sus habilidades y no describirlas. Entre otros aspectos, en el artículo se hace referencia a los métodos usados para valorar las prácticas, analizando los que utilizan valoraciones internas y las externas, según sea o no, el propio profesor quien prepare la prueba.

Burns, J. C., Okey, J. R. y Wise, K. C., 1985. *Development of an integrated process skill test: Tips II*, *J. Res. Sci. Teach.*, Vol. 22(2), pp. 169-177.

Después de hacer una breve referencia histórica de los precedentes sobre los tests dedicados a evaluar las habilidades racionales y lógicas utilizadas en las ciencias, desarrolla un test de elección múltiple centrado alrededor de: la identificación de variables, del control de variables, la utilización de hipótesis contrastables, la interpretación de gráfi-

cas y el diseño apropiado de experiencias. Los ítems utilizados son muy similares a los ya presentados por Dillashaw y Okey en *Sci. Educ.*, Vol. 64, pp. 601-608 (1980).

Gott, R. y Welford, G., 1987. *The assessment of observation in science, The School Sci. Rev.*, Vol. 69(247), pp. 217-227.

Hace una catalogación de las tareas observacionales posibles en un trabajo experimental. Con la ayuda de varios ejemplos y con las respuestas que dan los alumnos, centra la discusión sobre los criterios que sirven para valorar la observación experimental. Presenta una crítica a las recomendaciones de la GCSE sobre el método científico, y en concreto, a la visión inductivista que implícitamente asigna a la observación experimental en ciencias. En sus argumentaciones, muy en la línea de Popper, Chalmers, Norris, Hodson, etc., defiende la imposibilidad de ser un observador neutral. Bajo este criterio establece una escala que sirve para valorar la observación en ciencias, desde aquellos que la hacen teniendo en cuenta las adecuadas teorías científicas, hasta por último, los que sólo intentan describir características.

Gott, R., 1987. *The assessment of practical investigations in science, The School Sci. Rev.*, Vol. 68(244), pp. 411-421.

La introducción en el Reino Unido del GCSE (General Certificate of Secondary Education), proporcionó por sus implicaciones en el currículo y en concreto en los trabajos prácticos, una oportunidad para provocar cambios importantes en la visión que generalmente se tiene acerca de la naturaleza de la Ciencia, ampliándola y haciéndola más coherente con el propio trabajo científico. Dentro de este marco el autor se plantea concretamente cómo podrían ser generadas las investigaciones prácticas y la forma de valorarlas. A modo de ejemplo, presenta y comenta tres modelos de investigaciones prácticas que concretamente hacen referencia a temas de física.

Jakeways, R., 1986. *Assessment of A-level physics (Nuffield) investigations, Phys. Educ.*, Vol. 21, pp. 212-214.

Presenta las líneas maestras que sirven como criterios de valoración de las pequeñas investigaciones —lo que ellos consideran proyectos experimentales reducidos— realizadas por los estudiantes del segundo año del nivel avanzado de física-Nuffield.

Josephy, R., 1986. *Assessment of practical and experimental work in physics*

through OCEA, Phys. Educ., Vol. 21, pp. 214-220.

Reconoce la creciente necesidad de modelos de evaluación de la ciencia, sobre todo cuando los nuevos esquemas de evaluación del GCSE, asignan por lo menos un 20% del total de la valoración a aspectos relacionados con las prácticas y las destrezas experimentales. El sistema considera que los trabajos prácticos están justificados por sí mismos, por ello, enuncia como finalidad global valorar la "aptitud para hacer física" más que para "aprender física".

Lock, R. y Ferriman, B., 1987. *OCEA and assessment of practical chemistry, Educ. Chem.*, Julio 1987, pp. 114-116.

Este artículo describe los criterios utilizados para valorar prácticas y destrezas experimentales conseguidas por los alumnos en las pruebas para obtener el Oxford Certificate of Educational Achievement (OCEA). Estos criterios, que representan los mínimos a conseguir para los alumnos de 12 años, son fundamentales para ayudar a los profesores y alumnos a centrarse sobre aspectos específicos de la tarea y se organizan alrededor de cuatro etapas que engloban varias destrezas: planificación, realización, interpretación y comunicación.

Lynch, P. P., 1987. *Laboratory work in schools and universities: structures and strategies still largely unexplored, The Aus. Sci. Teach. J.*, Vol. 32(4), pp. 31-37.

Es un material de trabajo para profesores que desean desarrollar nuevas estrategias y procedimientos de valoración sobre los trabajos prácticos. Aunque está basado en ejemplos de química, sus ideas se aplican igualmente bien, en la física, la biología, la geología y las ciencias en general.

Sus reflexiones se centran alrededor del propósito que persiguen los trabajos prácticos, sobre cómo se utiliza el laboratorio y cómo se valora el trabajo práctico, según la orientación didáctica que posean las sesiones de laboratorio.

Pickersgill, D., 1988. *Four physics practical assessments, The School Sci. Rev.*, Vol. 70(250), pp. 93-99.

Breve nota en donde se exponen cuatro planteamientos distintos de trabajos prácticos correspondientes al nivel de física del GCSE (General Certificate of Secondary Education). Se acompañan con sus correspondientes escalas de puntuación.

Silberman, R. et al., 1987. *Unusual laboratory practical examinations for*

General Chemistry, J. Chem. Educ., Vol. 64(7), pp. 622-623.

Un pequeño repaso sobre cuestiones que pueden utilizarse en exámenes prácticos de química diferentes a los típicos problemas analíticos, sean cuantitativos o cualitativos. Pone ejemplos que clasifica en seis categorías: simples destrezas de laboratorio, inventiva de laboratorio, observación y toma de datos, aplicación de conceptos, interpretación de datos, y destrezas relacionadas con el cuaderno de notas.

Skevington, J. H., 1986. *Internal assessment of practical coursework in GCSE, Phys. Educ.*, Vol. 21, pp. 204-211.

Este artículo tiene por finalidad principal esbozar los planes de valoración de las prácticas que han sido aceptadas por el SEC (Secondary Examinations Council), equipo creado por el departamento de Educación y Ciencia para supervisar los exámenes en las escuelas de secundaria de Inglaterra y Gales. Muestra cómo se elaboran dichos cuestionarios de valoración a partir de los objetivos pertinentes y sugiere como los profesores podrían confeccionar sus propios programas de pruebas.

III. Reflexiones y actitudes en torno a los Trabajos Prácticos

Blosser, P. E., 1988. *Labs-Are they really as valuable as teachers think they are?, The Science Teacher*, Vol. 55(5), pp. 57-59.

Existe la creencia de que el laboratorio permite mejorar las clases de ciencias, pero los datos investigados últimamente ponen en duda este juicio intuitivo acerca del valor del laboratorio. El programa Every Teacher a Researcher (ETR) invita a los profesores interesados en este problema a participar en una investigación conjunta sobre el mismo.

Bredderman, T., 1985. *Laboratory programs for elementary school science: A meta-analysis of effects on learning, Sci. Educ.*, Vol. 69(4), pp. 577-591.

A través de los informes publicados por diferentes autores correspondientes a los programas de laboratorio: ESS (Elementary Science Study); SAPA (Science-A Process Approach); y el SCIS (Science Curriculum Improvement Study), el autor del presente artículo hace un estudio de los efectos que sobre el aprendizaje provocan estos tres proyectos que fueron

desarrollados y comenzaron a usarse durante los últimos años de la década de los 60 y primeros de los 70. Parece que los programas diseñados para estimular el uso de los laboratorios de ciencia, desde luego, incrementan la cantidad de actividades de laboratorio realizadas por los estudiantes y hace disminuir el tiempo que el profesor dedica a hablar.

Denny, M. y Chennell, F., 1986. *Science practicals: What do pupils think?*, Eur. J. Sci. Educ., Vol. 8(3), pp. 325-336.

Refleja la opinión que acerca de los trabajos prácticos tienen los alumnos que han estado trabajando el currículo Nuffield. Los resultados muestran que estos alumnos dan gran importancia a los aspectos manipulativos y consideran que las prácticas sólo son válidas en el contexto escolar, además concuerdan, en términos generales, con la forma de pensar que tienen sus profesores sobre los trabajos experimentales. El método utilizado para recoger información está basado en cuestionarios, en análisis de cartas a un amigo ficticio y dibujos de una práctica concreta.

Dobson, K., 1988. *Still investigating: twenty years of Nuffield A-level Physics investigations*, Phys. Educ., Vol. 23, pp. 337-340.

Conjunto de reflexiones en torno a los 20 años de aplicaciones de los proyectos de investigación en el nivel avanzado Nuffield, realizados en un momento en el que debe hacerse un balance de resultados, ante los futuros cambios que forzadamente traerán las recomendaciones de los nuevos currículos GCSE en el Reino Unido.

Isern, M^a A. y Catany, M., 1989. *L'inductivisme i els treballs pràctics. Ac. II Symp. Ensenya. C. Nat. Tarragona*, pp. 220-224.

Es un estudio acerca de la imagen que tienen de la ciencia, la mayoría de los profesores. Consideraciones que deberían hacer meditar a los propios profesores de ciencias sobre su forma habitual de enseñar. Presentan una breve y esquemática comparación entre la concepción que se tiene de la metodología científica según la visión inductivista que habitualmente se transmite a los alumnos y la que proporciona el modelo llamado hipotético-deductivo, más cercano a muchas de las concepciones epistemológicas actuales.

Long, D. D., McLaughlin, G. W. y Bloom, A. M., 1986. *The influence of physics*

laboratories on student performance in a lecture course, Ame. Jour. Phys., Vol. 54(2), pp. 122-125.

Estudia la influencia de las clases de laboratorio sobre los resultados obtenidos durante cinco años por 2500 estudiantes de un Instituto Politécnico en Virginia (EEUU). Los resultados muestran que las notas de los alumnos buenos y malos se influenciaron muy poco, mientras que los alumnos intermedios fueron significativamente favorecidos por las sesiones de laboratorio.

Millar, R., 1987. *Towards a role for experiment in the science teaching laboratory*, Studies in Sci. Educ., Vol. 14, pp. 109-118.

Se analiza el contraste entre dos puntos de vista sobre la experimentación científica, desde la perspectiva que aporta la imagen popular de la ciencia en donde el conocimiento es descubierto en los laboratorios mediante experimentos —los cuales validan y garantizan su exactitud y veracidad—, y la otra visión, en donde el método científico y su experimentación son concebidos de forma mucho más compleja, y que se caracteriza por considerar que una hipótesis nunca puede ser definitivamente falsada experimentando, sino mediante la interpretación de la comunidad científica pertinente.

Murphy, P., 1988. *Insights into pupils' responses to practical investigations from the APU*, Phys. Educ., Vol. 23, pp. 330-336.

Intenta clasificar lo que entendemos por trabajo de investigación en las clases de ciencias, dado que su significado difiere fundamentalmente según la orientación didáctica que utilicemos. Describe en que consisten las investigaciones prácticas desde el punto de vista del proyecto de ciencias APU (Assessment of Performance Unit).

Niaz, M., 1989. *The role of cognitive style and its influence on proportional reasoning*, J. Res. Sci. Teach., Vol. 26(3), pp. 221-235.

Este estudio ha encontrado evidencias para suponer que existe una correlación significativa entre los tests de independencia de campo y los correspondientes al razonamiento proporcional de los estudiantes. Evidentemente esto plantea a los profesores de ciencias la necesidad de tener cuidado en el papel jugado por el estilo cognitivo, a la hora de facilitar el éxito de los alumnos dependientes de campo.

Okebukola, P. A. y Ogunniyi, M. B., 1984. *Cooperative, competitive and individualistic science laboratory interaction patterns-effects on students' achievement and acquisition of practical skills*, J. Res. Sci. Teach., Vol. 21(9), pp. 875-884.

El propósito de esta investigación es determinar si existen diferencias significativas, en el grado de consecución de conocimientos y en el nivel de adquisición de destrezas prácticas entre estudiantes que trabajan en un laboratorio de ciencias sometidos a condiciones de aprendizaje distintas, según desarrollen un trabajo cooperativo, competitivo o individual. Los resultados obtenidos consideran más favorable para el desarrollo cognitivo el modelo de interacción cooperativo. En cuanto a las destrezas prácticas, el que peores resultados obtiene es el modelo individual.

Pickering, M., 1987. *What goes on in students' heads in lab?*, J. Chem. Educ. Vol. 64(6), pp. 521-522.

Basándose en la argumentación de que los manuales de trabajos prácticos son difíciles de usar por los estudiantes, se dedica a reflexionar sobre el proceso mental que tiene lugar en los alumnos cuando trabajan en el laboratorio. Sus orientaciones pretenden servir para mejorar los currículos y la elaboración de nuevos manuales de prácticas.

Renner, J. W., Abraham, M. R. y Birnie, H. H., 1985. *Secondary school students' beliefs about the physics laboratory*, Sci. Educ., Vol. 69(5), pp. 649-663.

La hipótesis de este trabajo está centrada en que el éxito en la elección de asignaturas optativas de ciencias en ciertos High Schools americanos se debe al papel jugado por las actividades realizadas en el laboratorio. Para su contrastación realiza una veintena de entrevistas que recogen opiniones acerca del papel jugado por el laboratorio de física.

Robertson, I. J., 1987. *Girls and boys and practical science*, Inter. J. Sci. Educ., Vol. 9(5), pp. 505-518.

A partir de la evidencia manifestada en la literatura científica dedicada a la evaluación en ciencias y teniendo en cuenta algunos problemas de interpretación, se analiza la diferencia entre sexos en lo referente al rendimiento frente a tareas concretas de los trabajos prácticos. Los resultados obtenidos en conjunto seña-

lan que las chicas presentan mejores resultados que los chicos, en aspectos referentes a destrezas prácticas como pueden ser la destreza manipulativa y el seguir instrucciones, mientras que los chicos son mejores en lo referente a conocimiento y comprensión, así como en la resolución de situaciones problemáticas.

Tamir, P., 1989. Training teachers to teach effectively in the laboratory, Sci. Educ., Vol. 73(1), pp. 59-69.

El autor considera que la llave del éxito

del aprendizaje en el laboratorio la tiene el profesor. Es por ello, que presenta en forma breve, un número de estrategias, las cuales pueden ser usadas en la formación del profesorado y por los propios profesores para que las sesiones de laboratorio sean más provechosas.

Toothacker, W. S., 1983. A critical look at introductory laboratory instruction, Am. J. Phys., Vol. 51(6), pp. 516-520.

El estudio muestra que no existe correlación entre el trabajo de laboratorio y el

que tiene lugar durante la exposición de clase. Existe tradicionalmente una concepción mayoritaria según la cual el trabajo de laboratorio proporciona unos conocimientos de las raíces empíricas de la ciencia y crea una actitud científica positiva. Sin embargo, existen métodos igualmente efectivos pero menos costosos y consumiendo menos tiempo. El laboratorio no es el único lugar en donde los estudiantes pueden familiarizarse con el material y las técnicas experimentales. Propone realizar, previamente a las sesiones prácticas, un curso teórico para introducirse en la investigación física experimental.

TESIS DIDÁCTICAS

O FAZER GEOLOGIA COM ÊNFASE NO CAMPO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA O 1º GRAU (5ª a 8ª séries)

Autor: *Maurício Compiani.*

Director: *Newton César Balzan.*

Disertação de mestrado, defendida na Faculdade de Educação/UNICAMP.

São Paulo, Brasil, em 22 de dezembro de 1988.

O tema da dissertação amadureceu a partir de várias inquietações surgidas da experiência de lecionar a disciplina "Elementos de Geologia" voltada para a formação de professores de Ciências para o 1º grau.

Acreditamos em uma visão geral: a obtenção do conhecimento científico é uma atividade humana teórico/prática integrada e articulada com a prática social. Assim, esse processo de obtenção

de conhecimento representa um dos modos de transformação/apropriação do mundo pelo homem. O "fazer/ensinar" Geologia é uma prática cognitiva específica que se conforma como o modo geológico de apropriação do mundo. Acreditamos em uma Ciência viva em processo de produção sem fim, influenciando e interagindo com a organização social.

Partimos de um problema: como ensinar Geologia de modo formativo e crítico a futuros professores de ciências? A procura de um modo formativo precisa compreender um pressuposto central presente na formação dos mesmos, ou seja, aprende-se ciência fazendo-se ciência. Em outras palavras, o ensino do "fazer Geologia" é a indissociabilidade do aprender e produzir conhecimentos, pois não se pode separar o conhecimento dos procedimentos para sua obtenção. Por isso o "fazer Geologia", a partir de nossa concepção, procura deixar transparente a estrutura e

a constituição interna da Geologia. Ou seja, o seu modo de se constituir como Ciência precisa ser praticado, pois à luz dos procedimentos da Ciência geológica são inventados e criados métodos de ensino para a assimilação deste conhecimento.

A discussão anterior aponta que o aprendizado de Geologia é alcançado através de seu "fazer" científico, das especificidades desse "fazer". Como cada Ciência debruça-se sobre a natureza de uma forma particular, elas apresentam uma forma específica de trabalhar seu conhecimento, e a aquisição deste conhecimento deve permitir ao aluno a assimilação de sua forma de saber e seu raciocínio científico. A Geologia não é exceção, uma vez que apresenta conceitos e uma metodologia de produção científica próprios, ou seja, apresenta uma diversidade prática específica.

Desse modo, temos que entender as peculiaridades da Geologia e buscar