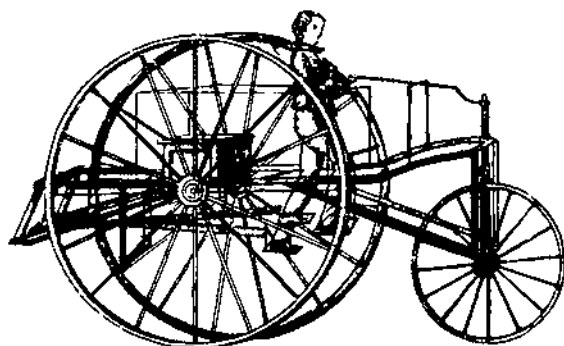


# INFORMACION BIBLIOGRAFICA



## 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 REVIEW OF RESEARCH ON FORMAL REASONING AND SCIENCE TEACHING

Lawson, A.E., 1985. *Journal of Research in Science teaching*, 22 (7), 569-617.

En esta importante revisión el autor analiza las investigaciones basadas en los trabajos de Piaget sobre el razonamiento formal.

Se caracteriza este trabajo, por una parte, por recoger únicamente *estudios experimentales*, y por dar acogida a todas las tendencias, favorables o no a los trabajos de Inhelder y Piaget.

Esta revisión trata los siguientes puntos:

— Las etapas de las formas de razonamiento.

— El papel de la maduración biológica.

— Los problemas planteados por los primeros estudios sobre el pensamiento formal.

— Fiabilidad y validez de los datos obtenidos a través de trabajos de clase.

— ¿Es general el pensamiento formal?

— Diferencias individuales y unicidad del pensamiento formal.

— ¿Es posible enseñar el pensamiento formal?

— Conclusiones generales.

Después de una breve introducción so-

bre las etapas piagetianas del pensamiento el autor precisa que, si bien el desarrollo intelectual depende de la maduración biológica, también es necesario que el educador asegure unas adecuadas condiciones ambientales para favorecer dicho desarrollo.

Las replicaciones de los trabajos de Inhelder y Piaget confirmaron los resultados obtenidos. Las anomalías detectadas pueden ser atribuidas a una mala técnica operatoria, y en particular a una mala selección de los sujetos.

En efecto, estos deben estar todos en una edad muy parecida. Deben además haber alcanzado una edad que permita a algunos de ellos alcanzar el grado 3B en la realización de los trabajos. Por fin los sujetos deben estar en pleno de-

sarrollo del pensamiento formal o haberlo alcanzado recientemente.

Citando, entre otros, a Shayer y Adey (1981), Lawson revisa la fiabilidad de las tareas razonadas en ciencias. Hace en particular referencia al péndulo, al equilibrio de la balanza, al plano inclinado, a las combinaciones químicas y a las varillas flexibles. Los trabajos analizados permiten concluir que las tareas propuestas permiten medir con fiabilidad el nivel de desarrollo en este campo y afirmar que hay una unidad de pensamiento formal.

En cuanto a saber si el pensamiento formal es importante para otras tareas que la solución de problemas matemáticos o físicos, el propio Piaget opinaba que el pensamiento formal era de utilidad general. Sin embargo frente al incuestionable número de adultos incapaces de demostrar un pensamiento formal, Piaget adelantaba tres posibilidades.

1. Todos los individuos normales, con un medio ambiente normal son capaces de desarrollar el pensamiento formal.
2. Algunos individuos no alcanzan el pensamiento formal, incluso en condiciones favorables.
3. Todos los individuos alcanzan el pensamiento formal entre los 14 y 20 años. Sin embargo lo alcanzan en distintas áreas, según sus aptitudes y especialización profesional.

La larga lista de trabajos citados por Lawson parecen invalidar la tercera hipótesis de Piaget: en efecto, hay personas que nunca alcanzan el pensamiento formal.

Llegamos ahora a la parte de la revisión más relacionada con nuestra disciplina: ¿Es posible enseñar el razonamiento formal?

El trabajo analiza separadamente los distintos aspectos del pensamiento formal que se han intentado desarrollar: control de variables, combinaciones y permutaciones, conservación de la masa y del volumen, correlaciones, proporciones, etc.

Las investigaciones revisadas demuestran que se puede mejorar significativamente el nivel de pensamiento formal. Pero para que esto suceda, parece decisivo que el entrenamiento sea largo, y que sea poco directivo. En efecto, el ritmo del desarrollo depende de los propios mecanismos internos del estudiante así como del medio ambiente.

La importancia de este último factor justifica el papel de la escuela, ya que esta puede aportar un medio estimulador de la curiosidad, del pensamiento y de la creatividad.

Esta revisión demuestra que, aunque algunos problemas teóricos y metodológicos persisten, los trabajos de Piaget y de sus continuadores ofrecen una base sólida para la construcción de programas educativos, cuya meta principal sea la de ayudar a los alumnos a pensar mejor.

JAIME SIERES

#### ASSIMILATION PROBLEMS IN TRADITIONAL REPRESENTATIONS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE

Otero, J.C., 1985, *European Journal of Science Education*, 7 (4), 361-369.

Este trabajo del profesor Otero se presenta como un intento de fundamentar, —desde la teoría del aprendizaje, la filosofía de la ciencia y la ciencia misma— una propuesta para una representación más adecuada del conocimiento científico en la enseñanza.

Sin poder entrar aquí en una descripción detallada del artículo, cuya lectura no dudamos en recomendar, señalaremos que el profesor Otero comienza explicitando las concepciones epistemológicas que subyacen en las representaciones del conocimiento científico que proporcionan la mayoría de los cursos y textos de Enseñanza Secundaria y de las que se derivan, según el autor, «relaciones intrínsecamente arbitrarias entre los nuevos conceptos y aquellos que el estudiante ya conoce».

La primera arbitrariedad a la que Otero se refiere consiste en que los diseñadores de curricula no muestran, en general, interés por dar a conocer a los estudiantes los problemas que están en el origen de los conceptos, sino sólo por transmitirles estos últimos y entrenarles en su uso.

En relación con esta arbitrariedad Otero se refiere a una segunda, «la orientación inductivista», que parte de la suposición de que el conocimiento de hechos proporciona una fundamentación psicológica adecuada para el aprendizaje de conceptos.

En tercer lugar, el autor critica la habitual presentación de los resultados de la ciencia como producto de inspiraciones que tuvieron lugar en un vacío ideológico absoluto, sin relación alguna con las concepciones, creencias metafísicas, etc., de los investigadores.

El último apartado del artículo incluye propuestas de modificación, insistiendo en particular en la necesidad de que los conceptos sean presentados, en la medida de lo posible, como respuestas no arbitrarias a los problemas que la ciencia ha abordado a lo largo de la historia.

Por nuestra parte nos permitimos llamar la atención sobre el hecho de que, aunque el autor se sitúa en el marco de la teoría del aprendizaje de Ausubel — en una perspectiva, pues, de transmisión/asimilación significativa de conocimientos—, tanto la crítica que realiza como sus propuestas, parecen más coherentes con el modelo constructivista de aprendizaje (ver, por ejemplo, el artículo de Driver en el número anterior de *Enseñanza de las Ciencias*).

GONZALEZ, A.  
Escola de Magisteri, Lleida.

#### CHANGES IN PERCEPTION OF SCIENCE FOR THIRD, SEVENTH, AND ELEVENTH GRADE STUDENTS

Yager, R.E., Yager, S.O., 1985  
*Journal of Research in Science Teaching*, 22 (4), 347-358.

En este trabajo Yager y Yager hacen una revisión de los trabajos sobre la percepción de la ciencia por los alumnos de los cursos 3º (9 años), 7º (13 años) y 11º (17 años). Los cuatro aspectos analizados son los siguientes:

1. ¿Cómo ven a sus profesores de ciencias los alumnos?
2. ¿Cómo perciben las clases de ciencias?
3. ¿Qué utilidad tienen los contenidos de ciencia impartidos en la escuela?
4. ¿Cómo se imaginan los alumnos la vida de un científico?

Los resultados de las encuestas vienen en cuatro tablas.

Los resultados de la tabla I indican que es mejor la relación entre los alumnos

de 3º curso y sus profesores de ciencia que en los niveles superiores. En 3º curso, el maestro admite de buena gana que no posee todas las respuestas, y anima a los alumnos a que expongan sus propias ideas. En cambio, en el nivel superior, el maestro es ya percibido como un especialista en la materia impartida, capaz de contestar a las preguntas, y los alumnos perciben que no parece estar dispuesto a admitir que no sabe todas las respuestas.

Los maestros de los niveles inferiores son considerados como capaces de hacer entretenidas las clases de ciencias, lo cual no sucede en los siguientes cursos.

Es como si la mejor preparación científica de los maestros les restara capacidad para hacer interesantes las clases.

Los resultados de la Tabla II reconocen el éxito de la escuela en favorecer la percepción de la ciencia por los alumnos como útil, tanto para la vida diaria, como para su futuro.

La tabla VI nos proporciona información sobre la visión que tienen los alumnos, de la vida de los científicos. Los datos no son muy concluyentes, y parece razonable pensar que en este aspecto, la escuela no es la que más influencia tiene.

A la vista de todos estos datos, Yager y Yager señalan que los maestros de los primeros cursos, a pesar de tener menos preparación y menos conocimientos científicos están mejor preparados para promover el interés y la curiosidad hacia la ciencia, mientras que los profesores de los niveles superiores, mejor preparados, parecen estar prisioneros de su rol.

Los autores insisten sobre la necesidad de cambiar radicalmente la formación de los maestros, haciendo más hincapié en la utilización de la ciencia y en su carácter siempre provisional.

En definitiva, según los autores, un buen profesor de ciencias debería ser capaz de entender lo que es la ciencia mejor que los científicos en activo. Con esto se conseguiría formar a los alumnos para ser ciudadanos en un mundo tecnológico.

JAIME SIERES

### THE GENERATIVE LEARNING MODEL AND ITS IMPLICATIONS FOR SCIENCE EDUCATION

Osborne, R. y Wittrock, M.  
*Studies in Science Education 12, 1985, pp 59-87.*

Como ya es conocido, durante la última década ha habido un incremento en la investigación sobre la didáctica de las Ciencias referida a las concepciones o ideas científicas de los alumnos y de manera particular respecto a:

1. Los preconceptos que sobre el medio natural y físico tienen los niños.
2. El impacto que las clases de ciencias tienen sobre estos.

Las investigaciones realizadas hasta aquí, han permitido establecer ya toda una serie de resultados ampliamente aceptados, entre los que cabe destacar los siguientes:

- a) Los niños tienen preconceptos científicos antes de su aprendizaje formal.
- b) Las preconcepciones son a menudo contradictorias o diferentes de las ideas científicas que pretendemos enseñarles. Son útiles para los niños y frecuentemente desconocidas por sus profesores.
- c) Pueden permanecer inalteradas a pesar de la enseñanza científica.

No obstante a pesar de la validez de los resultados anteriores, la mayoría de las investigaciones han sido realizadas, según Osborne y Wittrock, sin un soporte teórico lo suficientemente elaborado. Ambos intentan en este artículo mostrar las ventajas y sentar las bases de lo que ellos denominan «Generative Process». Se trata de un modelo de aprendizaje que según los autores se sitúa dentro de una visión Constructivista. Conviene indicar aquí que las principales características de dicha visión serían:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- Encontrar sentido supone establecer relaciones: los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se interrelacionan de múltiples formas.
- Quien aprende construye activamente significados.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

La premisa fundamental del modelo Generativo es que: «Las personas tien-

den a generar percepciones y significados que son consistentes con su aprendizaje anterior». En este modelo, los conocimientos previos a cualquier aprendizaje, se consideran como algo que de hecho se modifica y reorganiza mientras está siendo usado para comprender, para «construir significados», a partir de la información que llega al cerebro. No se trata únicamente de un proceso de construcción. El que aprende debe de esforzarse en construir significados mediante la generación de conexiones o lazos entre diferentes aspectos de sus ideas (presentes en su memoria), y diferentes aspectos de los estímulos exteriores. De este modo cualquier concepción elaborada, solamente será útil y aceptada cuando tenga sentido dentro de las ideas existentes.

Los autores muestran a continuación cómo el modelo Generativo, propuesto por ellos, es consistente con los resultados ya obtenidos sobre el tema de las ideas preconcebidas o preconceptos científicos de los niños y la modificación de los mismos, señalando también alguna de las implicaciones del modelo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en el desarrollo del currículum. Entre otras cosas afirman:

«Los niños tienen ideas sobre cómo y porqué las cosas se comportan como lo hacen. Estas ideas en edades tempranas son una mezcla de hechos y de fantasía. Si los niños han de desarrollar y aceptar como válidas las ideas científicas, entonces ellos necesitan también desarrollar la actitud crítica por la cual esas ideas fueron desarrolladas y aceptadas por los científicos.»

Finalmente citan algunas implicaciones que el desarrollo del modelo podría tener en futuras investigaciones sobre la didáctica de las Ciencias, tanto en el aprendizaje como en el desarrollo del currículum y también en el trabajo dentro del aula.

JAIME CARRASCOSA ALIS

### QUELQUES ÉLÉMENTS SUR L'ÉVOLUTION DE LA RECHERCHE EN DIDACTIQUE DE LA PHYSIQUE

Tiberghien, A., 1985, *Revue Française de Pédagogie*, 72, 71-86.

Constituye este trabajo un intento de situar la evolución de las investigaciones francesas en didáctica de la Física. Se trata, como señala la autora en la introducción, de un campo de investigación muy reciente (poco más de 10 años), lo que concede al artículo el interés suplementario de describir una situación próxima a la nuestra. Así, Tiberghien hace referencia a algunas dificultades de esta investigación que pueden aplicarse, en general, a nuestro país: escasa organización de la comunidad de investigadores en la didáctica de la Física, ausencia de revistas específicas, etc.

Ello no obstante, en Francia se han dado ya pasos importantes como la creación de algunos laboratorios universitarios de investigación didáctica, uno de los cuales, asociado al Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), ha sido ya presentado en *Enseñanza de las Ciencias* (vol. 1, número 3, 1983, págs. 187-192). Por otra parte, desde 1979, se celebra anualmente en Chamonix un encuentro sobre investigación en didáctica de las ciencias: Les Journées Internationales sur l'Education Scientifique.

En un segundo apartado Tiberghien argumenta la especificidad de las investigaciones didácticas, saliendo al paso de su frecuente confusión con investigaciones de psicología o pedagogía. Se refiere así mismo a la necesaria distinción entre innovaciones e investigaciones didácticas y a los orígenes históricos de esta última como derivación, a menudo, de la primera, tal como está ocurriendo también en nuestro país.

El resto del artículo está destinado a presentar las principales líneas de la investigación en didáctica de la Física realizada en Francia y, como punto de referencia, en EEUU y Gran Bretaña. En particular se pasa revista a los trabajos publicados sobre:

- preconceptos y razonamiento espontáneo de los alumnos
- resolución de problemas
- evaluación del aprendizaje
- propuestas de enseñanza (contenidos, procedimientos, ...)

El trabajo incluye una amplia bibliografía y constituye una síntesis de indudable interés.

G. P.

## STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE CONCEPT OF HEALTH

*Brumby, M., Garrard, J., Auman, J., 1985. European Journal Science Education, 7 (3), 307-323.*

En los últimos años el interés por la Educación para la Salud ha ido cobrando cada vez más importancia.

El trabajo de Brumby y col. analiza las concepciones que de la salud tienen los alumnos. Citando las actuales líneas de investigación que sobre representaciones de los estudiantes se están haciendo, estima que la implementación de los programas de educación para la salud también deben ser tributarios de esta corriente investigadora.

Por un lado Brumby y col. reconocen que la mayoría de la investigación realizada hasta ahora estaba destinada a evaluar los resultados de los programas para cambiar actitudes en un aspecto muy específico: nutrición, alcohol, drogas, forma física, etc...

Por otro si bien algunas investigaciones han pretendido determinar las opiniones de los niños sobre la salud, ahí también se centró el interés sólo sobre determinados aspectos: nutrición, sexualidad, etc...

Además muchos de los pretendidos trabajos sobre la salud de los niños son en realidad encuestas sobre la enfermedad. En el mismo error incurren las encuestas que pretendiendo medir la actitud del alumno en relación con la salud, lo que hace en realidad es medir sus conocimientos sobre la enfermedad.

El método que siguen Brumby y col. consiste en hacer que los estudiantes contesten por escrito a dos preguntas, procediéndose luego al análisis conceptual de las respuestas. Posteriormente cada alumno es encuestado mediante una entrevista personal.

La población encuestada está formada por 39 alumnos de Bachillerato y 51 estudiantes de Magisterio, sección Ciencias.

Se eligieron estudiantes de Magisterio porque se van a ver llamados en un futuro muy próximo a dar clases de educación para la salud a sus alumnos.

La primera de las preguntas consiste en comentar la palabra «Salud». Los datos obtenidos se ordenan según la definición que da la OMS (1978) de la Salud: «Un estado completo de bienestar tanto físico como mental y social, y no una simple ausencia de enfermedad.»

Aunque los propios autores reconocen que esta definición ya no es válida, la utilizan para dividir las preguntas en cinco grupos: dimensión física, dimensión mental, dimensión social, la Salud como bienestar, la Salud como ausencia de enfermedad o modelo biomédico.

En cuanto a la primera pregunta, se presenta a los alumnos la foto de una niña con su bisabuela de más de 100 años, y se le pregunta si cree que vivirá tanto como la anciana, y qué factores pueden haber contribuido a darle esa longevidad.

En las conclusiones aparecen similitudes y diferencias entre los alumnos de bachiller y los de magisterio. En general los encuestados conceden más importancia a la dimensión física de la salud (nutrición por ejemplo), mientras que los aspectos sociales y mentales vienen en segundo lugar. No obstante estos últimos aparecen con más frecuencia en los estudiantes de magisterio, y además estos tienden a integrar los conceptos parciales en una estructura general.

Muchas de las variables que inciden en la salud son consideradas como imposibles de controlar, como accidentes, medio ambiente, guerra, etc...

El trabajo de Brumby y col. termina preguntándose cómo se podrá variar esta visión de la Salud, demasiado centrada en los aspectos físicos y recomienda que los programas de educación para la salud estén más atentos a los aspectos sociales.

Queremos añadir por nuestra cuenta que no nos sorprende el enorme interés que suscita el tema, lo que explica la explosión bibliográfica sobre educación para la salud. Sin embargo, nos parece que la definición de la Salud que eligen los autores, si bien es cómoda para trabajar, se considera hoy absolutamente inadecuada. Diremos solamente que no recoge aspectos tan importantes como la prevención, la Salud Comunitaria, o, y quizá es la omisión más grave, la participación.

JAIME SIERES

## EL AJUSTE DE ECUACIONES QUIMICAS

En los números 1 y 5 de la revista *Journal of Research in Science Teaching*,

publicados en 1985, aparecen sendos artículos sobre el ajuste de ecuaciones químicas en alumnos de secundaria. Uno de ellos lo podemos situar dentro de la orientación del aprendizaje según la psicología evolutiva (Niaz y Lawson, 1985) y otro muy distinto que podemos considerar dentro de la línea de investigación basada en la psicología del procesado de la información (Yarroch, 1985). A continuación reseñamos brevemente estos dos artículos.

NIAZ M. y LAWSON A.E., 1985, Balancing Chemical Equations: The role of developmental level and mental capacity, *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 1, pp 41-51.

En la enseñanza secundaria americana se utilizan tres métodos en el ajuste de las ecuaciones químicas: a) el método del número de oxidación y c) el del ión-electrón. Según algunos autores (Herron) el método *b* solamente requiere pensamiento concreto —en sentido piagetiano—, mientras el *c* necesita para su resolución razonamiento hipotético-deductivo; en cambio, no se indica nada respecto del primero (*a*). Así pues, en este trabajo se ha planteado como problema la clarificación de qué tipo de razonamiento es necesario para abordar el método de ajuste de las ecuaciones químicas por tanteo, es decir si requiere pensamiento formal o no. En concreto, se trata de responder a la pregunta: ¿por qué algunos estudiantes son capaces de aprender a utilizar el método de ensayo y error en esta temática mientras otros no lo son?. La respuesta que aporta la psicología es analizada por los autores, y según su opinión, es debido a: —la falta de competencia lógica o bajo desarrollo intelectual, —la falta de capacidad mental para procesar la información, —la falta de experiencia en la tarea propuesta o —la falta de capacidad para discriminar la información relevante medida por la dependencia de campo.

Los autores parten de la hipótesis que para ajustar reacciones sencillas (con un único paso) solamente se requiere razonamiento formal, mientras que si complicamos la tarea con más pasos variará la demanda de capacidad mental en los alumnos. Esta hipótesis conduce a las siguientes predicciones: cuando una muestra de alumnos que varían en su nivel de desarrollo (concretos, transicionales y formales) y en su capacidad mental —medida con el indicador ideado por Pascual-Leone—, son enseñados a ajustar ecuaciones en la forma tradicional, solamente fracasará

rán aquellos que están en la etapa de operaciones concretas porque no habrán interiorizado la manera clásica de razonamiento hipotético-deductivo usado en el ajuste. Sin embargo, al aumentar la complejidad de la tarea también fracasarán aquellos que tengan una menor capacidad mental para el proceso de la información. Por otra parte, se trataba de demostrar que los resultados obtenidos no correlacionarían con la dependencia/independencia de campo.

Con el fin de contrastar estas hipótesis se usaron en el posttest cinco ecuaciones que se tenían que ajustar mediante 1,2,3,4 y 5 pasos, respectivamente. Es decir, para el ajuste completo de las reacciones químicas presentadas había que introducir 1,2,3,4, y 5 coeficiente respectivamente. Al propio tiempo, se valoró el pensamiento formal —nivel de desarrollo— con el test de Lawson, la capacidad mental mediante los tests de Burtis y Pascual-Leone y las matrices de Raven. También se usó otro test para medir la dependencia de campo. Todos ellos se correlacionaron con los resultados obtenidos en el ajuste de las ecuaciones.

Las conclusiones citadas por los autores, si bien indican que la muestra de alumnos no era suficiente, podemos resumirlas como sigue:

- 1) El ajuste de las reacciones químicas por tanto requiere razonamiento hipotético-deductivo. Se aconseja a los profesores que no utilicen algoritmos de resolución ya que no facilitan el desarrollo mental de los alumnos concretos, y que empleen el método de tanteo aunque ello suponga alguna dificultad para aquellos. Ello permitirá aumentar la posibilidad de autorregulación de los estudiantes y favorecerá su formalización.
- 2) Aunque se requiere pensamiento formal para resolver un ajuste sencillo de las ecuaciones químicas por tanteo, hay que tener presente que las ecuaciones complejas requieren una mayor capacidad mental y, a veces, su solución representa una exigencia insuperable al alumnado. Por ello se recomienda evitar excesivo énfasis en este método al tratar de resolver ecuaciones difíciles, si bien puede ser usado para hacer ver la necesidad de introducir nuevas formas de ajuste.
- 3) El factor dependencia/independencia de campo no influye en estos ajustes.

En resumen, se recomienda a los pro-

fesores que inviertan más tiempo en estos ajustes por tanteo con el fin de favorecer el desarrollo y la capacidad mental de los alumnos.

YARROCH, W.L., 1985, Student understanding of chemical equation balancing, *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 5, pp 449-459.

El propósito de este trabajo consiste en mostrar cómo alumnos de química seleccionados eran capaces de resolver correctamente ajustes de ecuaciones sencillas y, sin embargo, no lo eran a la hora de interpretar significativamente. Es decir, se trata de analizar no la resolución correcta o no de los ajustes, ya que ello proporciona pocos datos respecto a cómo se procesa la información por el resolutor, sino de valorar su comprensión sobre los componentes —coeficientes y subíndices— que intervienen en el ajuste de un proceso elemental así como las reglas utilizadas para ajustarlo.

Para ello se entrevistó sobre cuatro ecuaciones sencillas a 14 alumnos voluntarios de dos centros distintos, considerados como buenos por sus respectivos profesores. El entrevistador era el que escribía en la pizarra, siguiendo las indicaciones de los alumnos y así quedaba más claro cómo enfocaban la solución de los ajustes. Se buscaba expresamente el pensamiento del alumno respecto de los símbolos químicos, los coeficientes y subíndices, así como su conocimiento de las dos reglas elementales usadas en un ajuste (la conservación del número de átomos en los dos lados de la ecuación y la imposibilidad de cambiar los subíndices en el ajuste). Al propio tiempo se solicitaba la representación de las ecuaciones ajustadas mediante diagramas moleculares.

Los 14 alumnos contestaron bien el ajuste de las cuatro ecuaciones que se les presentó, pero hubo diferencias importantes en su comprensión sobre los ajustes que resolvieron. Todos los alumnos usaron el mismo algoritmo menos dos que, al ajustar reacciones de descomposición prefirieron hacerlo como reacciones de síntesis y después le dieron la vuelta. Siete de los 12 restantes, no fueron capaces de construir diagramas consistentes con la notación ajustada y se comprobó que cambiaban fácilmente los subíndices al ajustarlas. Solamente cinco alumnos fueron capaces de hacer diagramas coherentes y se observó que poseían buenos conocimientos de la noción de subíndice y de las dos reglas del ajuste.

Estos cinco alumnos utilizaron procedimientos similares en el ajuste. Ahora bien se observaron dos niveles de resolución, así el de mayor calidad utilizada de forma abstracta los símbolos, mientras que los de menor nivel los manipulaban en forma matemática. Por ello, es de prever, que si se hubiera complicado la tarea, por ejemplo en ajustes red-ox, es posible que estos últimos alumnos tuvieran problemas en la resolución.

Es lamentable que para la mayor parte de los profesores la manipulación correcta de los símbolos por sus alumnos, sin un conocimiento completo de lo que está sucediendo en el proceso, sea suficiente para que obtengan una evolución positiva. Es necesario diseñar instrumentos de valoración que obliguen a demostrar un conocimiento del proceso que se ajusta.

En definitiva, el autor cita como implicaciones didácticas del trabajo, en primer lugar, la necesidad de reorganizar el currículum de química con el fin de incidir en la naturaleza y el uso de los subíndices en las fórmulas, de los coeficientes en los ajustes de ecuaciones y, fundamentalmente, insistir en la relación entre el ajuste y la comparación conceptual de la química implícita en las ecuaciones. El profesor debe perseguir más un aprendizaje significativo de la ajuste que obtener soluciones correctas en sus alumnos.

C. FURIÓ

### LOS ADOLESCENTES Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

*Aguirre de Cárcer. I. Estudios de Educación. Ministerio de Educación y Ciencia. C.N.I.D.E., Madrid, 1985.*

Los paradigmas de investigación sobre el aprendizaje y la didáctica de las ciencias se están abriendo paso reciente-

mente a un conocimiento más generalizado entre el profesorado de ciencias. Es tiempo de reflexión sobre las ideas propias acerca de cómo se construye la ciencia, el modo en que se produce el aprendizaje de las ciencias y las implicaciones didácticas que se derivan de estos conocimientos. Se hace necesario entonces contrastar estas ideas con las diferentes teorías del aprendizaje y con las diferentes concepciones de la metodología científica, en las que se basan las diferentes propuestas didácticas para la enseñanza de las ciencias. Y ello no tan sólo para distinguir y clarificar la filosofía de nuestra propia práctica docente, sino también para valorar e integrar los diferentes aspectos complementarios que pueden aportar las teorías existentes. El problema fundamental con que se encuentra el profesor de ciencias consciente de esta necesidad, es la ardua y farragosa tarea de conocer las formulaciones generales de estas teorías a través de sus propios autores: filósofos de la ciencia, epistemólogos y psicólogos de la educación, pero más raramente investigadores del aprendizaje y la didáctica de las ciencias. Es por ello encomiable la tarea emprendida por Iñigo Aguirre en su libro —*Los adolescentes y el aprendizaje de las ciencias*— de presentar uno de los paradigmas que más influencia ha tenido durante estos últimos años: la teoría piagetiana del desarrollo mental, centrándose en el estudio de las operaciones formales, que caracterizan el período de la adolescencia, en relación con la adquisición de los conceptos científicos.

El libro está estructurado en cuatro apartados básicos. El primero —Investigación básica y actuación en el aula— tiene por objeto ofrecer un marco de referencia para comprender la relación entre la investigación básica y el desarrollo de innovaciones en el aula.

En el segundo —Aplicabilidad de la teoría de Piaget a la realidad del aula— se da una panorámica de las ideas de Piaget sobre el desarrollo intelectual y

se apuntan las limitaciones actuales de la teoría.

En el tercero —El modelo piagetiano como paradigma explicativo en la enseñanza de las ciencias— se aborda la influencia del nivel de desarrollo intelectual sobre el aprendizaje de las ciencias, la clasificación de los contenidos científicos según la demanda cognoscitiva que exigen y el análisis de las exigencias cognitivas de los libros de texto.

En el cuarto y último —Métodos de instrucción para la enseñanza de los contenidos formales: factores a tener en cuenta— se analiza la importancia de aquellos factores que pueden ser instrumentalizados didácticamente por el profesor para facilitar el desarrollo intelectual del alumno: la interacción social, la experiencia física y la autorregulación, y se hace referencia a los «ciclos de aprendizaje» como ejemplo de modelos de instrucción.

En el tercer apartado se cita también una línea de investigación más reciente, caracterizada por prestar especial atención a las ideas intuitivas y a las explicaciones espontáneas que los alumnos tienen y dan de los fenómenos físicos. Esta línea de investigación, que pertenece también a una tradición cognotivista, ha recibido la influencia de otras teorías, como la del aprendizaje significativo de Ausubel, y sería más apropiado enmarcarla en un modelo constructivista del aprendizaje científico, no necesariamente piagetiano, aunque deudor de muchas de las ideas de Piaget.

No podríamos finalizar esta reseña de *Los adolescentes y el aprendizaje de las ciencias*, sin destacar la valiosa bibliografía que se aporta, con una exhaustiva referencia a los trabajos realizados en España, y el hecho de que haya merecido el Premio 1983 de Breviarios de Educación, que el Ministerio de Educación y Ciencia otorga anualmente.

AURELI CAAMAÑO