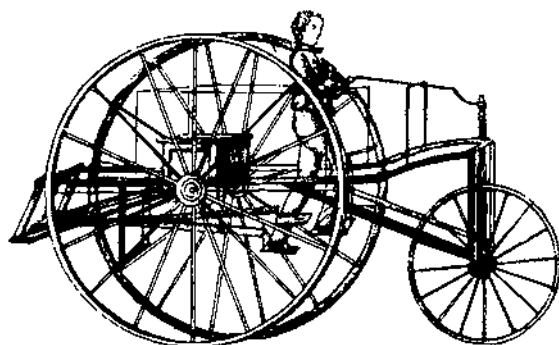


# INFORMACION BIBLIOGRAFICA



## Y NOTICIAS

*Esta sección está concebida para facilitar el desarrollo de la investigación didáctica. Por esto, además de publicar reseñas de interés (en particular de artículos de revistas internacionales) 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 BIBLIOGRÁFICAS

### PUPILS' CONCEPTION OF MATTER AND ITS TRANSFORMATIONS (AGE 12-16)

*Anderson, B., 1990, Studies in Science Education, 18, pp. 53-85.*

Es un excelente artículo que hace una extensa revisión bibliográfica, muy actual, de las concepciones que los alumnos de edades comprendidas entre 12 y 16 años tienen sobre la materia y sus transformaciones. Después de una introducción motivadora que trata de mostrar la relevancia social de una buena enseñanza de la Química (p.e. en la relación del ciudadano con los problemas ambientales), el artículo tiene varios apartados conectados lógicamente. En el primero de ellos, se describe el pensamiento cotidiano de los adolescentes cuando tratan de explicar, desde el punto de vista macroscópico, lo que llamamos

reacciones químicas, cómo responden ante los problemas de conservación y cómo conciben los estados físicos de la materia, con una especial atención al estado gaseoso. En un segundo apartado se entra a describir las concepciones de los alumnos sobre el mundo atómico (átomos, moléculas y sistemas de partículas). Más adelante, se discuten las implicaciones educativas de los resultados obtenidos en estas investigaciones mediante un análisis crítico de las prácticas habituales de enseñanza de estos temas y con la aportación de sugerencias en el estudio de la conservación y del concepto de gas. Finalmente se comentan cuatro programas de enseñanza, algunos de ellos desarrollados muy recientemente, como nuevas formas de enseñar la materia y sus transformaciones y, como suele ser costumbre en estas revisiones, se acaban enumerando algunos de los problemas a tener en cuenta en la investigación futura.

En cuanto a la comprensión cotidiana que se tiene sobre las reacciones químicas se comentan las cinco categorías ya expuestas por el autor en otros trabajos con ejemplos concretos. Así, el problema ya conocido de la combustión de una cierta cantidad de gasolina en un coche es explicado por el 15 % de los alumnos con la *desaparición* de los productos (categoría A), y pocos apuntan hacia su conversión en los gases de escape. Otras categorías puestas de relieve son: el *desplazamiento* de sustancias en la reacción (esta categoría de respuestas B supone que las sustancias desaparecen de su sitio original y aparecen en otro), la *modificación* (C) similar a un cambio físico donde la sustancia retiene su identidad, pero puede cambiar alguna propiedad, la *transmutación* (D) con sus subclases (conversión de una sustancia en energía, viceversa, etc...) y la *interacción química* (E) como la científica. Llama la atención que solamente el 2 % de los adolescen-

tes, en el caso de la pregunta de la gasolina, o que el 15 % en la combustión de la lana de acero, respondan después de la instrucción de acuerdo con esta última categoría E.

En las explicaciones que dan a los cambios de estado, el autor ha aplicado estas mismas categorías. Aquí, como era de esperar, utilizan en mucha mayor proporción la categoría de la modificación (C), si bien comenta que los detalles de las contestaciones están determinadas por la forma de la pregunta, por las experiencias de los alumnos y por las ideas que usan en su descripción general muy próximas a un modelo de materia continua, estética y sin vacío (Pfundt 1981 y Nussbaum 1985).

También se destaca la poca comprensión científica que los alumnos suecos de 16 años tienen de la conservación de la cantidad de materia en la pregunta sobre la combustión del fósforo (26 %), al mismo tiempo que se da una tabla sobre las concepciones científica y ordinaria del peso y cómo estas ideas pueden estar influenciadas por una concepción continua de la materia.

Al exponer las concepciones de los alumnos sobre los átomos y las moléculas se indican los resultados obtenidos, tanto en adolescentes como en adultos, respecto a la continuidad de la materia y se explica que no es sorprendente que los estudiantes proyecten las propiedades macroscópicas de las sustancias sobre los átomos y las moléculas, ya que estas ideas se introducen como etapas finales de la división de la propia materia. Consecuentemente el autor ha hecho una transferencia de aquellas cinco categorías de respuestas (A, B, C, D y E) para explicar las transformaciones macroscópicas a las preconcepciones sobre los átomos y moléculas. Así, por ejemplo, la categoría macroscópica del desplazamiento (B) se justifica como una adición o una mezcla de capas de átomos, de manera que una molécula nueva es el resultado de añadir o mezclar las moléculas iniciales que habían y que, por tanto, son inmutables. En el caso de los sistemas de partículas se presentan varias concepciones como la semejante a una «tarta de pasas» o la del «conglomerado de partículas» que el autor interpreta como la consecución de un equilibrio en los conflictos mentales existentes entre sus preconcepciones de una materia continua, estética y sin vacío y las ideas escolares de una materia corpuscular, dinámica y con huecos.

Estos resultados de la investigación pueden arrojar una luz sobre las dificultades que tienen los estudiantes para pasar de un pensamiento cotidiano a otro científico y, en este sentido, se extraen algunas implicaciones para la enseñanza de esta

temática. Así, el autor comenta críticamente cómo los libros de texto no establecen diferencias entre la observación y el concepto de modelo, no mantienen una diferencia clara entre los niveles macroscópico (sustancias) y submicroscópicos (átomos y moléculas), con lo cual confunden a sus jóvenes lectores y, muchas veces sin quererlo, inducen, por ejemplo, un modelo aditivo de átomos al representar un proceso químico mediante un dibujo, con lo cual no se percibe la existencia de interacciones entre aquéllos, etc...

Más discutible es su alternativa sobre la necesidad de reiterar el principio de conservación de la masa en cada uno de los experimentos descritos en los libros, cuando de hecho lo que se requiere es un cambio cualitativo profundo —más que cuantitativo— en la puesta en acción didáctica de estos temas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. En cambio, estamos de acuerdo en las dificultades que tienen los alumnos para comprender la naturaleza material de un gas, que pesa algo (Furió et al. 1987) y en la necesidad de que el profesor debe empezar por lo más elemental (el problema de la existencia de un gas, de gases diferentes con propiedades distintas, del aire como mezcla de gases o de que éstos forman parte de las reacciones químicas, etc...).

Vistas las dificultades de los estudiantes en estos dominios, a continuación, se plantea en el artículo la cuestión de cómo enseñar para que se comprendan mejor estas ideas. Se contesta, en general, con un enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje de orientación constructivista y, después de algunas recomendaciones, se hace una somera descripción de cuatro programas para enseñar estos contenidos: el tema de la naturaleza corpuscular de la materia gaseosa de Nussbaum (1985), el modelo de partículas para sólidos, líquidos y gases del CLIS (1987), el método de descubrimiento guiado de de Vos y Verdonk (1987) y el programa MAM (Matter and Molecules) situado entre la transmisión verbal y las orientaciones constructivistas (Berkheimer et al. 1988). Queda abierta la cuestión sobre el cambio conceptual persistente logrado con alguno de estos programas de enseñanza.

Para finalizar, el autor presenta algunos de los problemas relevantes para investigaciones futuras. Entre ellos destaca el dilema que se puede presentar a la hora de adoptar un punto de vista respecto a las estrategias a seguir para lograr el cambio conceptual del alumno: (se concibe como el avance en una dimensión basada en ir escalando progresivamente una secuencia de estas tres categorías:

A. La materia es continua y estética, sin vacíos.

B. Existencia de partículas en un medio material sin huecos.

C. La materia es de naturaleza corpuscular y dinámica. Se admite el movimiento intrínseco de las partículas en un vacío?

¿O se debería concebir el cambio conceptual como una progresión en tres dimensiones: materia, espacio y movimiento? En este último caso, se entiende la existencia de dos categorías antagónicas en el caso del espacio (el espacio aristotélico y el newtoniano) y de tres en el del movimiento.

Otro de los problemas que plantea en la investigación próxima es la relación existente entre la comprensión de los niños sobre la materia y sus transformaciones y la del cuerpo humano. En este sentido apunta que los investigadores en la enseñanza de la Biología pueden beneficiarse de los resultados obtenidos en este dominio, ya que las concepciones de los estudiantes sobre la materia influirán también sobre, por ejemplo, lo que pasa con los alimentos cuando entran en el cuerpo, o con respecto al aire que respiramos, etc...

En definitiva, tanto aquellos profesores preocupados por enseñar mejor la Química, como aquellos investigadores sobre preconcepciones en ciencias tienen en este documentado artículo un buen motivo para una lectura interesante.

#### Referencias bibliográficas

- Berkheimer, G.D. et al., 1988. *Matter and molecules teacher's guide: Activity book* (Occasional paper, 122). East Lansing: Michigan State University, Institute from Research on Teaching.
- Clis, 1987. *Approaches to teaching the particulate theory of matter*. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- DeVos, W. y Verdonk, A.H., 1987. A new road to reactions, part 4, The substance and its molecules, *Journal of Chemical Education*, 64, pp. 1010-1013.
- Furió, C. et al., 1987. Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry, *Journal of Chemical Education*, 64, pp. 616-618.
- Nussbaum J., 1985. The particulate nature of matter in the gaseous phase, en R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (eds.), *Children's ideas in science* (pp. 124-144). (Milton Keynes: Open University Press).
- Pfundt, H., 1981. The atom—the final link in the division process or the first building block?, *Chimica didactica*, 7, pp. 75-94.

C. Furió

### HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING: A RAPPROCHEMENT

Michael R. Matthews, 1990, *Studies in Science Education*, 18, pp. 25-51.

Comienza el autor recordando un artículo publicado en 1985 (Duschl 1985) cuyo simple título *Science Education and Philosophy of Science: twenty-five years of mutually exclusive development* expresaba ya la desafortunada separación que se ha dado, a lo largo de más de 25 años, entre la Didáctica de las Ciencias y la Filosofía e Historia de las Ciencias. Sin embargo, señala Matthews, durante los últimos cinco años ha tenido lugar una significativa aproximación entre ambos campos; cita así numerosos índices de esta aproximación (ver editorial de este mismo número) y, muy en particular, la inclusión de componentes sobre Historia y Filosofía de las Ciencias en varios currículos nacionales (Estados Unidos, Reino Unido, etc.) de los que se ofrece información.

El artículo incluye a continuación una panorámica —que se remonta hasta el siglo pasado— de las experiencias y propuestas de inclusión de la Historia en los currículos de Ciencias, deteniéndose en las razones más frecuentemente esgrimidas en favor de dicha introducción (no se trata únicamente de contextualizar la ciencia, dándole un rostro humano, sino, sobre todo, de hacer posible una comprensión profunda de la materia estudiada y de la misma naturaleza de la ciencia), y en las dificultades que la misma presenta (en particular la falta de formación del profesorado).

En la década de los 70 se produce —recuerda Matthews— una reacción contra la introducción de la Historia de las Ciencias en el currículo: por una parte, los historiadores de la Ciencia señalaron que esa introducción sólo podría conducir a una pseudohistoria y que «era preferible la ausencia de Historia a una mala Historia». Por otra parte, autores tan influyentes como Kuhn expresaron su temor a que una exposición a la Historia de las Ciencias pueda debilitar las convicciones científicas que un aprendizaje efectivo de las ciencias exige. Sin minimizar estos peligros, Matthews argumenta que es posible evitarlos sin renunciar a introducir la Historia en el currículo de Ciencias. Se refiere el autor seguidamente a los estudios de Psicología del Aprendizaje que muestran una cierta relación entre el proceso histórico de construcción de conocimientos y el proceso individual de apropiación de dichos conocimientos, concediendo una especial atención al paralelismo entre la Física del sentido común y las concep-

ciones espontáneas de los alumnos y haciendo hincapié en la ruptura epistemológica que supuso históricamente —y supone también para cada individuo— el paso desde las concepciones de sentido común a las de la Física clásica. Se refuerzan así, desde el punto de vista de la Historia de la Ciencia, ideas expuestas previamente por otros autores (Gil y Carrascosa 1985, Hashweh 1986) y que son tratadas aquí con un especial detenimiento.

Matthews contempla también el papel de la Filosofía en la enseñanza de las Ciencias y llega a la conclusión de que la Epistemología de los profesores es, en gran medida, adquirida por ósmosis, sin que los prejuicios más comunes sean cuestionados, en general, por una información histórica o por análisis filosóficos. Esto conduce al autor a plantear la cuestión esencial de la formación del profesorado, poniendo en cuestión tanto la falta de preparación dada a los profesores de Ciencias en este campo por las universidades, como los cursos ordinarios dados por los departamentos de Filosofía o Historia. Insiste Matthews en que los cursos de Historia y Filosofía de las Ciencias sólo pueden ser eficaces si comienzan «tratando problemas, literatura o materiales que los profesores puedan considerar pertinentes para su enseñanza o su desarrollo profesional». El artículo proporciona referencias de cursos organizados con esa perspectiva, incluyendo el diseñado por el propio autor, basado en una selección de textos de autores como Galileo, Boyle, Newton, Huygens, Darwin y otros.

Digamos para terminar que el artículo constituye, en nuestra opinión, una magnífica revisión de la problemática en torno al papel de la Historia y Filosofía de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias, incluyendo más de 120 referencias.

#### Referencias Bibliográficas

Duschl R.A., 1985. Science Education and Philosophy of Science, twenty-five years of mutually exclusive development, *School Science and Mathematics*, 87(7), pp. 541-555.

Gil D. y Carrascosa J., 1985. Science Learning as a conceptual and methodological change, *European Journal of Science Education*, 7(3), pp. 231-236.

Hashweh M.Z., 1986. Towards an explanation of conceptual change, *European Journal of Science Education*, 8(3), pp. 229-249.

### A PERSPECTIVE ON TEACHER PREPARATION IN PHYSICS AND OTHER SCIENCES: THE NEED FOR SPECIAL SCIENCE COURSES FOR TEACHERS

Lilian C. McDermott, 1990, *American Journal of Physics*, 58(8), pp. 734-742.

Lilian McDermott parte en este artículo de la constatación, ampliamente compartida por los investigadores, de una profunda crisis de la enseñanza de las ciencias en los Estados Unidos, para centrarse en uno de los elementos clave de dicha crisis: el fracaso de las universidades americanas para proporcionar una formación adecuada a los profesores de ciencias de los niveles primario y secundario. En su opinión ello se traduce en que los profesores no pueden enseñar con confianza y entusiasmo, por lo que transmiten a los alumnos un rechazo hacia las ciencias y, muy particularmente, hacia las Ciencias Físicas. La gravedad del problema conduce a McDermott a realizar un análisis en profundidad del tipo de formación que los futuros profesores reciben y a la elaboración de propuestas alternativas.

La autora describe la formación actual de los profesores de Física (y de las otras ciencias) como suma de cursos sobre los contenidos científicos, impartidos por los departamentos de ciencias correspondientes, y de cursos sobre Educación, que constituyen la parte fundamental de su preparación. A continuación McDermott analiza cuidadosamente las características de ambos tipos de curso.

Por lo que se refiere a los cursos sobre contenidos científicos, se trata de los mismos cursos estándar que la Universidad proporciona a los demás estudiantes. Los departamentos de ciencias no dan ningún curso especial para futuros profesores, considerando que la preparación docente es responsabilidad de las escuelas o departamentos de Educación y que la formación científica que precisa un futuro profesor no difiere de, p.e., la del futuro profesional de una industria. Pero, ¿en qué medida estos cursos son realmente útiles para la formación del profesorado de ciencias? McDermott destaca algunas de las características de los mismos, que constituyen serios impedimentos:

—La amplitud del currículo abordado y el escaso tiempo que se dedica a los distintos temas impiden una apropiación en profundidad de los conceptos implicados.

—El formato expositivo de las clases estimula un aprendizaje pasivo; los futuros profesores están acostumbrados a la recepción de conocimientos, más que a ayudar a generarlos.

D.G.P.

-Los «problemas» estándar realizados conducen a planteamientos algorítmicos, repetitivos, sin contribuir a desarrollar las formas de razonamiento necesarias para abordar las situaciones novedosas, como las cuestiones no previstas que los alumnos pueden plantear.

-Las prácticas de laboratorio utilizan material sofisticado, no disponible en los centros de enseñanza secundaria y, sobre todo, se limitan a un proceso de verificación, tipo receta de cocina, que no contribuye en absoluto a la comprensión de la actividad científica.

-Los escasos cursos que las universidades organizan para profesores en activo tienen los mismos inconvenientes, incluso acentuados, que los destinados a la formación inicial: para «reciclar» al profesorado se intenta presentar en un muy corto periodo de tiempo amplias proporciones de los contenidos que cubren un curso ordinario. Parece creerse que si el material está bien organizado y es presentado con claridad, los profesores podrán absorber rápidamente la información y serán capaces de diseminarla entre sus propios estudiantes. Sin embargo, la cantidad de material proporcionado y, sobre todo, el ritmo acelerado de presentación, son sólo compatibles con una adquisición muy superficial.

Por lo que se refiere a los cursos de Educación, McDermott destaca la completa separación entre dichos cursos y los centrados en los contenidos: «La total separación entre la instrucción didáctica y la instrucción en contenidos —señala— disminuye la validez de ambas para los profesores. El uso efectivo de una determinada estrategia de enseñanza viene a menudo determinada por el contenido. Si los métodos de enseñanza no son estudiados en el contexto en el que han de ser implementados, los profesores pueden no saber identificar los aspectos esenciales ni adaptar las estrategias instruccionales —que les han sido presentadas en términos abstractos— a su materia específica o a nuevas situaciones».

La gravedad de la formación descrita se hace más patente si se tiene presente que los profesores tienden a enseñar en la misma forma en que ellos fueron enseñados. McDermott concluye, pues, con un rechazo de esta suma de formación científica y preparación docente independientes entre sí y sugiere el diseño de cursos de Física (o de las otras ciencias) específicos para los futuros profesores. Cursos como los que nosotros hemos denominado de «Física y su didáctica» (Furió y Gil 1989). Características de estos cursos habrían de ser, según McDermott:

-Poner el acento en los contenidos que el profesor habrá de enseñar.

-Proporcionar una sólida comprensión de los conceptos fundamentales.

-Familiarizar con el proceso de razonamiento que subyace en la construcción de los conocimientos.

-Proporcionar experiencia en la resolución de verdaderos problemas.

-Ayudar a los futuros maestros a expresar su pensamiento con claridad.

-Dar a conocer las dificultades que cabe esperar que encuentren los alumnos al estudiar esas materias.

-Familiarizar *vivencialmente* con estrategias de enseñanza efectivas, en particular con la orientación constructivista, proporcionando pautas para una dirección adecuada de las actividades de aprendizaje.

-Ofrecer esquemas de referencia para evaluar los materiales de instrucción: libros, equipos de laboratorio, programas informáticos... En particular McDermott llama la atención sobre la necesidad de que los profesores conozcan los pros y contras del uso de los computadores en la enseñanza y eviten que una publicidad agresiva o una presentación atractiva dificulten una apreciación objetiva de la validez de dichos materiales.

La autora termina insistiendo en la necesidad de desarrollar este tipo de cursos, que ella misma viene ensayando con éxito en la Universidad de Washington. Por nuestra parte añadiremos simplemente que se trata de un trabajo fundamental para clarificar, también entre nosotros, el tipo de formación que precisa el profesorado de ciencias.

#### Referencias bibliográficas

Furió C. y Gil D., 1989. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), PP. 257- 265.

G.P.

#### MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO

*Estany Anna. Crítica (Barcelona).*

El desarrollo de la ciencia es un fenómeno complejo del que lo menos que puede afirmarse es que se produzca mediante un crecimiento regular a base de ir acumulando los sucesivos conocimientos. Por el contrario se trata de un proceso exponencial en el que no faltan estancamientos, crisis, progresos espectaculares, etc. Dentro de esta dinámica, las teorías científicas vigentes evolucionan, se enriquecen, compiten entre sí, sufren retoques más o menos profundos y en ocasiones son abandonadas para dar paso a otras nuevas.

La finalidad de los modelos de cambio científico es precisamente dar explicaciones racionales sobre las variaciones que sufren las teorías a través del tiempo. Entre los más conocidos se encuentran el modelo de Kuhn (cambios de paradigma), el de Lakatos (programas de investigación) y el de Laudan (problemas).

Según la autora de este libro, una de las dificultades inherentes a los distintos modelos de cambio científico es la pretensión implícita de universalidad que se desprende de cada uno de ellos, es decir, se presentan como capaces de explicar adecuadamente los diversos cambios científicos. Anna Estany se decanta por la falsedad de este supuesto y para comprobarlo analiza la aplicación de los tres modelos mencionados, a un ejemplo especialmente importante: el cambio de la química del flogisto a la del oxígeno, que en todos los casos es citado como ejemplo de cambio científico. Los resultados muestran la parcialidad de los tres modelos analizados, ya que, aunque cada uno explica con bastante claridad algunos de los aspectos del hecho histórico considerado, siempre hay otros que no encajan demasiado.

Frente al problema anterior cabe plantearse distintas soluciones, como elaborar un nuevo modelo, introducir los cambios adecuados en alguno de ellos o realizar una síntesis de los tres. Sin embargo, y en ello reside fundamentalmente la originalidad de este trabajo, la autora no adopta ninguna de estas vías, y propone sustituir esos modelos estándar para explicar el cambio científico por una nueva forma de tratar este proceso, mucho más flexible, y que permite la elaboración de modelos específicos para cada cambio científico que se aborde, adaptándose así mucho mejor a las características particulares de cada uno. Por lo tanto, lo que se propone en este libro no es un modelo más, sino un procedimiento teóricamente fundamentado para la construcción de modelos científicos pertinentes.

El texto está dividido en tres partes. La primera estudia algunos aspectos fundamentales de la Química del s. XVIII, centrándose en las aportaciones de Stahl y Lavoisier. En la segunda se analizan los modelos de cambio científico de Kuhn, Lakatos y Laudan, aplicándolos sucesivamente al caso de la revolución química que supuso el derrumbamiento de la teoría del flogisto. En la tercera y última parte, se plantea la necesidad del nuevo enfoque generativo o perspectiva a partir de la cual se construyen los modelos, detallando sus características y aplicándola, con éxito, al hecho histórico analizado.

Digamos, para terminar, que el libro que comentamos responde a una larga investigación que incluye una tesis doctoral y varios cursos de especialización. Se trata pues de un trabajo serio y documentado, cuya lectura detenida no dudamos en recomendar a todos aquellos interesados en la filosofía de la ciencia.

Jaime Carrascosa Alís

#### CHILDREN'S CONCEPTION OF CHANGES IN THE STATE OF MATTER: FROM LIQUID (OR SOLID) TO GAS

Stavy, R. 1990. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 27(3), pp. 247-266.

En este artículo se estudian las concepciones de los alumnos sobre los cambios de estado de la materia, con objeto de descubrir la imagen que éstos tienen sobre la materia y sus propiedades. Para ello se presentan a los alumnos dos procesos: el cambio de estado en un sistema cerrado, de líquido a gas invisible (se usa acetona), y de sólido a gas visible (se usa yodo), calentando hasta la evaporación y sublimación respectivamente.

Se entrevista individualmente a 6 grupos de 20 alumnos cada uno, desde cuarto grado (9-10) a noveno grado (14-15). A los alumnos se les pregunta sobre: conservación de la materia (¿hay materia en el tubo de ensayo caliente?); conservación de las propiedades (si abrimos el tubo de ensayo caliente, ¿habrá olor de acetona? o, si se añade alcohol al tubo caliente, ¿se formará la disolución parada?); conservación del peso (¿pesan igual el tubo caliente y el frío; si no es así ¿cuál

pesa más?); y reversibilidad del proceso (¿podemos recobrar la acetona líquida o el yodo sólido?; si es así, ¿cómo?).

En el estudio se llega a los siguientes resultados:

– La conservación de la materia es un requisito para la conservación del peso, como ya estableció Piaget, pero no es esencial para la conservación de la materia, y su peso la conservación de las propiedades cualitativas, en contra de lo afirmado por Piaget.

– La mayoría de los niños asumen la conservación de la materia en el caso del yodo, cosa que no ocurre para la acetona, lo que parece sugerir que la percepción visual es más convincente que la de otros sentidos, además en la experiencia cotidiana el color aparece usualmente asociado a la materia y el olor no.

– Muchos más niños conservan el peso en el caso del yodo, debido a que también muchos más conservan la materia, ya que la ven. La mitad de los niños no consideran el peso como una propiedad de la materia y por eso pueden imaginar materia ingravida.

– Una idea intuitiva incorrecta muy extendida es que el peso depende del estado de la materia y de su consistencia (y posiblemente su densidad), coincidiendo con lo encontrado por el autor en un trabajo anterior (Stavy y Stachel 1985b). Hay una inflexión en la curva de conservación del peso en el 7º grado, curso en que los alumnos estudian la estructura de la materia. Esta misma inflexión fue encontrada por Megged (1978) en sus experimentos sobre la expansión del agua.

– Es interesante hacer notar que la mitad de los niños conservan la propiedad en el caso del yodo, a pesar de ser desconocida para ellos. Esto hace sospechar que puede haber improvisación.

– Llama la atención la gran cantidad de niños que conservan el peso sin ser conscientes de la reversibilidad del proceso, sobre todo en el caso de la evaporación de acetona.

En el trabajo se analizan estos resultados considerando, como Piaget (1969): a) el conocimiento figurativo de los niños sobre la materia y sus propiedades (sus concepciones, creencias e imágenes de la materia y sus propiedades); b) el conocimiento operatorio de los niños sobre la materia (respuestas a problemas de conservación de la materia en diferentes transformaciones, y desarrollo de los esquemas lógicos de conservación; y c) la relación entre estos dos tipos de conocimiento.

Acercas de las concepciones de los niños sobre la materia, el artículo establece cinco categorías:

1ª. La materia es considerada como un objeto sólido concreto. Se da entre los niños de 9 a 11 años de edad. Los gases y los líquidos no son considerados como materia.

2ª. La materia está constituida por un núcleo material y propiedades inmateriales como: color, inflamabilidad o peso (pesadez). Las propiedades pueden dissociarse del núcleo material y éste puede desaparecer en algunas transformaciones conservándose aquellas. Se da entre los niños de 9 a 12 años.

3ª. La materia existe solamente cuando hay evidencia de su existencia. Deja de existir cuando desaparece esa evidencia. Se da entre los niños de 9 a 12 años.

4ª. El peso no se ve como una propiedad intrínseca de la materia, sino que depende del estado de ésta, de tal forma que se establece una relación del peso con una propiedad indefinida relativa a su estado, la densidad (la «pesadez» específica que caracteriza a un material particular más que la relación masa/volumen) y la dureza o consistencia. Los niños construyen una serie de reglas intuitivas que relacionan el peso o pesadez de la materia y su estado. En el artículo aparecen estas reglas para el paso de sólido o líquido a gas, de sólido a líquido y para la disolución de azúcar en agua.

5ª. La materia está constituida por partículas y el estado de la materia se explica por la disposición de estas partículas. Aunque los niños de 7º y 8º entrevistados habían recibido instrucción sobre la teoría corpuscular, solamente el 15% de éstos la utilizaron, y con errores. La teoría no está interiorizada y todavía se mezcla con concepciones anteriores.

Respecto a la adquisición de la conservación del peso, se confirma lo ya encontrado en otras investigaciones, que la posesión de la operación lógica de reversibilidad es una condición necesaria pero no suficiente para la percepción de la conservación del peso. Esta se desarrolla gradualmente y la experiencia en el mundo físico desempeña un papel importante por lo menos hasta el 7º grado (12-13). Todo esto explicaría el hecho de que los niños perciban la conservación del peso en algunos procesos, pero no en otros. Por otra parte, mientras se observa una adquisición progresiva con la edad en algunos procesos, como la deformación de la plastilina, no ocurre lo mismo en otros, en los que se producen inflexiones, como sublimación del yodo, expansión del agua, fusión de una vela...

Aparentemente el concepto de peso está conectado en el sistema cognitivo de los niños con otros como: peso específico, peso absoluto, equilibrio de balanzas... Estos conceptos no están suficientemente definidos en la mente de los niños y

hasta que no son conscientes de sus diferencias, pueden ser afectados por la situación concreta.

En cuanto a la interacción entre los diferentes tipos de conocimiento, en el artículo se postula que cuando los niños se enfrentan con un problema se activan diferentes bits (unidades) de conocimiento (declarativo-figurativo, operativo u otra clase relevante). Estas unidades compiten sobre el mecanismo de resolución del problema, de tal manera que en un momento dado el conocimiento más fuerte (determinado por la experiencia y los estímulos perceptivos) supera a los otros. En el caso de esta investigación los niños poseen el conocimiento operatorio para resolver los problemas de conservación del peso, sin embargo utilizan conocimientos declarativos irrelevantes, que a algunas edades o en algunas situaciones son bastante fuertes. Esto permitiría explicar por qué los niños conservan el peso en algunos procesos y no en otros. Además esta «competición» entre los diferentes tipos de conocimiento sería un proceso progresivo, a través del cual los niños aprenderían gradualmente los límites de aplicación del conocimiento. Es posible que la expansión del conocimiento no sea más que la transferencia por analogía del conocimiento correcto, refor-

zado por estímulos perceptivos inmediatos a casos similares en los que no hay estímulo perceptual.

A la luz de los resultados obtenidos en el trabajo la autora deriva aplicaciones para la enseñanza de las ciencias:

—Específicas, recomendando que se enseñe la conservación del peso, al menos considerando los cambios de estado de la materia, antes de enseñar la teoría corpuscular y la química. Se recomienda también que los profesores de los últimos cursos insistan y extiendan los conceptos de conservación de la materia a los procesos químicos. La enseñanza en la conservación del peso debería seguir la siguiente secuencia: 1) conservación en los cambios de forma; 2) conservación en la fusión, disolución, y cambios de volumen de sólidos y líquidos por calentamiento o enfriamiento; 3) cambios de sólido o líquido a gas (empezando con materiales que tienen propiedades perceptuales claras en el estado gaseoso) y cambios de volumen de gas (calentando o comprimiendo); 4) reacciones químicas sin desprendimiento ni absorción de gases; 5) reacciones químicas en las que haya desprendimiento o absorción de gases. En todas estas transformaciones se ha de considerar la reversibilidad

del proceso, así como la conservación de las propiedades cualitativas.

—Generales, puesto que hemos visto que el éxito en la resolución de problemas depende de la competición dinámica entre las diferentes unidades de conocimiento, en la que éste puede ser aplicado. Esto se puede conseguir dando a los estudiantes oportunidades para usar su conocimiento en la resolución de diferentes problemas, permitiéndoles proponer hipótesis y examinarlas a la luz de la realidad física. Además cuando se enseña un nuevo fenómeno, concepto, ley o teoría, se debe empezar dando un ejemplo que con un máximo estímulo perceptivo refuerce el conocimiento intuitivo correcto. Por ejemplo, en la conservación del peso en el proceso de evaporación, se empezaría (a la edad apropiada) con materia coloreada (yodo por ejemplo) en orden a reforzar el conocimiento intuitivo de conservación del peso en este caso. En ningún caso se deben olvidar otros ejemplos de menor refuerzo perceptual que complementen el conocimiento intuitivo.

Jesús Carnicer  
CEP de Teruel

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

### FÍSICA CON ORDENADOR (NIVEL BÁSICO)

Franco, A., 1989.  
*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica. Guipúzcoa*.

Se trata del primer volumen de una obra que consta de dos partes:

- Física con ordenador (Nivel básico)
- Física con ordenador (Nivel Avanzado)

Cada volumen consta a su vez de:

—Un conjunto de programas de ordenador correspondientes a los temas de Física que se estudian en cada volumen, cuyo código está contenido en uno o más diskettes.

—Un libro de actividades con los guiones de cada uno de los programas, y un capítulo introductorio donde se dan instruc-

ciones generales para el uso de los programas.

Con este trabajo se ha pretendido crear un conjunto rico de experiencias, de modo que los estudiantes adquieran una intuición de las distintas situaciones físicas programadas en el ordenador. En general, estas experiencias son distintas de las que se pueden encontrar en un laboratorio escolar.

Las características principales de los programas son:

— Lo que aparece en la pantalla del monitor es el resultado de un diálogo interactivo entre el estudiante y el ordenador. Éste es un participante activo, más que un observador.

— La atención del estudiante no está dirigida hacia la manipulación de las teclas (como en un juego), ni a los detalles matemáticos, sino a la esencia física del sistema, o del fenómeno que se trate.

A cada programa le acompaña un guión escrito, que tiene la misión de que el estudiante realice una actividad ordenada, progresiva, que conduzca a alcanzar objetivos básicos concretos.

Los temas incluidos son:

1. Principio de Fermat. Ley de la Refracción.
2. Caída de graves. Tiro parabólico.
3. Movimiento de una masa variable.
4. Introducción a la dinámica celeste.
5. Movimiento armónico simple. Composición.
6. Oscilaciones libres, amortiguadas y forzadas.
7. Campo eléctrico.
8. Campo magnético.
9. Descubrimiento del electrón.
10. El espectrómetro de masas.
11. Efecto fotoeléctrico.
12. Desintegración radiactiva.
13. Leyes Físicas.