



Modelos de aprendizaje en la didáctica de las ciencias

Joan Aliberas

Moviment educatiu del Maresme

Rufina Gutierrez (*)

Departamento de Didáctica de las Ciencias, IEPS

Mercé Izquierdo

Departamento de Didáctica de las Ciencias, UAB

(Este artículo forma parte de la tesina de licenciatura de J. Aliberas (1987), que recibió el premio "Baldiri Rexach" para profesores, de la fundación Jaume I)

RESUMEN

En este artículo se analizan los modelos psicológicos de aprendizaje más utilizados en la actual investigación en Didáctica de las Ciencias, los elaborados por Gagné, Ausubel, Piaget y la Psicología del Procesamiento de la Información. Desde una perspectiva Toulminiana, se argumenta con la conveniencia de que los profesores no utilicen exclusivamente alguno de estos modelos, sino que se aconseja un uso racional de las aportaciones de cada uno de ellos, dependiendo de la situación didáctica.

Introducción

Considerada como disciplina, la didáctica de las ciencias no dispone en este momento de un conjunto de teorías que sean aceptadas mayoritariamente por todos los profesionales de este campo del saber. Esto no debería significar que los docentes tengamos que paralizar nuestra actividad hasta disponer de modelos únicos, sino que es razonable, al menos desde una perspectiva toulminiana, preguntarnos por la manera de utilizar lo que en estos momentos ya se sabe (Toulmin, 1972). En relación a las teorías de aprendizaje, esto que-rría decir que es más racional intentar descubrir en cada teoría aquello que aporta, lo que *funciona* y lo que no, que tratar de identificar

la *teoría correcta* que nos solucionará todos los problemas.

Hoy parece claro que mientras que el alumno estudia ciencias organiza sus conocimientos de manera distinta a como estos aparecen formalizados por la propia ciencia; y que esta organización es también distinta de la forma en que se han construido los conocimientos a lo largo de la historia de las ciencias; y también es diferente de la construcción espontánea de los conocimientos científicos que realizan los sujetos autónomamente, antes de estar influenciados por los conocimientos científicos escolares (*ciencia de los niños, esquemas alternativos*, etc.). El movimiento constructivista del aprendizaje (Linn, 1987, Novak, 1988, Driver, 1988, Benlloch, 1984)

(*) Para contacto: (91) 24.64.40.4

destaca la búsqueda activa del significado en el individuo que aprende. Pero la descripción de este proceso varía en función del modelo teórico de referencia (no es lo mismo el constructivismo piagetiano que el ausubeliano o que el de la psicología del procesamiento de la información). Utilizar en nuestra práctica profesional un modelo u otro puede conducir a explicaciones del resultado del aprendizaje muy diferentes.

En la literatura relativa al aprendizaje de las ciencias se han tomado como referencia algunos modelos con preferencia a otros. Son estos los elaborados por Gagné, Ausubel, Piaget y los provenientes de la psicología del Procesamiento de la Información. En este trabajo vamos a describir los elementos más importantes de estos modelos, señalando la necesidad de fundamentar la intervención didáctica en un modelo de aprendizaje y la posible utilidad de cada uno de los diversos modelos para nuestra acción didáctica.

Sin modelo, o con un modelo personal

Entre los profesores de ciencias se produce a menudo el caso de no disponer -al menos a nivel consciente- de un modelo para justificar el concepto de aprendizaje que subyace a los planteamientos didácticos que se llevan al aula. En este caso, se carece de un lenguaje para representar el *sistema*, lo que entorpece la comunicabilidad de los resultados de las acciones didácticas y la identificación de las variables que han hecho que estas acciones didácticas hayan llevado al fracaso o al éxito. En cualquier caso, el esfuerzo profesional trasciende poco al individuo y la comunidad no se aprovecha del esfuerzo y de los descubrimientos realizados. Es interesante llamar la atención sobre esta situación porque puede ser muy común y, por ello, puede retrasar la llegada al consenso deseado. Uno de los objetivos prioritarios de una disciplina madura y de una profesión bien organizada sería integrar todos los esfuerzos en una tarea común.

Eliminemos pues esta primera posibilidad. Pasaremos ahora a analizar los sucesivos modelos teóricos del aprendizaje, establecidos

por colectivos diferentes y que son candidatos a constituir parte del cuerpo teórico de la didáctica de las ciencias.

El aprendizaje jerárquico

El modelo de Gagné (1965) constituye un intento de estructurar la enseñanza, fundamentándola en una determinada psicología, la conductista, preponderante en aquel momento (Pozo, 1987). Pensamos que muchos de los modelos personales a que aludíamos en el punto anterior comparten los principios generales con el modelo de Gagné: una filosofía de base empírico inductivista, ampliamente aceptada no sólo por los profesores, sino también por el grueso de la sociedad, incluso después de haber sido muy criticada en la bibliografía especializada (Gutierrez, 1987). Y así como se comparte esta filosofía, se comparte también las dificultades que ella comporta. Por eso creemos que es importante analizar el modelo gagnetiano inicial, a pesar de su evolución posterior (Gagné y White, 1978).

Para el conductismo, el pensamiento y la conducta humana son respuestas más o menos elaboradas a determinados estímulos, a base de encadenamientos de impulsos nerviosos controlados por el sistema nervioso central. La organización de determinados impulsos va produciendo elaboraciones progresivamente más complejas que pasarán de la simple concatenación de estímulos-respuestas, a la elaboración de asociaciones múltiples, o formación de conceptos, dando lugar a aprendizajes de categoría cada vez más elevada. Así, pues, los conocimientos estarían organizados en jerarquías que van desde el bajo nivel de las reacciones poco específicas ante algunas señales, hasta los niveles más elevados (aprendizaje de conceptos, de principios, resolución de problemas...) pasando por niveles intermedios.

Para conseguir un aprendizaje determinado el profesor necesita saber la situación de partida (los requisitos previos del aprendizaje). Gagné dedica la parte central de su análisis a establecer éstos requisitos: para aprender

a resolver determinados problemas -pongamos por caso- es necesario disponer de los conocimientos inferiores de la jerarquía y del dominio de los principios implicados; para asegurar éste dominio harán falta otros conceptos pertinentes. Y así, sucesivamente, se puede ir estableciendo la jerarquía de aprendizaje para un conocimientos determinado.

Más concretamente, Gagné defiende que debe empezarse por la formulación de los objetivos del aprendizaje en términos de conductas finales. A continuación, se determinan sus requisitos previos a partir de la pregunta *¿que tendría que ser capaz de hacer el individuo para poder realizar con éxito esta tarea, supuesto que sólo se le van a dar instrucciones?* (Gagné, 1962). La aplicación sucesiva, descendente, de este método, dará lugar a la jerarquía de aprendizaje adecuada, en principio, al contenido propuesto; la secuenciación didáctica seguiría la jerarquía en sentido ascendente.

La teoría de Gagné no ha obtenido resultados muy satisfactorios, ya que la validación experimental de las jerarquías se ha conseguido sólo en unos pocos casos (Jones y Russell, 1979). Para entender sus dificultades, fijémosnos en la pregunta de Gagné: *¿que hay que saber hacer...?* Por una parte, *saber hacer* no quiere decir lo mismo que *haber entendido*; si nos proponemos objetivos de conducta puede ocurrir que se aprendan contenidos sin significado. Y por otra, los requisitos previos que resultan de contestar la pregunta suele ser de tipo lógico, siguiendo la estructuración formalizada de la ciencia a la que pertenece el contenido que se enseña, porque no se cuenta con la información que lleve al establecimiento de las condiciones psicológicas del aprendizaje.

Por tanto, si nos tiene que resultar útil, este modelo necesita adecuarse a los esquemas interpretativos de los sujetos mediante una reconstrucción intelectual. Es importante descubrir los requisitos lógicos previos que tienen que funcionar en un aprendizaje; y es importante, también, el aspecto práctico de los conocimientos. Pero unos y otros tienen que encontrar sentido dentro de una perspectiva más global que tendremos que buscar en otros modelos.

La epistemología genética

La influencia de la teoría piagetiana (Inhelder y Piaget, 1955; Piaget, 1970) para la enseñanza de las ciencias data de finales de los años cincuenta, cuando el conductivismo comienza a cederle el paso. Si éste otorga al sujeto un papel bastante pasivo, Piaget lo imagina en cambio adaptándose a las circunstancias cambiantes del ambiente, a base de dos procesos: asimilación y acomodación. El individuo capta la realidad utilizando los esquemas u operaciones mentales disponibles, si la encuentra adecuada (asimilación); pero si estos recursos mentales no son los adecuados, habrá que modificarlos hasta que puedan encajar con los hechos (acomodación). De esta manera la realidad se adecua a los esquemas interpretativos del sujeto mediante una reconstrucción intelectual. Los casos de construcción de la realidad estudiados por Piaget son numerosos, desde la conservación de los objetos hasta la adquisición de las estructuras del pensamiento formal.

Dentro del modelo piagetiano, a todos estos elementos mentales que realizan la función adaptativa de dotar de significado a la experiencia (aspecto funcional) no se les considera solamente yuxtapuestos, sino que establecen unas relaciones mutuas, con determinadas organizaciones que irían apareciendo de manera escalonada durante el desarrollo (aspecto estructural). Estas estructuras, que para Piaget (Inhelder y Piaget, 1955) podrían expresarse en términos de lógica formal, tendrían que ser independiente de los contenidos.

Recordemos que el propósito de Piaget es epistemológico y no psicológico ni, aún menos, pedagógico. Por esto no nos tiene que extrañar que, por ahora, el modelo de Piaget no conduzca de una manera unívoca a una teoría del aprendizaje. Esto supone que ha habido que elaborar expresamente su adaptación a las circunstancias escolares. Para hacerlo hay dos cuestiones a considerar (Marro, 1983): la primera, si es suficiente extrapolar simplemente las afirmaciones de la teoría al contexto escolar, dándoles prioridad sobre las consideraciones pedagógicas, o bien procurando satisfacerlas todas simultáneamente; la

segunda, si se pone el acento en los aspectos funcionales o en los estructurales de la teoría.

En cuanto a la primera cuestión y teniendo en cuenta la imposibilidad de formalizar todos los aspectos de la vida pedagógica, parece razonable evitar la extrapolación y tener en cuenta todos los aspectos didácticos, incluso los no contemplados en la teoría, como lo es, por ejemplo, la variabilidad intelectual. Respecto de la segunda cuestión, y en vista de las dificultades que han surgido al querer explicar la coherencia de las estructuras mentales en términos de lógica formal (una vez más, la sola fuerza de la lógica no resulta convincente) nos inclinaríamos a favor de los aprendizajes funcionales -como hace Karplus y otros, 1977- aunque los estructurales -como reclaman Shayer y Adey, 1981- no puedan descartarse. (Hay que notar que, en los aspectos funcionales, la teoría piagetiana está próxima a la postura toulminiana, mientras que en los estructurales -que son, quizás, los más conocidos- se aleja de ella y es criticada por el mismo Toulmin (1972) por su pretensión de organizar los elementos mentales simplemente como estructura lógica).

Los modelos didácticos surgidos de la epistemología genética piagetiana no acaban de explicar el papel de los contenidos de la enseñanza ni el del contexto en el cual ésta se produce. La transferencia de los conocimientos, según este modelo, tendría que ser mayor que la que encontramos en la práctica (Driver, 1979). Son éstos aspectos los que habría que cubrir mediante otros modelos, mientras que las aportaciones piagetianas que nos pueden resultar más útiles son: la misma epistemología -tan diferente de la usual- en primer lugar, especialmente lo que se refiere a la manipulación del conocimiento a base de esquemas u operaciones (conocimiento procesual); y, en otro plano, los aspectos estructurales, quizás más en el nivel descriptivo que en el normativo. De todas maneras es capital entender el sentido de la epistemología piagetiana para utilizar adecuadamente cualquier parte de su teoría (Cawthron y Rowell, 1978).

El aprendizaje receptivo

Ausubel (1968) critica el modelo de Gagné por subordinarse a la lógica y el de Piaget por

no dar suficiente importancia a los contenidos. Establece entonces su modelo explícitamente educativo centrándose en los contenidos a enseñar y en su estructuración psicológica, que tiene que resultar diferente de la puramente lógica.

Para Ausubel los conocimientos de una persona están organizados en una *estructuración cognitiva* formada por conceptos y sus relaciones. Un concepto tendrá significado para un individuo si forma parte de su propia estructura cognitiva. *Tener significado* consistiría pues en poder relacionar un contenido con parte de la estructura cognitiva, de una manera intencionada y substancial, no arbitraria. A un aprendizaje que cumple esta condición lo denomina precisamente *significativo*, mientras que en caso contrario el aprendizaje sería solamente *memorístico*. Aunque los conocimientos memorísticos son necesarios porque cumplen unas determinadas funciones, para la enseñanza de las ciencias nos interesa mucho más saber la manera de conseguir aprendizajes significativos.

Ausubel considera el grado de actividad física durante un aprendizaje (que lo caracterizará como aprendizaje por descubrimiento o aprendizaje receptivo) y el de significación (según el cual será significativo o memorístico) como dos variables distintas. Con ello critica el aprendizaje por descubrimiento, por considerar que no conduce necesariamente a un aprendizaje significativo y se centra principalmente en el estudio de los aprendizajes significativos por vía receptiva, que para él no es una *vía pasiva* sino que requiere actividad mental.

Ausubel considera que en la estructura cognitiva no todos los conceptos tienen la misma importancia, variando desde los de nivel más alto (los más abstractos e inclusivos) hasta los de nivel más bajo (concretos, subordinados), estableciéndose una jerarquización con todos ellos. Propone un recurso como instrumento que ayude a conseguir el aprendizaje significativo. Se trata del *organizador previo*: una idea de nivel superior al material que se trata de aprender, pero que puede enlazarse con la estructura cognoscitiva y servir, por ello, de anclaje a los nuevos conceptos, dotándoles así de significación.

Tanto si se utilizan organizadores previos como si no se hace, se sugiere una secuenciación descendente de los conceptos cuando llega el momento de enseñarlos, empezando por los más generales, puesto que son los que tienen más posibilidades de adaptarse a las características individuales de cada estructura cognitiva. Esto implica, naturalmente, que esta estructura es conocida por el maestro.

La teoría ausubeliana ha decepcionado, en la práctica, muchas de las expectativas que había despertado. Por una parte, los organizadores previos han permanecido inconcretados, difíciles de construir y de distinguir de otros conceptos similares, como por ejemplo, la introducción a un tema (Barnes y Clawson, 1975). Por otra parte, los conocimientos previos se han revelado mucho más estables y difíciles de transformar que lo que el modelo de Ausubel sugiere, mostrándose éste incapaz de explicar el cambio conceptual, que es un proceso de reestructuración mucho más profundo que los cambios que describe Ausubel: la *diferenciación progresiva*, la *reconciliación integradora*, etc. (Driver, 1982).

Desde el punto de vista epistemológico, la teoría ausubeliana contiene aspectos inductivistas y empiristas (Cawthron y Rowell, 1978), ofreciendo una imagen estática de los conceptos (Gilbert y Watts, 1983). En este terreno, la *teoría del aprendizaje significativo* de Ausubel es similar al punto de vista conductista habitual, según el cual los conceptos existen en el mundo externo separadamente del sujeto y por lo tanto van a él *desde fuera* (Albert, 1979). Por ejemplo, la utilización de los términos *preconceptos* o *ideas preconcebidas* tal como los maneja Ausubel, parece negar a estos conocimientos la categoría de carácter conceptual (Driver y Easley, 1978), cuando en realidad sirven para dotar de significación a la experiencia, aunque sea de manera más o menos alejada de la establecida en cada momento por la ciencia. Por esto, en el contexto ausubeliano, los errores adquieren el carácter de equivocaciones que hay que corregir, más que de puntos de partida para la comprensión gradual de los conceptos aceptados por los científicos.

Aquello que debería ser una estructura cognitiva organizada psicológicamente se ha convertido, en la práctica, en la misma estructura lógica formal de la disciplina. Al menos ésta era, en un momento determinado, la posición de un ausubeliano tan autorizado como Novak (1977), que llegó a representar unas estructuras cognitivas ausubelianas de manera idéntica a las jerarquías gagnetianas, o a hablar de isomorfismo entre la estructura conceptual de la disciplina y la estructura cognitiva de los estudiantes. De nuevo se concede a la lógica el poder absoluto de convencimiento y de significación, ocupando así el lugar de otros criterios racionales que más que estos otros enriquecerían el panorama.

Es cierto que Ausubel ha subrayado la importancia fundamental del contenido previo, en el aprendizaje. Es cierto también que introduce una condición tan importante para los aprendizajes como lo es la significación; y que empieza a dar pistas sobre cómo conseguirlos, dando lugar a un importante movimiento de estudio. Pero, desgraciadamente, en la práctica no han quedado bien establecidas las condiciones que garanticen la significación del aprendizaje. La teoría vacila sobre todo cuando se encuentra ante cambios conceptuales profundos que impliquen cambios radicales de significación.

La teoría de Ausubel nos será útil, no obstante, en aquellos momentos en que la reorganización de la estructura cognitiva no tenga que ser tenida en cuenta, es decir, cuando se trate de *saber el qué* de las cosas (conocimiento declarativo) (Otero, 1985), es decir, de introducir nuevos conocimientos que encajen fácilmente, sin conflictos, en los anteriores, procurando establecer suficientes relaciones entre los nuevos contenidos y los contenidos previos, y entre los conceptos más inclusivos y los que los son menos.

Cuando haya que manipular conocimientos, cuando se trate de *saber el cómo* de las cosas (conocimiento procesual), resultarán más útiles las operaciones piagetianas. Considerar el conocimiento únicamente como declarativo, sin los aspectos procesuales, lo convierten en estático, dogmático, inadaptable a posibles modificaciones; mientras que hacerlo al con-

trario (considerar sólo los aspectos procesuales sin los declarativos) lo hacen vacío, no significativo. En este sentido, una y otra teoría son más complementarias que excluyentes. (Lawson, 1982).

Psicología del procesamiento de la información

La psicología del procesamiento de la información ha aparecido con fuerza en el campo de la didáctica de las ciencias, como teoría alternativa a las anteriores y con la voluntad de integrarlas. Tratándose de un enfoque relativamente nuevo, todo lo que a continuación trataremos habrá de tomarse con más cautela que la habitual.

En sus formulaciones más usuales (por ejemplo, Stewart y Atkin, 1982; Osborne y Wittrock, 1983), el modelo de procesamiento de la información considera que el sistema cognitivo dispone de *entradas y salidas de señales* desde el ambiente y hacia él. En este modelo son especialmente importantes los conceptos de memoria a corto plazo (MCP), que manipula informaciones procedentes tanto de los sentidos como de la *memoria a largo plazo*, y de memoria a largo plazo (MLP), de capacidad prácticamente ilimitada, que es donde se almacenan los conocimientos, tanto declarativos como procesuales.

Así, según este modelo, en la resolución de un *problema* intervendrían una sucesión de *representaciones* (Larkin y Rainard, 1984) o *esquemas* de determinadas informaciones. Un problema de dinámica se representaría primeramente en la MCP con las palabras del enunciado (representación lingüística). Entonces esta representación *se trabaja* en la memoria hasta que se llega a construir una idea respecto al problema que se nos ha enunciado y sobre qué es lo que se nos pregunta (representación básica). La descodificación de esta representación en términos científicos (como fuerza, masa, energía...) daría una nueva representación de la misma situación (representación científica), que lleva a la solución del problema.

La memoria a corto plazo es limitada y este hecho tiene unas consecuencias educativas

directas, como por ejemplo, empezar a estudiar un problema cualitativamente familiar, diseñar experiencias de laboratorio que destaque el fenómeno a estudiar y simplifiquen los problemas secundarios, utilizar sólo un mínimo de teoría y a medida que vaya haciéndose necesario (Johnstone, 1984), etc.

Los primeros modelos de procesamiento de la información de Lindsay y Norman (1977) son muy distintos de los que elaboran actualmente desde la teoría de esquemas (Minski, Anderson). En la actualidad se han señalado diferencias importantes entre un procesador de la información *vivo* y uno inanimado, como lo sería el ordenador que se erige aquí como modelo de la mente. (De Vega, 1985). Mientras el primero debe someter sus procesos cognitivos a las necesidades vitales, para asegurar la supervivencia, el segundo no los tiene que tener en cuenta. Esto hace que aspectos que sabemos que son tan importantes para el aprendizaje como son los afectivos, queden al margen. Captaremos aún mejor esta diversidad de las variantes que se incluyen en este apartado si observamos que investigadores procedentes de todos los demás modelos han acudido a este campo de investigación: gagnetianos, e incluso el mismo Gagné (Gagné y White, 1978), piagetianos, como Case (1980), o ausubelianos, como Osborne y Wittrock (1983, 1985).

Todo ello ha cristalizado en un modelo poco concreto, pero que permite unas sugerencias didácticas interesantes desde las que se aspira a unificar y superar a los otros modelos (Stewart, 1985). La ciencia cognitiva ofrece en estos momentos una dispersión metodológica y terminológica demasiado grande y una concreción didáctica demasiado pequeña como para convertirse en el modelo unificador que todo el mundo espera.

Conclusión

Los modelos que acabamos de ver pueden considerarse diferentes aproximaciones para conseguir la significación del aprendizaje. Todos ellos contienen elementos valiosos. Cada uno de ellos puede contribuir, en cuestiones

específicas, a hacernos entender los procesos de aprendizaje y a mejorar nuestras intervenciones didácticas.

Quizás no ha sido posible inclinarse por una sola teoría porque ellas no son lo suficientemente parecidas funcionalmente para poder ser comparadas (Toulmin, 1972). Esto, en lugar de hacernos sentir incómodos, debe estimular la investigación, dirigida a la superación de las contradicciones existentes. En estos momentos no tendría sentido que en nuestra práctica docente nos encerráramos en un sólo modelo: si hacerlo así significa que nos vemos privados de aclarar aspectos concretos de nuestro trabajo, ésta no sería una decisión racional. Lo racional sería una utilización estratégica de todos ellos dependiendo del tipo de aprendizaje que estemos trabajando.

De todas maneras, no olvidemos que estos modelos psicológicos están doblemente limitados. Por una parte, pasan por alto la cuestión afectiva; precisamente la psicología psicoanalítica, que es la que tiene más en cuenta la afectividad, no ha aportado mucho a nuestro terreno y parece no tener cabida en la tentativa unificadora que la ciencia cognitiva protagoniza. Y por otro lado tenemos que admitir el reproche que Toulmin (1972) hace de la psicología, en su pretensión de explicar la construcción del conocimiento como un proceso individual, ya que éste es, fundamentalmente, una tarea comunitaria. Coll (1986) señala las posibilidades de los nuevos enfoques pedagógicos en esta dirección.

REFERENCIAS

- ALBERT, E. (1979). Can Ausubel's theory of meaningful learning become an alternative to piagetian psychology? *Science Education*, 63 (1), 135-138.
- ANDERSON, J. R. (1981). *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale, N. J., Erlbaum.
- AUSUBEL, D. (1968). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Ed. Trillas, México.
- BARNES, B. R. y CLAWSON, E. U. (1975). Do advance organizers facilitate learning? Recommendations for further research based on an analysis of 32 studies. *Review of Educational Research*, 45 (4), 637-659.
- BENLLOCH, M. (1984). *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Ed. visor, Madrid.
- CASE, R. (1980). Intellectual development and instruction: a neo-piagetian view. En LAWSON (1980).
- CAWTHON, E. R., y ROWELL, J. A. (1978). Epistemology and science education. *Studies in Science Education*, 5, 31-59.
- COLL, C. (1986). *Marc curricular per a l'ensenyament obligatori*. Departament d'Ensenyament de la Generalitat, Barcelona.
- DRIVER, R. (1979). When is a stage not a stage? *Educational Research*, 21, 54-61.
- DRIVER, R. (1982). Children's learning in Science. *Educational Analysis*, 4 (2), 69-79.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.
- DRIVER, R. y EASLY, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- GAGNE, R. M. y WHITE, R. T. (1978). Memory structures and learning outcomes. *Rev. of Educational Research*, 48 (2), 187-222.
- GAGNE, R. M. (1962). The acquisition of Knowledge. *Psychological Review*, 69 (4), 355-365.
- GAGNE, R. M. (1965). *Las condiciones del aprendizaje*. Ed. Aguilar, Madrid.
- GILBERT, J. K. y WATTS, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. *Studies in Science education*, 10, 61-98.
- GUTIERREZ, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias: El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 118-128.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Ed. Paidós, Barcelona, 1985.
- JOHNSTONE, A. H. (1984). New stars for the teacher to steer by? *Journal of Chemical Education*, 61 (10), 847-849.
- JONES, H. L., y RUSSELL, J. M. (1979). Hierarchical learning paradigm. *Journal or Research in Science teaching*, 16 (6), 489-499.
- KARPLUS, R. y al. (1977). *Science teaching and the development of reasoning*. Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley.
- LARKIN, J. y RAINARD, B. (1984). A research methodology for studying how people think. *Journal or Research in Science Teaching*, 21 (3), 235-254.
- LAWSON, A. E. (1980). *The psychology of teaching for thinking and creativity*. Ed. ERIC, Columbus, Ohio.
- LAWSON, A. E. (1982). The reality of general cognitive operative operations. *Science Education*, 66 (2), 229-241.
- LIDSAY, P. H. y NORMAN, D. A. (1977). *Procesamiento de la información humana*. Ed. Tecnos, Madrid.

- LINN, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MARRO, F. (1983). Aplicabilidad y repercusiones de la obra de Piaget en la práctica educativa. *Infancia y aprendizaje*, 23, 1-21.
- MINSKY, M. (1988). *The Society of Mind*. Ed. Picador-Haineman, London.
- NORMAN, D. A. (1980). Twelve issues for cognitive science. *Cognitive Science*, 4 (1), 1-32.
- NOVAK, J. D. (1977). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza editorial, Madrid, 1982.
- NOVAK, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 213-223.
- OSBORNE, R. J. y WITTRICK, M. C. (1983). Learning Science: a generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- OSBORNE, R. y WITTRICK, M. C. (1985). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- OTERO, (1985). El aprendizaje de los conceptos científicos en los niveles medio y superior. *Revista de Educación*, 278, 39-66.
- PIAGET, J. (1970). La teoría de Jean Piaget. *Infancia y aprendizaje*, monografía 2, 13-54 (1981).
- POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. visor, Madrid.
- SHAYER, M. y ADEY, P. (1981). *La ciencia de enseñar ciencias*. Ed. Narcea, Madrid (1984).
- STEWART, J. H. (1985). Cognitive science and science education. *European Journal of Science Education*, 7 (1), 1-17.
- STEWART, J. H. y ATKIN, J. A. (1982). Information processing psychology: a promising paradigm for research in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (4), 321-332.
- TOULMIN, S. (1972). *La comprensión humana: I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Alianza Universidad, Madrid, 1977.
- DE VEGA, M. (1985). Nuevas perspectivas del procesamiento de la información. *Estudios de Psicología*, 22, 3-17.

SUMMARY

In this paper different psychological models of learning have been analyzed -those proposed by Gagné, Ausubel, Piaget, and the Information Processing Psychology-. Following Toulmin's perspective it is discussed the convenience of using these different models not in a excluding way but accordingly with the varieties of learning situations.

RÉSUMÉ

Dans cet article on analyse les modèles psychologiques d'apprentissage plus utilisés dans la recherche actuelle en Didactique des Sciences -ceux dont on été écrits par Gagné, Ausubel, Piaget et la Psychologie du Processement de l'Information-. D'après une perspective Toulminienne, on discute sur la convenance de que les instituteurs n'utilisent pas de façon exclusive un seul de ces modèles; on conseille un usage rationnel des aportations de tous les modèles, selon la situation didactique.