

El aprendizaje receptivo de las ciencias: preconcepciones, estrategias cognitivas y estrategias metacognitivas

LAS relaciones entre enseñanza y aprendizaje en la didáctica de las ciencias, para los niveles medio y superior, han cambiado a lo largo de los últimos años. En lo que respecta al aprendizaje receptivo, los investigadores se han ocupado de diferentes problemas planteados por estas relaciones. Se examinan aquí algunos de estos problemas ilustrándolos con ejemplos tomados del aprendizaje a partir de textos.

1. Preocupación por la estructura lógica del conocimiento científico

EN un primer estadio en la consideración de las relaciones entre cómo se enseña y cómo se aprende, los factores relacionados con el aprendizaje de las ciencias se consideraron secundarios al lado de aquellos relacionados con la llamada «estructura lógica» del conocimiento científico. Imagínes un profesor de física de los últimos años del bachillerato o primero de universidad, preocupado con la enseñanza de la dinámica de los sistemas de partículas. Intenta enseñar a sus alumnos el concepto de centro de masa de la manera más ade-

José Otero*

cuada. El profesor puede quizá sopesar la conveniencia de dos posibles «estructuras de alto nivel», o formas de organización de las ideas más generales del texto¹. Una puramente deductiva, en donde se presenta la definición del C.M. y a partir de ella se deducen consecuencias como la igualdad entre la fuerza externa total aplicada y el producto de la masa total por la aceleración del C.M. (Halliday y Resnick, 81). Otra estructura posible, «problema-solución», sería aquella en que se presenta inicialmente el problema de encontrar un punto «representante» de todo un sistema de partículas, tal que la fuerza externa aplicada sea igual a la masa total por la aceleración de ese punto (Feynman, Leighton y Sands, 63). A partir de aquí se busca el punto que soluciona el problema: el centro de masa. Es posible que el profesor escoja la segunda presentación porque crea que en los cursos introductorios tiene interés presentar una visión dinámica de la ciencia. Esta visión dinámica no solamente incluye respuestas en forma de herramientas conceptuales, sino también los problemas a los que se estaba contestando.

En la decisión anterior no hay una consideración explícita de la forma en que los alumnos aprenden. Los criterios que el profesor maneja se rela-

* Este artículo está basado en algunos resultados de dos proyectos de investigación subvencionados por el C.I.D.E. en los períodos 1986-88 y 1990-92.

1 En una sección posterior se trata con más detalle del papel de la estructura de alto nivel en los textos científicos.

cionan con la naturaleza de la ciencia que se intenta transmitir a los alumnos. Muchos de los artículos sobre didáctica de la ciencia que se publicaban en los años 60 y comienzos de los 70 reflejan estas preocupaciones. Un artículo sobre la enseñanza del calor y la temperatura², por ejemplo, podía tratar sobre la presentación didáctica más adecuada utilizando fundamentalmente argumentos sobre la naturaleza de los conceptos científicos: «...el calor no puede tenerse ni retenerse pues es energía en tránsito...». Los recursos a la forma en que el alumno aprende son secundarios; se indica, por ejemplo, que «...Si presentamos al alumno el calor como una forma de energía lo comparará inmediatamente con cualquier otra forma conocida de energía: por ejemplo energía potencial o cinética...». Podría uno preguntarse ¿es eso así? Si lo hiciésemos, ¿entendería la presentación? ¿lo compararía con otras formas de energía? En este tipo de deliberaciones sobre la presentación del conocimiento científico no se consideraban, explícitamente al menos, factores relacionados con lo que Ausubel llamaba «estructura psicológica» del conocimiento, en contraposición a la estructura lógica:

En otras palabras, estoy distinguiendo, por un lado, entre la organización formal del contenido de una disciplina dada, tal como aparece enunciada en los libros de texto de aceptación general y, por otro, la representación organizada e internalizada de este conocimiento en las estructuras de memoria de individuos particulares, especialmente estudiantes. (Ausubel, 1964, p. 222).

2 «Una sugerencia acerca de las explicaciones sobre el «calor» en Bachillerato y COU». *Revista de Bachillerato*, n.º 7, julio-septiembre, 1978. La elección de este artículo no se ha efectuado con intención crítica sino para ejemplificar características extendidas en muchos artículos de la época.

2. El papel del conocimiento del que aprende: las preconcepciones

A finales de los años 70 aumentó la preocupación por los problemas de aprendizaje en la didáctica de las ciencias de los niveles a que nos referimos. Los investigadores comenzaron a preocuparse por uno de los factores que condiciona el aprendizaje de conocimientos científicos: aquello que el alumno ya sabe sobre la materia de enseñanza. La enseñanza basada en la estructura lógica del conocimiento científico planteaba problemas. Imaginemos que nuestro profesor, interesado en la enseñanza del centro de masa utilizando la estructura de alto nivel «problema-solución», intenta transmitir el concepto en el caso de un sistema de partículas, ligadas entre sí, que pueden moverse siguiendo trayectorias diferentes y con velocidades también diferentes. Podría encontrarse con dificultades como las estudiadas por un grupo de investigadores de las universidades Carnegie Mellon y de Tel-Aviv (Levin, Siegler, Druyan y Gardosh, 1990). Se presentaron las dos situaciones indicadas en la Figura 1 a alumnos de niveles equivalentes al 1.º de BUP y de universidad. En el primer caso dos caballos recorren dos trayectorias circulares concéntricas y de diferente radio, en el mismo tiempo. En el segundo caso se trata de dos caballitos que recorren las mismas trayectorias circulares pero unidos entre sí por una barra rígida. Se preguntaba a los alumnos sobre las velocidades (lineales) respectivas de los dos caballos en las dos situaciones. Un 27% de los alumnos de 1.º de BUP y un 32% de los de universidad, creen que las velocidades de los dos caballos son diferentes en el primer caso pero *son iguales* en el segundo.

Estos alumnos parecen creer que de la existencia de una conexión rígida entre dos móviles se desprende la igualdad de velocidades en todos los casos. Esto seguramente dificultaría comprender la simplificación introducida por el CM al representar el movimiento de un sistema con partículas que se mueven con velocidades diferentes, aun cuando puedan estar ligadas rígidamente. Un trabajo cuidadoso de estructuración lógica de la lección, como el que intentaba hacer el hipotético profesor, podría quedar desvirtuado por estas limitaciones del alumno para asimilar el contenido que se le presenta. La información que se debe aprender, por tanto, debe organizarse teniendo en cuenta que el alumno no es un receptor pasivo de información sino que el producto del aprendizaje resulta de la interacción entre lo que se presenta y lo que ya se sabe.

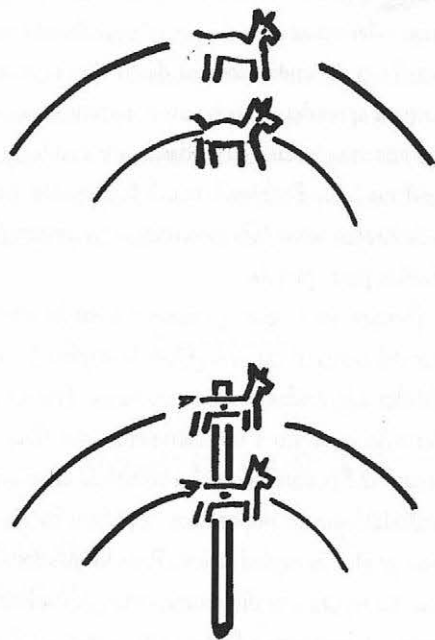


Figura 1. Movimiento de dos pares de caballos en trayectorias concéntricas.

Este carácter constructivo del proceso de comprensión se pone de manifiesto también en situaciones como la siguiente. Se propuso a alumnos de COU que leyeran textos como el que aparece a continuación (Otero, Campanario y Brincones, 1989):

LOS NEUTRINOS Y SU DETECCIÓN

Los neutrinos son partículas con masa casi nula. Su detección es muy difícil porque no responden a las fuerzas magnéticas o nucleares. Para detectarlos es necesario disponer de una gran cantidad de agua en un lugar profundo donde no interfieran las demás radiaciones. Esa gran cantidad de agua es precisa porque los neutrinos raramente interaccionan con la materia. En diversos países se han instalado detectores de neutrinos que serán útiles en el futuro.

Después de haber leído 6 textos similares a éste y contestado algunas preguntas sobre ellos, se pedía a los sujetos que escribiesen todo lo que recordasen de cuatro de ellos, entre los cuales se encontraba éste que nos ocupa³. Estas son algunas de las contestaciones de los alumnos, transcritas literalmente, en orden decreciente de fidelidad a la formulación original:

Los neutrinos son cuerpos con una masa casi nula. Son muy difíciles de detectar y para hacerlo hay que detectarlos con mucha cantidad de agua y a mucha profundidad para que no les influyan otras radiaciones. Hoy en día se están construyendo detectores de neutrinos que servirían en un futuro a explicar ciertos fenomenos espaciales (518).

³ El texto utilizado era ligeramente diferente que el presentado aquí, y la tarea original tenía otros propósitos, explicados más adelante, que el simple recuerdo. Pero estas diferencias son irrelevantes en la presente discusión.

Los neutrinos son partículas que su masa es casi nula. Por eso es muy difícil detectarlos porque al no tener casi masa no se siente atraído por ningún tipo de fuerza. Para detectarlos se ha de hacer con gran cantidad de agua y a bastante profundidad (585).

Los neutrinos son las moléculas que no tienen prácticamente energía, que éstas son muy difíciles de conseguir, aunque se encuentran en gran proporción en el agua pero hay que hacer reacciones en un lugar donde no haya otro tipo de energías, cosa que se da a altas profundidades (730).

Los neutrinos por su poca masa son muy difíciles de detectar y además para detectarlos hay que hacerlo a unas determinadas presiones (745).

Los neutrinos son átomos con núcleo muy ligero. Son detectados por ondas electromagnéticas (782).

Contestaciones como estas últimas han sido desechadas por los profesores en muchas ocasiones como comportamientos patológicos. Puede considerarse, sin embargo, que ponen de manifiesto mecanismos normales de aprendizaje en donde el sujeto procesa información utilizando el conocimiento que ya posee. Supóngase, por ejemplo, que una partícula no es un concepto suficientemente diferenciado que se asocia a un componente subatómico, sino más bien un concepto relacionado con cuerpos muy pequeños incluyendo átomos, o moléculas. El sujeto nº 782, que puede estar en este caso, ha generado una inferencia lícita en el proceso de comprensión: estas partículas o átomos tienen una masa casi nula; puesto que la masa de un átomo está concentrada en el núcleo, deben tener núcleos ligeros. Parte de su contestación, al menos, deja de parecer absurda y se convierte en razonable en el contexto de sus conocimientos.

Ejemplos como éste reflejan lo que en esencia

parecieron descubrir los investigadores en didáctica de las ciencias: la mente del alumno no es una tabla rasa sino que aprende sobre lo que ya sabe. En particular, el alumno tiene concepciones sobre diversos fenómenos científicos antes de verse expuesto a la enseñanza formal de la ciencia. En los años 70 se inician los estudios sobre estas «ideas espontáneas» «preconcepciones» o «ideas previas» que han ocupado hasta los últimos años una buena parte de las páginas de las revistas especializadas.

3. Las estrategias de aprendizaje: qué se hace para aprender

QUE aprende un sujeto de un texto depende, por tanto, del contenido y organización del material y de los conocimientos que posea. Pero depende también de lo que el sujeto *haga* para aprender. Utilizando el término «actividades matemagénicas» (actividades que dan lugar al aprendizaje), E. Rothkopf llamó la atención hace más de 20 años sobre la importancia de las estrategias utilizadas para aprender:

Piénsese en lo que aprenden los estudiantes a partir del material escrito. ¿Qué determina las capacidades adquiridas por un estudiante después de haber sido expuesto a un documento con fines de enseñanza? El contenido del material de enseñanza es indudablemente importante. También lo es, en menor grado, su organización. Pero lo más importante, con muchísima diferencia, es lo que el alumno *hace* con el documento. En un cierto sentido el alumno tiene poder total de veto sobre el aprendizaje, puesto que sin alguna actividad de su parte nunca se

podrán conseguir los objetivos de la enseñanza (Rothkopf, 1970, pág. 326)

Los investigadores sobre la lectura estudian las estrategias utilizadas en la adquisición de información a partir de un texto, como el hacerse preguntas sobre el material que se lee, el tratar de expresarlo en las propias palabras, identificar las ideas más importantes del texto, o buscar relaciones entre ellas. Muchas de estas estrategias son absolutamente relevantes en el aprendizaje de textos científicos. Por ejemplo, la llamada «estrategia de la estructura» (Meyer y Rice, 1982), es decir, la estrategia de búsqueda de la relación entre las ideas más generales del texto, juega un papel fundamental en la comprensión de muchos textos científicos. Las relaciones más generales entre las ideas de un texto que se estudiaron tradicionalmente para el caso de las narraciones, se identifican también en el caso de los textos expositivos con diversos términos: «superestructura retórica», «superestructura esquemática» «esquema de alto nivel» o «estructura de alto nivel». Esta estructura de alto nivel, definida como la relación que engloba la mayor cantidad de información del texto, ha sido estudiada por investigadores en el área del análisis del discurso y quizá con el mayor detalle

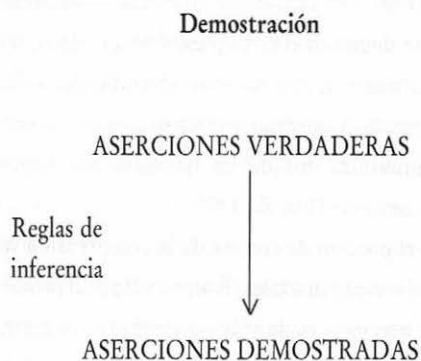


Figura 2. Estructura de alto nivel de una demostración.

Demostración de la Segunda Ley de Newton a partir de un plano inclinado

Un bloque de masa m se encuentra situado sobre un plano inclinado sin rozamiento. Se permite que descienda sujetándolo mediante una cuerda, tal como se representa en la figura. La reacción normal del plano sobre el bloque es igual en módulo a la componente del peso perpendicular al plano inclinado, $mg \cos \alpha$. Mediante la cuerda, se ejerce una fuerza F_x sobre el bloque, de módulo igual a la componente del peso paralela al plano inclinado, $F_x = mg \sin \alpha$. Todas las fuerzas están equilibradas y, por tanto, la fuerza resultante sobre el bloque

$$\vec{F}=0 \quad (1)$$

Como

$$\vec{F}=m\vec{a} \quad (2)$$

se deduce que la aceleración, a , con la que se mueve es también cero. Por tanto,

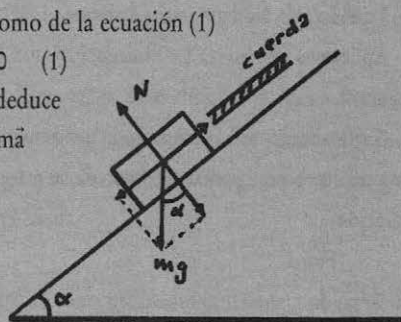
$$m\vec{a}=0 \quad (3)$$

y como de la ecuación (1)

$$\vec{F}=0 \quad (1)$$

se deduce

$$\vec{F}=m\vec{a}$$



es decir, siempre la fuerza resultante aplicada a un cuerpo es igual al producto de su masa por la aceleración. Ésta es la Segunda Ley de Newton.

Figura 3. Texto con estructura de alto nivel deficiente (argumentación circular).

por B. Meyer y sus colaboradores (véase, por ejemplo, Meyer y Rice, 1984). Los textos científicos con estructuras deductivas, por ejemplo, no se pueden entender si no se capta su estructura de alto nivel. Entender una demostración implica como parte fundamental captar la relación global que se ilustra en la Figura 2. Los alumnos de cursos de ciencias incluso en niveles relativamente altos, pueden entender las partes de este esquema y ser incapaces de captar la estructura de alto nivel. En un estudio piloto, se dio a leer a alumnos de COU de ciencias, en grupos de tres, el texto que se reproduce en la Figura 3. Se indicaba a los sujetos que lo leyesen con atención e informasen al entrevistador sobre las dificultades que pudiesen encontrar para comprenderlo. Aun cuando se trata de una «demostración» claramente circular, un número de alumnos no encontraron dificultades en el texto. Cuando se les pedía que escribiesen lo que recordaban, un sujeto que no había encontrado ningún problema en el texto escribe lo siguiente:

.....
 La 2ª Ley de Newton —————> $F=ma$
 Aplicamos una fuerza $F=0$ Luego:
 $ma=0$

Así finalmente se ha comprobado que la fuerza aplicada a un cuerpo es igual al producto de su masa por la aceleración

$$F=ma$$

El problema de este alumno ilustra deficiencias en el aprendizaje relacionadas con lo que *hace* para aprender: la ausencia de una estrategia para buscar la información de alto nivel en el texto.

No parece que la terapéutica adecuada en este caso deba basarse en un análisis de las preconcepciones del alumno sobre el tema con objeto de

conseguir una mejor transmisión de conocimientos concretos o de las proposiciones aisladas resultantes de este texto; es razonable suponer que alumnos de COU como éstos, con dos cursos de Física realizados anteriormente, tienen conocimientos suficientes para entender la Segunda Ley de Newton al nivel que se presenta aquí. Más bien, se debería tratar de enseñar (de una manera que distamos de conocer bien) a procesar los textos prestando atención no solamente a proposiciones concretas y a la forma en que se encadenan entre sí, sino también a las relaciones globales existentes en el texto. Ayudar a que el alumno mejore el aprendizaje implica en este caso ayudarlo a que utilice estrategias como la de la estructura.

4. Variables metacognitivas: el control de la comprensión

EL alumno del ejemplo anterior no procesa adecuadamente la información que proporciona el texto. Existe además un problema adicional: tanto él como los dos compañeros que revisaban el texto con estructura errónea no encuentran problema alguno en el texto presentado, es decir, no son conscientes de que no están aprendiendo. Falla la estrategia de control de un proceso cognitivo como la comprensión, una de las llamadas estrategias «metacognitivas» (Flavell, 1976).

En el proceso de control de la comprensión se pueden distinguir dos fases (Baker, 1985a). En primer lugar es necesario evaluar la comprensión, es decir, darse cuenta de si algo se entiende o no. La comprensibilidad de un texto puede evaluarse utilizando

diferentes criterios (Baker, 1985b). Los más simples son los criterios lexicográfico y sintáctico, es decir la evaluación de la comprensión de las palabras aisladamente o de la estructura sintáctica de las oraciones. Más complejos son los criterios de consistencia interna (evaluar la compatibilidad de las ideas del texto entre sí), consistencia externa (compatibilidad de las ideas del texto con las propias del lector) de integridad y claridad informativa (evaluar si el texto es suficientemente claro y completo) y cohesividad estructural (evaluar si la información concreta se acomoda a la idea general del texto). Los alumnos pueden evaluar deficientemente su comprensión por utilizar criterios inadecuados de comprensibilidad. Los alumnos que leían la argumentación circular que pretendidamente demostraba la Segunda Ley de Newton, posiblemente utilizaban criterios lexicográficos o sintácticos para controlar su comprensión, pero es seguro que no utilizaban el de cohesividad estructural.

La segunda fase en el proceso de control de la comprensión es la de regulación, es decir la toma de medidas para reparar el problema de comprensión encontrado. Sólo se pone en marcha cuando la fase de evaluación da como resultado una comprensión insatisfactoria. Un sujeto puede evaluar adecuadamente su comprensión (darse cuenta de que no entiende) y sin embargo regular la comprensión de manera inadecuada. Esto se pone de manifiesto en los resultados de la prueba siguiente (Otero y otros, op. cit). Se dio a leer a alumnos de 2º de BUP y COU textos cortos, como el que se reproduce más arriba sobre los neutrinos, en los que se habían introducido contradicciones explícitas. En el caso de este texto se añadía al final la frase siguiente: «La gran facilidad de detección de los neutrinos los hace muy apropiados, por ejemplo, para el estudio de

diversos fenómenos cósmicos.» Los alumnos debían indicar cualquier dificultad que encontrasen en el texto, subrayando las frases problemáticas, y puntuar su comprensibilidad. Un alumno de COU explica así el hecho de que, pese a haber detectado las frases contradictorias, no le concediese importancia:

Entrevistador: ...en el de los neutrinos te pasó algo parecido, te diste cuenta de que las frases se contradecían y después no lo subrayaste ¿por qué?

Alumno: Es que ahí dice prácticamente lo mismo, o sea que antes que estaba difícil y luego que descubrieron en algunos países que había esos aparatos para detectar esas partículas elementales a grandes profundidades... se detectaban los neutrinos, y yo entendí que a grandes profundidades era fácil de detectarlos.

E: O sea que entendiste que a grandes profundidades...

A: Que a grandes profundidades era fácil detectarlos.

E: Pero tú dices que te diste cuenta de que las frases se contradecían ¿cuál fue el problema que tú notaste?

A: Que antes eran difíciles y luego fáciles, y luego ya fue cuando lo leí dos veces y dije eso... digo yo con esos aparatos que dice ahí pues será fácil.

Este alumno utiliza una estrategia obvia de reparación de dificultades en la comprensión, la generación de inferencias que permitan restaurar la coherencia del texto: los neutrinos son fáciles de detectar utilizando medios diferentes (a grandes profundidades o con aparatos especiales). Sin embargo este proceso, razonable en otras situaciones falla en este caso. La inferencia generada por el

alumno no es adecuada para solucionar el problema de comprensión y la representación final del texto sigue resultando incoherente: el texto indica que genéricamente, no a grandes profundidades o con aparatos especiales, los neutrinos son fáciles de detectar, cuando anteriormente había dicho, también genéricamente, que son muy difíciles de detectar. Regular adecuadamente, por tanto, implica medir el grado de coherencia de la representación que resulta de añadir el conocimiento (inferencias) generado por el individuo a las proposiciones que se derivan del texto, y actuar consecuentemente. En caso de que la coherencia resultante sea aceptable el texto resulta «entendido». En caso contrario el texto es rechazado como ininteligible. El problema crucial que plantea este proceso es explicar por qué algunos individuos toleran grados bajos de coherencia en la representación resultante y otros no. ¿Qué se podría hacer para aumentar en los estudiantes lo que podría llamarse «nivel de coherencia mínima aceptable»? ¿Cómo lograr que el alumno cuyo razonamiento acaba de ofrecerse considerase inaceptable la «reparación» que ha efectuado del problema de comprensión? Un mejor conocimiento de estos procesos ayudaría enormemente a dotar a los alumnos de mejores estrategias de control de su propia comprensión y, por tanto, de mecanismos eficaces para aprender mejor.

5. Conclusiones

DEL análisis de los problemas de aprendizaje de las ciencias se desprenden sugerencias para su enseñanza. El reconocimiento del alumno como un procesador activo de información llevó a prestar atención a lo que ya sabe como determinante de lo que es capaz de aprender. No sola-

mente lo que el alumno sabe, sino también lo que hace para aprender determinan los resultados. Enseñar estrategias cognitivas para la adquisición de información como las que se han mencionado más arriba, abre interesantes perspectivas en la actuación de profesores de ciencias. ¿Cuál es la actuación de muchos alumnos de 6º de EGB, por ejemplo, cuando se encuentran en su libro de texto que «El calor ... es la suma de todas las formas de energía con que se mueven las moléculas que contiene [un cuerpo]»? ¿muy posiblemente memorizar la información al no disponer de inclusores a los que ligar estas ideas de manera no arbitraria (¿qué sabe un alumno de 6º de EGB sobre las *formas de energía* de las moléculas de un cuerpo?); ¿cuál sería, por el contrario, su actuación si utilizase permanentemente la estrategia de ligar la información que se le presenta con lo que ya sabe, o reformularla en sus propias palabras? La actuación del profesor puede ser todavía más innovadora en el nivel de las destrezas metacognitivas. Por ejemplo, la preocupación por calificar a los alumnos de acuerdo con lo que saben, hace olvidar los grandes beneficios que se derivarían de otorgar alguna calificación de acuerdo con lo que saben que no saben. Un examen de la ignorancia que son capaces de reconocer los alumnos podría constituir una eficaz ayuda en el desarrollo de sus capacidades metacognitivas de control de la comprensión ⁴.

En resumen, la consideración de las preconcepciones de los alumnos ha constituido una etapa útil en la mejora de la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, un paso adelante en este momento podría quizá consistir en prestar una mayor atención a las destrezas cognitivas y metacognitivas necesarias para un aprendizaje eficaz de las ciencias.

⁴ Naturalmente, sería de esperar que los profesores tuviésemos mejor nota que los alumnos en esta prueba.

BIBLIOGRAFÍA

- AUSUBEL, D. P. (1964): Some Psychological Aspects of the Structure of Knowledge. En *Education and the Structure of Knowledge*, S. Elam (Ed.). Chicago: Rand McNally (Existe traducción al castellano: Buenos Aires, Editorial Troquel, 1973).
- BAKER, L. (1985a): How do we know when we don't understand? Standards for valuating text comprehension. En D. L. Forrest-Pressley, G. E. MacKinnon, T. G. Waller (Eds.): *Metacognition, Cognition and Human Performance*. New York: Academic Press.
- (1985b) Differences in the standards used by college students to evaluate their comprehension of expository prose. *Reading Research Quarterly*, XX, 297-313.
- FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B. y SANDS, M. (1963): *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass.: Addison Wesley (Existe traducción al castellano: Bogotá, Fondo Educativo Interamericano, 1971).
- FLAVELL, J. H. (1976): Metacognitive aspects of problem solving. En L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. (1981): *Fundamentals of Physics*. New York: John Wiley & Sons (Existe traducción al castellano: México, CEC-SA, 1985).
- LEVIN, I.; SIEGLER, R. S.; DRUYAN, S. y GARDOSH, R. (1990): Everyday and curriculum-based physics concepts: When does short term training bring change where years of schooling have failed to do so? *British Journal of Educational Psychology*, 8, 269-279.
- MEYER, B. y RICE, G. E. (1982): The interaction of reader strategies and the organization of text. *Text*, 2, 155-192.
- (1984): The Structure of Text. En P. D. Pearson (Ed.): *Handbook of Reading Research*. New York: Longman.
- OTERO, J.; CAMPANARIO, J. M. y BRINCONES, I. (1989): *La disposición para el aprendizaje significativo en las ciencias experimentales*. Memoria de Investigación. CIDE, MEC.
- ROTHKOPF, E. (1970): The concept of mathemagenic activities. *Review of Educational Research*, 40, 325-326.

Resumen:

Los investigadores en didáctica de las ciencias han considerado de manera diversa los problemas de aprendizaje. En este artículo se examinan algunas de las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. En primer lugar se considera la influencia de lo que sabe el que aprende en la adquisición de nuevos conocimientos científicos. En segundo lugar se examina el papel de las estrategias que utilizan los estudiantes de ciencias para aprender. Por último se analiza la influencia de estrategias metacognitivas, como el control de la propia comprensión, en el aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: Aprendizaje de la ciencia, estrategias de aprendizaje, metacognición.

Abstract:

Science learning problems have been variously considered by science education researchers. This article examines some of the relations between science teaching and science learning. The influence of students' knowledge on the acquisition of new scientific information is examined first. Cognitive strategies used by science students in acquiring information from science texts are discussed in the second place. The last analysis concerns the role of metacognitive strategies like those involved in monitoring comprehension.

Key words: Science learning, learning strategies, metacognition.