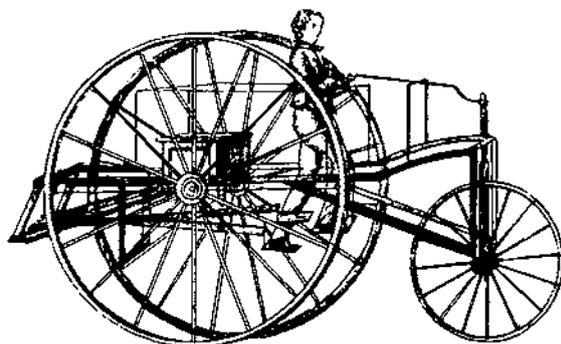


INFORMACION BIBLIOGRAFICA



Y NOTICIAS

Como es habitual, en esta sección se publicarán reseñas de libros y artículos de interés. Pero, además, y con objeto de facilitar al máximo el despegue de la investigación educativa, se incluirá también:

- Selecciones bibliográficas temáticas.
- Descripción de las revistas de enseñanza de las ciencias de mayor interés: su contenido, condiciones de abono...
- Presentación de los distintos Centros de Documentación accesibles con indicación de las revistas que pueden encontrarse, horarios,...
- Relaciones de trabajos sobre enseñanza de las ciencias publicados por los ICE y otros organismos educativos.
- Información sobre trabajos de licenciatura y tesis de contenido didáctico.
- Reseñas de cursos, congresos,...

RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS

A SUMMARY OF RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION - 1982

R.G. OLSTAD y D.L. HAURY,
1984, *Science Education*, vol. 68,
pp. 205-363.

Como señalan los autores de este trabajo, la práctica de la revisión de las investigaciones sobre didáctica de las ciencias tienen una larga tradición en EE.UU. Una tradición que se justifica por las posibilidades que dichas revisiones ofrecen como índice de las tendencias actuales de la investigación, ideas para futuros trabajos, etc.

Los autores han revisado 455 trabajos basándose inicialmente en la información procedente del ERIC (SMEAC) y utilizando los resúmenes del *Dissertation Abstracts International* (tesis doctorales), del *Current Index to Journals in Educa-*

tion (CIJE) y del *Resources in Education (RIE)*. Han consultado además fuentes originales cuando lo han creído necesario.

El grueso de las citas procede del *Dissertation Abstracts International* (145), junto a un buen número de documentos universitarios (65) y comunicaciones de congresos (38).

Las revistas más citadas —con más de 10 trabajos— son escasas, concretamente las cuatro siguientes:

Journal for Research in Science Teaching (71)

Science Education (32)

School Science and Mathematics (16)

Journal of Chemical Education (14)

En un segundo grupo podemos incluir revistas citadas entre 3 y 9 veces:

Journal of Biological Education (9)

Science and Children (6)

American Biology Teacher (4)

Physics Education (4)

Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia (4)

European Journal of Science Education (3)

Investigation in Science Education (3)

School Science Review (3)

Por último, un elevado número de revistas aparecen citadas una o dos veces.

Los criterios para la organización de la revisión en apartados y subapartados intentan reflejar las grandes líneas de investigación seguidos por la comunidad científica. Nos encontramos así con los siguientes capítulos:

1. Students Characteristics and Development (pp. 211-238)
2. Teacher Characteristics and

- Behavior (pp. 238-248)
3. Instructional Strategies and Environment (pp. 248-267)
 4. Instructional Materials and Technology (pp. 267-273)
 5. Curricula and Programs (pp. 273-286)
 6. Teacher Education (pp. 286-296)
 7. Research and Evaluation Practices (pp. 296-305)
 8. Science Education Policy and Practices (pp. 305-314)

Las páginas 315 a 363 incluyen las 455 referencias citadas en la revisión.

Sería por supuesto pretencioso intentar resumir una revisión que constituye ya una apretada síntesis. Nos limitaremos pues a enunciar los temas tratados en cada capítulo con alguna breve anotación que permita hacerse una idea de la magnitud del trabajo revisado y muestre el interés de manejar estas revisiones anuales para situar y abrir perspectivas a la incipiente investigación que se realiza en nuestro país en este campo.

En el capítulo 1 (Students Characteristics and Development) se hace referencia a numerosos estudios sobre desarrollo cognoscitivo que evidencian la continuidad del interés por el modelo piagetiano. Dichos estudios se centran en la medida del nivel cognoscitivo, la influencia de dicho nivel en los resultados alcanzados por los alumnos, los intentos de acelerar el desarrollo cognoscitivo a través de la actividad docente, etc.

Una segunda línea de investigación se refiere a la comprensión conceptual, con abundantes trabajos, como es ya habitual desde hace algunos años, sobre errores conceptuales, preconceptos, cambio conceptual, etc., en las diversas disciplinas.

Se dedican así mismo apartados al estudio de las actitudes de los alumnos, atributos personales, etc.

En el capítulo 2 (Teacher characteristics and behavior) se revisan los trabajos centrados en el análisis de:

- 2.1 los conocimientos, creencias y actitudes del profesorado
- 2.2 la autopercepción del profesorado (en torno a la confianza personal para enseñar objetivos específicos, etc)
- 2.3 el comportamiento en la clase
- 2.4 el comportamiento profesional

El capítulo 3 (Instructional strate-

gies and Environment) incluye un elevado porcentaje de los esfuerzos de investigación realizados durante el año, centrados en algunos aspectos de los métodos de enseñanza utilizados por el profesorado de ciencias: comparación de diversos sistemas de instrucción, preparación para la resolución de problemas, aprendizaje a través de actividades y diversas formas de experiencia sensorial directa (experiential learning), trabajo de laboratorio, experiencias de cátedra, organizadores del aprendizaje (en la óptica de los trabajos de Ausubel) etc., etc.

El capítulo 4 (Instructional Materials and Technology), recoge sobre todo trabajos sobre el uso de las microcomputadoras en la enseñanza y análisis de textos (legibilidad, análisis de contenidos, organización, ...).

Una elevada proporción de los trabajos publicados en 1982 se refieren al desarrollo, evaluación, etc, de los currícula o de los programas de ciencias (capítulo 5: Curricula and Programs). En particular se constatan abundantes esfuerzos por documentar los efectos de los currícula con una orientación de enseñanza activa sobre los resultados académicos, habilidades y actitudes de los alumnos de los distintos niveles.

En el capítulo 6 (Teacher education) se revisan los estudios relativos a la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias: programas, análisis del comportamiento docente como técnica pedagógica, cambio de actitudes en los asistentes a los cursos...

Las prácticas e instrumentación asociadas a la investigación y evaluación sobre la didáctica de las ciencias ha sido también el objeto de numerosos estudios. El capítulo 7 (Research and Evaluation Practice) revisa dichos estudios centrados particularmente en análisis de los métodos cuantitativos y cualitativos de investigación, uso de tests, construcción y evaluación de nuevos instrumentos de medida para aspectos concretos, ... y también en consideraciones teóricas.

Por último, el capítulo 8 (Science Education Policy and Practice) recoge trabajos sobre el status de los programas de enseñanza de las ciencias, objetivos, necesidades y prioridades de investigación, etc.

Los autores de esta revisión termi-

nan puntualizando que, si bien hay acuerdo general en la necesidad de clarificación y reformulación de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, dicha reformulación debe tener en cuenta los resultados de la investigación, revisando los objetivos y experiencias precedentes. La puntualización es doblemente útil en nuestro país donde es preciso un esfuerzo suplementario para conocer las líneas de investigación de la comunidad internacional y sus resultados, es decir, por situar nuestra incipiente investigación didáctica y poder orientar los actuales esfuerzos de renovación. En este sentido insistimos en la utilidad de la revisión aquí reseñada.

D.G.

A RESEARCH METHODOLOGY FOR STUDYING HOW PEOPLE THINK

LARKING, Jill H. y RAINARD, Barbara, 1984, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 21, nº 3, pp. 235-254.

El objetivo de la Psicología del Procesado de Información (Ps. P. I.) es comprender cómo las personas realizan tareas intelectuales tales como resolver problemas. Se busca, en concreto, obtener modelos de pasos detallados que puedan explicar plausiblemente el proceso mental seguido por el sujeto, por qué siguen esos pasos y dónde se equivocan. En este extenso artículo, uno de los más relevantes investigadores de la escuela del «procesado de información» (Ver Selección Bibliográfica sobre resolución de problemas y su didáctica en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2 nº 2), Larkin, junto con Rainard, describen con mucho detalle las técnicas de investigación utilizadas en Ps. P. I.

Los investigadores en este campo utilizan técnicas especiales para recoger datos y construir modelos. La recolección de datos se realiza «obligando» a los sujetos a hablar en voz alta cuando resuelven problemas. Estos comentarios, grabados y transcritos, forman lo que se llama un protocolo. No obstante, como los autores señalan, un protocolo no es un registro completo de todos los pensamientos del resolvente, ni recoge por qué hace lo que hace. Sólo suministra indicaciones regulares de los pensamientos

del sujeto. Por tanto, los investigadores deben inventar un modelo más completo de todo el proceso de resolución, cuya validez deberá ser contrastada mediante su capacidad para explicar el protocolo obtenido.

La característica fundamental de un modelo de este tipo, es que debe resolver el problema, es decir, no se trata de un modelo general, o de etapas, sino que debe contener con todo detalle todos los pasos a seguir hasta alcanzar la solución. Para los autores, un modelo de estas características debe constar de los siguientes elementos:

1. La representación que tiene el sujeto del problema, que cambia y crece con los esfuerzos de solución.
2. Un conjunto de reglas que describan lo que hace el sujeto cuando desarrolla su representación (momentánea) del problema. Cada regla describe una acción junto con las condiciones en las cuales es posible usarla. Cada acción supone un cambio en la representación del problema.
3. Finalmente, un modelo de procesamiento de información en resolución de problemas, necesita un modo de decidir el orden en que esas reglas se aplican. Es decir, un *intérprete*, que parta de una representación del problema y compare las condiciones de las reglas disponibles con las de la representación, seleccione una regla de condiciones iguales y ejecute su acción para producir cambios en la representación del problema. El intérprete parte, otra vez, de la nueva representación y realiza el ciclo. Y así sucesivamente, hasta que una acción ejecutada manda parar o hasta que ninguna regla del modelo se satisfice.

Como podrá adivinarse, aquí es donde el ordenador entra en juego: las reglas del modelo pueden ser escritas en un tipo de lenguaje de ordenador llamado «sistema de producción» (a cada regla que consta de una acción y sus condiciones respectivas, se le llama una «producción»). Los sistemas de producción consisten en una lista de producciones, una memoria de trabajo que contiene la representación del problema, y un intérprete como el que se ha descrito.

Si las reglas se describen como pro-

ducciones legibles por el ordenador, éste decide qué regla actúa la próxima y cuál es el efecto que tiene sobre la representación del problema. La construcción de estos programas, sirve, además, para verificar si el conjunto de reglas elaborado es suficiente para resolver el problema: si el programa funciona y produce soluciones coherentes, el conjunto de reglas es adecuado y coherente. Además, el sistema de producción transforma un conjunto de reglas aisladas en secuencias de pasos que pueden ser comparadas con los pasos seguidos por los resolventes y registrados en el protocolo. De este modo, el sistema de producción liga el modelo construido por el investigador y los datos que se supone debe explicar. Pero la característica que hace tan útiles a los sistemas de producción es que responden flexiblemente ante situaciones cambiantes. En efecto, en un programa realizado en lenguaje estructurado como PASCAL, el programador elige el orden de los pasos del ordenador; en cambio al escribir un sistema de producción, el programador elige las acciones y las condiciones en que pueden ser ejecutadas, pero cuando funciona el sistema todas las acciones son susceptibles de ser utilizadas. Qué producción actúa, depende de cómo se desarrolle la representación en la memoria de trabajo. Por tanto, añadir o quitar reglas, dará lugar a secuencias distintas de pasos (es decir, distintos modelos) que producirán distintas soluciones (incluso erróneas). Estas soluciones son comparadas con las soluciones humanas para comprobar si el modelo suministra una buena explicación de lo que hacen los resolventes humanos.

Como ilustración de estos comentarios generales, en el artículo se desarrolla un estudio muy típico del procesamiento de información: el problema del tubo en U que contiene mercurio y se le añade agua en una de sus ramas. En este estudio se comprueba, con el sistema de producción, la importancia de las relaciones espaciales en la resolución de problemas.

Pero el objetivo de los autores es incitar al profesorado a la investigación usando las técnicas de la Ps. P. I., para ello, muestra que la etapa más costosa, la del modelo de ordenador, puede ser obviada: simple-

mente recoger y estudiar protocolos puede ser muy útil. Con este objetivo, desarrollan un estudio para determinar por qué los alumnos se equivocan repetidamente en los problemas de cambio de unidades en química (moles, gramos, átomos, ...), en el que no se usa el ordenador.

Termina el artículo, discutiendo detalles técnicos de esta metodología de investigación, es decir, cómo obtener buenos protocolos, cómo confeccionar buenos modelos, y otros aspectos como el tamaño de las muestras, la generalizabilidad del resultado y posibles inconvenientes.

Todo ello con suficiente detalle para que los profesores puedan comenzar a usar este tipo de técnicas. No obstante, hay que advertir de la existencia de opiniones encontradas sobre la técnica de hacer hablar en voz alta a los resolventes de problemas. No está comprobado concluyentemente que no afecte negativamente a quién resuelve el problema, tal como opinan muchos investigadores.

J. MARTINEZ TORREGROSA

THE EFFECTS OF QUESTION TYPES IN TEXTUAL READING UPON RETENTION OF BIOLOGY CONCEPTS

LEONARD, William H. y LOWERY, Lawrence F., 1984, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 21, nº 4, pp. 377-384.

¿Influye el planteamiento de preguntas en la comprensión y retención de un texto?

Esta es la cuestión planteada por los autores del artículo, que enmarcan su trabajo en la problemática general sobre la eficacia de las preguntas en el aprendizaje.

Estudios realizados sobre este tema en las áreas de C. Sociales y Lengua, parecen mostrar que el hacer preguntas a los alumnos antes o después de la lectura de un texto, facilita su retención y comprensión. No existiendo hasta el momento trabajos que muestren la eficacia del planteamiento de cuestiones dentro del mismo texto.

Los autores trasladan esta problemática al campo de la Biología, y pretenden con su investigación, de-

terminar los efectos de ciertos tipos de preguntas cuando son hechas entremezcladas con los textos de Biología dirigidos a alumnos de los primeros cursos de universidad.

Su hipótesis, difiere de los resultados obtenidos en las investigaciones llevadas a cabo en otros campos, así piensan que los estudiantes que han leído un texto con conceptos biológicos en el que se han entremezclado preguntas relativas al tema, no comprenderán, ni retendrán más, que los que hayan leído el texto sin preguntas.

Para contrastar esta hipótesis diseñan la siguiente experiencia:

- Selección de un texto corto pero completo sobre un tema.
- División de la muestra de 383 estudiantes en 6 grupos:
 - G.1: lee el texto sin preguntas.
 - G.2: lee el texto con preguntas de tipo retórico, es decir, que no pide a los alumnos la respuesta activa a la cuestión.
 - G.3: el texto es leído con preguntas de tipo «factual» donde el alumno debe reorganizar la información leída previamente.
 - G.4: las cuestiones planteadas son de valoración o enjuiciamiento.
 - G.5: se plantea a los alumnos cuestiones de hipótesis, donde deben hacerse predicciones para solucionar problemas o situaciones.
 - G.6: no lee el texto.
- Después de la lectura, se pasa a los alumnos un test dirigido a valorar el nivel de retención y comprensión del texto: a corto plazo, es decir inmediatamente después de la lectura; a medio plazo, a las dos semanas; y a largo plazo o sea al cabo de 9 semanas.

Se obtienen en líneas generales, los siguientes resultados:

1. No existen diferencias significativas en la comprensión y retención del texto, entre estudiantes que lo leyeron sin preguntas y los que lo hicieron con cuestiones intercaladas en el mismo, cuando el test es pasado inmediatamente después de la lectura.
2. Cuando los tests de retención y comprensión, fueron pasados a las dos semanas de haber leído el texto, se obtienen unos resultados que muestran que retuvieron y comprendieron más, los estu-

diantes que leyeron el texto sin preguntas.

3. Al pasar el test a las nueve semanas, los resultados nos muestran diferencias significativas entre el grupo que leyó el texto sin preguntas y los que lo hicieron con ellas, salvo en el caso de los estudiantes a los que se les repartió el texto con cuestiones de tipo retórico, es decir preguntas cuya respuesta no exigía su participación activa. Este grupo presentó un nivel significativamente menor de comprensión y retención.

Estos resultados, plantean a los autores muchas hipótesis, abriendo de esta manera interesantes líneas de investigación:

1. Es posible que las preguntas intercaladas en un texto, produzcan verdaderas variaciones, respecto a las planteadas antes o después de la lectura del mismo.
2. Las preguntas planteadas, pueden distraer la concentración de los estudiantes.
3. Tal vez los textos de Biología, al revés de lo que puede ocurrir con textos no científicos, tienen algunas características de mayor complejidad conceptual, de abstracción o cuantificación.
4. Si bien la comprensión y la retención son necesarias en el aprendizaje, la retención supone la intervención de la memoria. ¿Hasta qué punto puede este hecho explicar los resultados obtenidos?

A. GENE

TRoublante Mecanique Quantique

Sciences & Avenir. Numero special hors serie n° 46

Este número especial de la revista *Sciences Avenir* trata sobre la historia, la epistemología, las aplicaciones y la didáctica de la Física cuántica. Tiene un particular interés para los profesores de Física y Química que tienen que introducir las primeras nociones de Física cuántica, ya que proporciona una visión general de los conceptos básicos de esta y de sus importantes aplicaciones técnicas.

Tras la introducción «*Troublante Mécanique quantique*» de S. Deligeorges y un artículo divulgativo (sin firma) sobre el comportamiento de las partículas y las ondas clásicas, pasamos al artículo «*la catastrophe ultraviolette*» de S. Deligeorges en el que se plantea la crisis de la Física clásica por la existencia de «dos pequeñas nubes oscuras» (los resultados de Michelson y el problema del espectro del cuerpo negro) «que se hincharon y estallaron en la Relatividad y la Mecánica cuántica». A continuación desarrolla los principales acontecimientos de esta última (hipótesis de Planck, 1900; efecto fotoeléctrico, 1905; modelo atómico de Bohr, 1913 —con referencias a los trabajos de Thomson, 1897 y al modelo de Rutherford, 1910—; hipótesis de De Broglie, 1923; matrices de Heisenberg, 1925 y ecuación de onda de Schrodinger, 1926).

Sigue «*Une nouvelle science*» en el que C. Chevalley pretende averiguar lo que sucedió realmente en el mítico 5º Congreso Solvay de Bruselas (1927) recurriendo a las actas. Concluye que en él se presentó la Mecánica cuántica como una teoría enteramente constituida (tanto su formalismo matemático —los trabajos de Heisenberg, Born, Jordan, Dirac, Wiener y Schrodinger habían sido publicados entre 1925 y 1927— como dos ideas básicas para su interpretación física —el principio de indeterminación y la complementariedad provienen de 1927—) y se instauró el debate sobre el abandono de las imágenes y del determinismo (en ese momento aún no tan personalizado entre Bohr y Einstein).

A continuación, en «*Einstein dans le tempête*» M. Paty examina todos los trabajos de Einstein relacionados con la Física cuántica (efecto fotoeléctrico, 1905; calores específicos de los sólidos, 1907-11; fluctuaciones estadísticas de la radiación, 1909; condiciones de equilibrio de los estados atómicos, 1916-17; estadística de Bose-Einstein, 1924) para mostrar que la actitud de Einstein ante esta no era la de un físico desfasado (como intentaron presentarlo sus oponentes) y que algunas de sus objeciones «permanecen en el corazón de las dificultades conceptuales» de la Física cuántica.

B. Bensaude-Vincent en «*Un accueil difficile*» examina las causas

por las que la Mecánica cuántica, que se difundió muy rápidamente en numerosos países (EEUU, Inglaterra) tuvo una lenta penetración en Francia. Es interesante comparar con la situación en España y con el papel jugado por Cabrera, Terradas, etc.

B. Wheaton en «Le duc dans la Mécanique ondulatoire» investiga los trabajos de los hermanos De Broglie, que permitieron al menos superar la imagen de la naturaleza de finales del XIX, que «distinguía entre materia sustancial y luz etérea».

D. Darrigol en «Un délicat mariage» muestra como Heisenberg y otros se plantearon la necesidad de la fusión entre las dos grandes ideas de comienzos del XX, que condujo a la Electrodinámica cuántica, detallando los diversos pasos: desde la cuantificación de la radiación libre por Jordan en 1925, pasando por la ecuación de Dirac del electrón de 1927, hasta alcanzar el problema de la renormalización.

A continuación encontramos la entrevista con A. Messiah, en la que se subraya el importante papel jugado por su texto «Mécanique Quantique» y tres artículos: «La vertu d'une inégalité» de A. Castiel, «L'insaisissable réalité» de B. d'Espagnat y «50 ans de fidélité d'une vieille dame» de F. Lalœ, que tratan sobre la desigualdad que J. Bell demostró en 1964, que relanzó el debate que oponía a los partidarios de Bohr a los de Einstein y permitió diseñar experiencias (como las de Clauser, 1969 y A. Aspect, 1974, entrevistado en este número) que mostraron que al menos una de las premisas subyacentes a las teorías realistas locales (Premisas planteadas por Einstein, Podolski y Rosen en 1935) es falsa.

El último bloque está constituido por los siguientes artículos: «Le Monde des quanta» de J.M. Levy-Leblond, que subraya que la Mecánica cuántica lejos de ser una teoría sólo aplicable a objetos microscópicos subtiende, en realidad, el conjunto de nuestra comprensión de la materia de la más pequeña a la mayor escala. Para confirmarlo enumera una serie de ejemplos de comportamientos colectivos cuánticos que se manifiestan macroscópicamente: el cuerpo negro, el laser, el Helio superfluido, la superconductividad y muestra cómo la estabili-

dad, y por tanto, la existencia de la materia, es debida a la naturaleza fermiónica de los electrones. Completa el artículo realizando un breve panorama de las aplicaciones técnicas de la cuántica, no sólo en los métodos experimentales de las ciencias físicas (microscopio electrónico, óptica neutrónica y cuántica...) sino en la producción industrial y la medicina (laser, microelectrónica, electroimanes de bobinas superconductoras...).

En «Voulez vous apprendre quantique» de F. Balibar y J.M. Levy-Leblond, señalan cómo a consecuencia de lo dicho en el anterior artículo, es necesario iniciar la enseñanza de la Física cuántica en secundaria —las primeras nociones— y en el 1er. ciclo universitario. Esto exige un cambio didáctico en la elección del material tratado y su organización (recorrer a los puntos de vista teóricos y a las experiencias más modernas de la Física cuántica así como poner a la luz sus dificultades conceptuales) y en el estilo (frente a un tratamiento excesivamente formalizado, introducir los métodos cualitativos y heurísticos de la física: análisis dimensional, órdenes de magnitud, etc.). Basados en estos criterios, los autores han elaborado un texto titulado «Quantique».

Para finalizar, en «La mécanique quantique à l'ordinaire des physiciens» F. Lalœ reflexiona sobre el carácter de teorías cuádras de la relatividad y la Física cuántica, es decir, de teorías que proporcionan el marco teórico que toda nueva teoría física debe satisfacer y cuyos principios generales pueden ser utilizados para construir otras teorías más específicas (la teoría de Schrodinger para átomos y moléculas, las teorías de campos —la cromodinámica cuántica, la teoría electrodébil—, la física nuclear, etc.), sobre el papel de las matemáticas y de las ecuaciones, del experimento del ordenador etc, así como sobre las dificultades conceptuales de la Física cuántica, que se superarán no tanto investigando sobre ellas, cuanto avanzando en otras disciplinas.

SOLBES, J.

LAS MATEMATICAS DE GALILEO ESTUDIO HISTORICO SOBRE «LA NUEVA CIENCIA DEL MOVIMIENTO»

AZCARATE GIMENEZ, C.

Seminario de historia de las ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, 1984.

Hace más de tres años que surgió en la Universidad Autónoma de Barcelona esta «Serie de preprints» sobre Historia y Epistemología de la Física (UAB-HEF). Nació con una solemne profesión de convicciones sobre el interés polivalente que hoy ofrece una reflexión histórica y epistemológica sobre nuestras ciencias. Y nació también con un interrogante sobre las garantías de continuidad de tal empresa. En el fondo esas mismas convicciones y el deseo de proporcionar esta continuidad ha llevado a la Universidad Autónoma de Barcelona, a crear en el ámbito de su Facultad de Ciencias un «Seminario de Historia de las Ciencias, con el fin de fomentar y coordinar las actividades interdisciplinarias de docencia e investigación que esta Universidad va realizando en el campo de la Historia de las Ciencias». Este seminario acoge con gozo la serie UAB-HEF, como marco en el que anticipe sus publicaciones («preprints») relacionadas con el ámbito de las ciencias físicas.

El presente volumen, según reza su título, parece tratar de matemáticas. En realidad trata de un tema importante no sólo para la historia de la matemáticas y de su motivación, sino sobre todo para la historia de la física. Estudia, en un caso concreto, la creación matemática necesaria para poner en marcha una revolución conceptual física. Según el conocido texto galileano que encabeza este prólogo, la lengua de las cosas naturales —la «Physica»— es la lengua matemática en que está escrito ese inmenso libro del mundo. Sin duda nuestro lenguaje físico está inspirado por la naturaleza. Pero la historia de la física demuestra que ese lenguaje ha ido cambiando. Y la revolución relativista ha hecho patente más bien el principio einsteniano de que ese lenguaje matemático es creación libre del entendimiento humano.

El presente trabajo —cuyo noble origen como tesis de licenciatura no tiene por qué disimular— pretende demostrar que, en cuanto a la creación conceptual, Galileo era ya eins-

Lo interesante de este estudio es precisamente el rastreo de los esfuerzos penosos de Galileo y aun sus predecesores por conseguir tales intuiciones. Pedagógicamente, comienza por presentar la elaboración galileana más madura. Al analizar esos textos, no disimula la pobreza del discurso galileano, que no logra el proyecto newtoniano de autonomizar el razonamiento matemático en su propio plano de abstracción matemática. Muestra más bien cómo las intuiciones matemáticas de Galileo, al cojear, se apoyan en las muletas de su ejemplificación conceptual física. Pero históricamente aún más instructivo son los rasgos que presenta del proceso de génesis de esos conceptos matemáticos a lo largo de la vida de Galileo, con sus confusiones y sus tanteos. Es un moderno campo de investigación, fomentado por los estudios recientes de manuscritos originales de Galileo, no publicados o interpretados hasta ahora. De estos múltiples estudios recientes se analizan y discuten algunos documentos seleccionados, de especial interés para la génesis de las ideas matemáticas de Galileo.

Aún más complejo es el tema del influjo en Galileo de sus precursores, de las creaciones de la física medieval hoy discutibles. Es otro moderno tema de seria investigación histórica. Sin pretensiones de originalidad, este estudio nos ofrece una panorámica de las escuelas y aun los textos más importantes, relativos a las ideas y resultados matemáticos que creíamos (y Galileo mismo asegura creer) son lo más teniano. Galileo —poco antes de morir en 1642— nos legará una *Cinemática*, una «Nueva Ciencia del Movimiento», que Newton —nacido ese mismo año 1642— reelaborará en sus «Principia», en forma de *Dinámica* a la vez celeste y terrestre. Así nace nuestra ciencia moderna. Galileo manejará un lenguaje matemático que ciertamente no saca de la naturaleza. Lo saca en parte de la herencia de los griegos: teoría de proporciones, tratado sobre las secciones cónicas. Y en parte lo ha de crear él mismo: intuición de integral. Intuición que no introduce con finalidades geométricas, sino estrictamente físicas: por ejemplo, para obtener el espacio recorrido como integral de la velocidad a lo largo del tiempo.

original del trabajo galileano. El lector responsable llegará a dudar de que Galileo dijera algo importante que no hubiese sido ya dicho de algún modo en esa baja edad media, tan pretendidamente oscurantista. Prescindamos del problema aún más discutido —discusión que este estudio también reseña— del posible influjo, directo o indirecto, de esos textos medievales en la mentalidad de Galileo. Porque no se pretende en este estudio empañar la honradez o quizás méritos a la personalidad científica de Galileo. Pero quizás ayude a entender al lector, que lo creativo no siempre es decir algo que no haya dicho nadie nunca; que a veces es creativo decirlo de forma que se subraye lo importante, lo que pasa a ser el núcleo central del paradigma naciente.

Esa creación, a lo largo de la historia humana, de cuadros conceptuales capaces de expresar las armonías escondidas de la naturaleza, es sin duda un misterio. Para Einstein es el «misterio eterno» de la comprehensibilidad del mundo. Reflejo de ese misterio es el de la recreación en las mentes de nuestros estudiantes de nuestro cuadro conceptual moderno. Es el misterio eterno de una pedagogía científica. Y es tema reciente de discusión interdisciplinar, el valor de la aplicación didáctica de la historia de las ciencias. Este tema es también abordado por el presente trabajo, en sus ponderadas conclusiones de carácter «humanista-didáctico». Quizá su conclusión más importante sea la necesidad de que el profesor de ciencias conozca a fondo la génesis histórica de los conceptos que enseña —si es que pretende humanizar su enseñanza—.

Sólo nos queda desear que este trabajo —en su actual forma de «preprint» y en una futura presentación impresa que auguramos— sea ampliamente utilizado por enseñantes de ciencias, físicos, matemáticos y epistemólogos interesados en el origen de nuestros conceptos científicos. Encontrarán en él un guía experimentado y entusiasta que les conducirá directamente a los textos y las discusiones importantes. Su amplia bibliografía de fuentes y estudios —clásicos y recientes— utilizados en el trabajo, es testimonio de su riqueza informativa, y es asimismo acicate para continuar inves-

tigando alguna de las muchas cuestiones que aún quedan abiertas.

MANUEL GARCIA DONCEL
Catedrático de Física Teórica
Seminario de Historia de la Ciencias
Universidad Autónoma de Barcelona

TRATADO ELEMENTAL DE QUÍMICA

Antoine Laurent de Lavoisier (de la colección «Clásicos Alfaguara»).

En el Nº 1 de la revista *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 1983, apareció un artículo firmado por V. Navarro y titulado «La Historia de las Ciencias y de la enseñanza»; en él, se pone de manifiesto el poco aprecio que sobre la Historia de las Ciencias ha demostrado el científico. La ausencia de esta disciplina en los distintos planes de Licenciaturas de Ciencias se ha traducido en una ignorancia por parte del docente, que se ha preocupado de enseñar el resultado del proceso sin importarle conocer el camino que condujo a dicho final.

También, en el artículo mencionado, se cita la importancia que algunos científicos han sabido dar a la Historia y cómo últimamente el papel de ésta está siendo reevaluado. Por otra parte, existen trabajos de investigación didáctica que van demostrando la existencia de «barreras mentales» en el proceso cognoscitivo del alumno que coinciden con los momentos críticos históricos que supusieron cambios en los paradigmas.

Por este doble motivo: desconocimiento de la Historia e importancia de ésta en el proceso de aprendizaje, la lectura de libros que nos ayudan a comprender el pensamiento de aquellos científicos que han hecho posible la Ciencia actual resulta, para el profesor, interesante e importante.

Lavoisier es uno de los científicos que ayudaron fundamentalmente a concebir la Química actual. «La desaparición de la teoría del flogisto es uno de los acontecimientos más importantes de la Historia de la Química, dividida, realmente en dos por él» (Taton, 1973).

El libro consta de tres partes: en la primera, Lavoisier, describe sus ideas sobre los muchos conceptos

que en su corta etapa investigadora, fue estudiando: la composición del aire, la descomposición del agua, la consideración sobre los ácidos y las bases, la oxidación de los metales, la nomenclatura, etc; en la segunda, aparecen numerosas tablas que resultan de la combinación de los ácidos con las bases, (resulta sorprendente observar la enorme cantidad de compuestos que fue manejando); y en la tercera, describe, con gran minuciosidad, los aparatos y operaciones que realizó experimentalmente.

Es de destacar la claridad en el manejo de una metodología científica; así se pueden encontrar frases que pueden considerarse «de oro» para cualquiera que pretenda investigar, p.e. «En un sistema donde se ha establecido la ley de no admitir más que los hechos y donde se evita en lo posible suponer más allá de lo que ellos demuestran, se debe designar provisionalmente con nombres distintos a las cosas que producen efectos diferentes»; respecto a la parte experimental, dice: «Uno de los principios que nunca se debe perder de vista en el arte de realizar experimentos es el de simplificarlos tanto como sea posible y evitar todas las circunstancias que puedan complicar sus efectos».

Para acabar, considero necesario, mencionar la introducción de R. Gago Bohórquez, que ha sido ayudante de los departamentos de Historia de la Medicina de las Universidades de Granada y Málaga, donde además de relatar datos biográficos de Lavoisier comenta las partes más importantes de su obra enmarcándolo dentro del contexto de la época.

JUAN HERNANDEZ PEREZ

LA ENSEÑANZA: SU TEORIA Y SU PRACTICA

GIMENO SACRISTAN y PEREZ GOMEZ, 1983, Ed. Akal, Madrid.

Tradicionalmente se conciben las innovaciones didácticas como experimentos de laboratorio a los que puede y debe aplicarse la metodología de las ciencias experimentales en su acepción más empirista. Los investigadores didácticos proceden, en consecuencia, a simular en el

aula las condiciones de laboratorio, seleccionar las muestras de la población escolar a las que va a aplicarse el experimento, controlando las variables significativas, tratando de comparar los «resultados» (?) alcanzados por diferentes grupos mediante la profusa utilización de cálculos estadísticos y variables psicológicas o intelectuales más o menos pintorescas.

Siempre ha habido profesores que por alguna razón han sentido gran repugnancia por las taxonomías de objetivos y por la psicometría, desarrollando su trabajo al margen de diseños empiristas. Pero el prestigio social de que goza el cientificismo ha obligado a este tipo de personas a ocultar vergonzantemente su actitud ante la investigación didáctica.

Sin embargo una reflexión algo más profunda permite darse cuenta de que:

— La tarea educativa no es ideológicamente neutra, realizándose en la encrucijada de intereses sociales y políticos diversos y con frecuencia antagónicos. De hecho la investigación didáctica tradicional sirve a los intereses de las estructuras burocráticas o a los del capital industrial. Frente a esto cabe adoptar una postura decididamente democrática que tiene grandes consecuencias metodológicas.

— El aprendizaje es un proceso tremendamente complejo que involucra todas las cualidades del ser humano, por lo que no es susceptible de ser estudiado mediante la aplicación mecánica de los métodos de las ciencias experimentales. No puede determinarse objetiva y científicamente cuál es el mejor modo de enseñar determinados contenidos ya que ni siquiera puede haber acuerdo sobre lo que se debe enseñar. De hecho los currícula se ven modificados frecuentemente como consecuencia de las experiencias didácticas. Por otra parte los resultados de la educación no son nunca los previstos, produciéndose a largo plazo cambios en el modo de actuar y de pensar en los receptores, que no fueron expresamente buscados por los educadores (currículum oculto o «no escrito»).

— En consecuencia, frente a la evaluación psicométrica tradicional, basada en la simulación de condiciones experimentales en el aula, cabe oponer una evaluación iluminativa basada en los métodos de la historia y de la antropología, es decir, en la observación y en la interpretación «desde dentro». La evaluación tradicional sirve a las autoridades educativas (o a otros poderes) para tomar decisiones o para justificar las ya tomadas, por lo que puede ser calificada de «evaluación burocrática». En cambio la evaluación democrática es «iluminativa» en el sentido de que sirve a profesores y alumnos para entender y mejorar su trabajo.

Quizá lo más sorprendente para los adictos al sistema de evaluación agrícola-botánico es que los objetivos no tienen por qué estar claramente especificados de antemano. Es más, no deben estarlo para permitir a los innovadores detectar aspectos de su trabajo que de otro modo quedarían fuera del diseño de la investigación. De esta manera la propia dinámica del proceso obliga a un rediseño permanente. En vez de abusar de medidas psicométricas y de extrapolaciones estadísticas, el evaluador tratará de registrar todo lo que, a su juicio, sea significativo para la interpretación y comprensión de los mecanismos de aprendizaje en el entorno concreto en que la experiencia desarrolla. No hay que controlar variables en el aula, sino dejar que la experiencia se desarrolle de modo natural. No se descarta la confección de tests y encuestas, pero se enfatiza el uso de cuestionarios abiertos, de entrevistas... No se elimina la medida de resultados, pero se acentúa la estimación del interés que los protagonistas tienen en la tarea, su grado de satisfacción, las repercusiones en otras actividades, etc.

Cabe decir que el informe realizado de esta manera permite ulteriores investigaciones sobre la experiencia, dada la gran diversidad de datos recogidos, en tanto que la evaluación tradicional sólo es capaz de extraer conclusiones sobre las variables tenidas en cuenta en el diseño.

Este nuevo enfoque, que es sin duda más complejo que el tradicional, puede contribuir a eliminar, dis-

tancias entre la investigación didáctica y la práctica docente, aunque requiere una gran madurez metodológica. El libro de Gimeno Sacristán

y Pérez Gómez recoge algunos de los artículos más importantes publicados en los últimos años sobre el tema en el ámbito anglosajón, y es

un excelente punto de partida para aquellos de nosotros que, intuitivamente, huíamos de «hacer experimentos» con los alumnos.

AGUSTIN SANCHEZ

PUBLICACIONES RECIBIDAS

PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA

Serie de preprints de historia y epistemología de la física.

Sánchez Ron, José Manuel, *Relatividad especial, relatividad general (1905-1923)*. Agotado.

García Doncel, Manuel, *Partículas, campos y simetrías*.

Azcárate Giménez, Carmen, *Las matemáticas de Galileo. Estudio histórico sobre «la nueva ciencia del movimiento»*.

García Doncel, Manuel, *En qué consiste una ciencia*. En preparación.

Proyecto Faraday

El proyecto Faraday que el grupo Recerca está elaborando bajo el patrocinio del ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona tiene como finalidad la renovación de la didáctica de la Física y Química mediante

la utilización del método de descubrimiento dirigido y del método histórico. Todas las unidades publicadas han sido experimentadas y posteriormente revisadas en función de los resultados obtenidos.

Cada una de ellas consta de una guía del alumno y de una guía del profesor. Han sido publicadas:

Guía del Proyecto Faraday (en catalán).

¿Cómo identificar las sustancias? Propiedades características (en castellano y en catalán).

¿Cómo obtener sustancias puras? Métodos de separación (en castellano y en catalán)

El comportamiento de las sustancias frente al calor y el paso de la corriente eléctrica: elementos y compuestos (en castellano y en catalán).

Naturaleza atómica de la materia (en castellano y en catalán).

La ordenación de los elementos (en castellano y en catalán).

La estructura de los gases, líquidos y sólidos (en castellano).

Naturaleza eléctrica de la materia: iones (en castellano).

Una introducción a la química de las sustancias (en castellano y en catalán).

Naturaleza eléctrica de la materia: átomos, moléculas y estructuras gigantes (en castellano).

Química de los compuestos de carbono (en castellano).

VISOR LIBROS. Colección Aprendizaje.

Kamii, Constance, 1984, *El número en la educación preescolar*.

Kamii, Constance, y DeVries, Retha, 1983, *La teoría de Piaget y la educación preescolar*.

De Ketele, Jean-Marie, 1984, *Observar para educar*.

Taylor Ann et al, 1984, *Introducción a la psicología*.