



FUNDAMENTOS

Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento. Una interpretación cognitiva

Rosario Cubero
*Dpto. Psicología Evolutiva y de la Educación
Universidad de Sevilla*

RESUMEN

La investigación psicoeducativa confirma que los alumnos poseen una serie de ideas intuitivas o espontáneas con las que acuden al contexto escolar, y que estas ideas influyen sobre los procesos de aprendizaje. La teoría de esquemas, elaborada dentro de la psicología cognitiva, se propone como un marco teórico general donde situar la investigación sobre representaciones de los alumnos.

En la última década asistimos a un incremento del interés por los procesos de la educación formal en su propio contexto y, en especial, por la búsqueda de una teoría que explique la situación y el proceso de aprendizaje en el aula. Sobre el aumento de la actividad investigadora en este tema han influido tanto la insatisfacción por los resultados que frecuentemente se obtienen de la práctica educativa, como la limitada utilidad de las

teorías psicológicas y de otras disciplinas especializadas al ser aplicadas a la realidad escolar. En este período de tiempo, podemos encontrar en el campo de la psicología educativa y de la didáctica de las ciencias numerosos estudios sobre el conocimiento de que disponen los niños, su evolución y las estrategias de enseñanza y aprendizaje apropiadas para promover el cambio de tales conocimientos.

En el presente trabajo abordaremos, en pri-

mer lugar, los resultados de un conjunto de investigaciones que, desde un enfoque constructivista del aprendizaje escolar, estudian las *ideas intuitivas o espontáneas* (1) con las que los alumnos acuden a la situación de aprendizaje, y las transformaciones que se dan en ese conocimiento en función de la intervención escolar. En segundo lugar, presentamos algunas formulaciones psicológicas y, más en concreto, las correspondientes a la *teoría de esquemas*, por considerar que constituyen un marco teórico general plausible para la explicación de la organización y la dinámica del conocimiento de las personas. Es éste un intento de presentar las confluencias entre la investigación didáctica y las teorías psicológicas.

El estudio de los marcos conceptuales de los alumnos en la investigación psicoeducativa y la didáctica de las ciencias

La investigación proveniente de la didáctica de las ciencias confirma la existencia en los alumnos de ideas intuitivas o espontáneas con las que acuden al contexto de aprendizaje. En principio, esto es tan obvio como afirmar que el aprendizaje del niño comienza mucho antes que el aprendizaje escolar; sin embargo, es un hecho que ha sido largamente despreciado u olvidado en el diseño de las situaciones educativas.

En contacto con el medio físico y social, las personas en general y los niños en particular adquieren un conjunto de conocimientos sobre el mundo. La consideración de que existen una serie de principios abstraídos de la experiencia cotidiana no constituye en ningún caso un

descubrimiento novedoso, sino que más bien corresponde a una máxima en el estudio del pensamiento del niño. Efectivamente, no puede asombrarnos que los niños, expuestos a los fenómenos físicos comunes y a la dinámica social, desarrollen explicaciones y expectativas sobre ellos (Caramazza et al., 1981; Driver, 1981). En este sentido podemos recordar, por ejemplo, la hermosa obra de Piaget (1926) *La représentation du monde chez l'enfant*. No se trataría de ideas irracionales y caprichosas, sino de *explicaciones* que forman parte de estructuras (2) conceptuales generales capaces de proporcionar una comprensión coherente sobre los fenómenos cotidianos (Driver, 1986; Gilbert, Osborne y Fensham, 1982; Hashweh, 1986; Osborne y Wittrock, 1983).

Estos marcos conceptuales están caracterizados por su *valor funcional* para el niño ya que le permiten organizar la representación de la realidad. La existencia de una serie de creencias basadas en la experiencia cotidiana hace posible que el niño enfrente, aunque sea de una forma limitada, diversos fenómenos de su entorno, así como que prediga sucesos futuros (Gilbert, Osborne y Fensham, 1982; INRP, 1985).

Pero quizás la característica más significativa de las concepciones del niño sea que el contenido de estas representaciones difiere significativamente de la explicación científica aceptada que interpreta los mismos fenómenos. Existe una extensa literatura de índole descriptivo que recoge las ideas de los alumnos sobre múltiples conceptos físicos, químicos y biológicos que están presentes en los programas educativos (Ver Caramazza et al., 1981; Clough y Driver, 1986; Champagne et al., 1985; Driver, Guesne y Tiberghien, 1985; Gil-

(1) Los autores se han referido a las ideas o el conocimiento que tienen los niños sobre muchos de los conceptos presentes en el currículo utilizando una extensa terminología: concepciones erróneas (*misconceptions*) (Helm, 1980), preconcepciones (*preconceptions*) (Novak, 1977), ciencia de los niños (*children's science*) (Gilbert, Osborne y Fensham, 1982; Osborne, 1980), marcos alternativos (*alternative frameworks*) (Driver, 1981; Driver y Easley, 1978), razonamiento espontáneo (*spontaneous reasoning*) (Viennot, 1979), ideas ingenuas (*naive ideas*), ideas preinstruccionales (*pre-instructional ideas*) (Novak, 1983), representaciones (*representations*) (Giordan, 1978, y, en general, en toda la literatura francesa), esquemas conceptuales alternativos (Driver y Easley, 1978), etc.

En este trabajo, sin entrar en una discusión de la terminología (ver Cubero 1987), adoptamos los términos de marcos conceptuales, representaciones o esquemas de conocimiento como exponentes de la literatura.

(2) A lo largo de todo el texto se utiliza el concepto de estructura para hacer referencia a un conjunto de información organizada. Es un concepto que, por lo tanto, se separa del concepto piagetiano de estructura, que implica una serie de características y restricciones distintas que se hallan expuestas en la obra del autor.

bert, Watts y Osborne, 1982; Giordan, 1984; Helm y Novak, 1983; West y Pines, 1985). La relevancia de este hecho para el contexto escolar es mayor cuando comprobamos que se trata, en su mayoría, de concepciones que se muestran estables en el tiempo y resistentes frente a la instrucción, incluso cuando ésta ha sido expresamente estructurada y planificada para confrontar las ideas de los niños.

Un último aspecto se suma a las implicaciones directas de los marcos conceptuales para la práctica educativa. Los resultados de la investigación demuestran que el número de conceptualizaciones que realizan los niños sobre un hecho o situación no es ilimitado, sino que, por el contrario, se encuentran una serie de patrones comunes entre sujetos —que pueden ser de muy distintas edades— de una cultura concreta, lo que justifica la posibilidad de estudiar las alternativas conceptuales más comunes (Driver, 1981; Nussbaum, 1979). La presencia de patrones comunes (por ejemplo, con respecto a la concepción de lo que es el movimiento, o de lo que son los seres vivos) parece indicar que los niños perciben de igual manera algunas propiedades de determinados objetos o situaciones que son más sobresalientes, lo que hace que la experiencia empírica con ellos lleve a una serie de conclusiones parecidas, de las que participan los sujetos de una misma cultura. Esta conclusión se ve reforzada por el hecho de que algunos de los modelos conceptuales de los alumnos correspondan a propuestas científicas de otro momento de la historia de la ciencia (Caramazza et al., 1981; Gil, 1987; Gil y Carrascosa, 1985; INRP, 1985).

La existencia de marcos conceptuales previos a la instrucción formal condiciona el resultado del aprendizaje, que puede verse, en ocasiones, *bloqueado*. Cuando el niño —y cualquiera de nosotros— recibe información nueva, necesita referirla al conjunto de conocimientos que ya posee. Asimilamos el mundo a partir de lo que conocemos y de las estructuras en que está organizado ese conocimiento. Una vez más: el aprendizaje significativo únicamente ocurre cuando quien aprende construye sobre su experiencia y conocimientos anteriores el nuevo conjunto de ideas que se dispone a asimilar. Es ésta una concepción del aprendizaje como *interacción* del conocimiento nuevo con el ya establecido, como transformación o

cambio de los marcos conceptuales que, según las formulaciones, se describe bien en términos de *cambio conceptual*, bien de *reestructuración* del conocimiento.

El modelo de cambio conceptual (*conceptual change*) ha sido descrito en los trabajos de P. Hewson (1982), Posner (1983), Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), y Strike y Posner (1985). Esta propuesta se realiza a partir de las formulaciones de la filosofía de la ciencia sobre el cambio conceptual en ciencia (Kuhn, 1962; Lakatos, 1970; Toulmin, 1972). Según este modelo, el cambio conceptual conlleva dos procesos: el de asimilación y el de acomodación. El proceso de *asimilación* o *captura conceptual* consiste en incorporar al conjunto de concepciones una nueva concepción a partir de las ya existentes. El proceso de *acomodación* o *sustitución conceptual* es aquél por el que unas concepciones son reemplazadas por otras más adecuadas. La diferencia entre ambos procesos estriba en la posibilidad de reconciliar una nueva concepción con otra anterior (asimilación), lo que significaría integrarla en un contexto existente, o la *necesidad*, en términos de aprendizaje y comprensión, de abandonar un conjunto de ideas que explican mal un fenómeno por otro más adecuado (acomodación). La acomodación implica cambios conceptuales a mayor escala.

Otros autores describen el proceso de adquisición de conocimientos en términos de *reestructuración* o *estructuración*. En concreto, la adquisición de conocimientos es descrita por Carey (1985, 1986) como un proceso de *reestructuración*. La autora distingue entre dos tipos de reestructuración: una versión débil y otra fuerte. La hipótesis de la *reestructuración débil* postula que dos sistemas conceptuales sucesivos constituyen construcciones diferentes, en un sentido estructural, si en el último de ellos las relaciones entre los conceptos son distintos de las que se dan en el primero (por ejemplo, los cambios que se dan en un aprendiz para que llegue a ser un experto en un dominio). La *reestructuración* en un sentido *fuerte* ocurre cuando entre dos sistemas conceptuales sucesivos tiene lugar un *cambio conceptual*, es decir, un cambio en la naturaleza de las explicaciones que se dan sobre un fenómeno que afecta a los conceptos básicos y centrales de dicha explicación (como sucede cuando un niño deja de pensar que es el Sol el

que gira alrededor de la Tierra para pensar lo contrario). La diferencia entre la versión fuerte y la débil está determinada por la presencia del cambio conceptual.

Como puede comprobarse, y retomaremos más adelante, ambos modelos se refieren a un conjunto común de procesos básicos.

Las propuestas explicativas sobre la organización y la construcción del conocimiento que hemos revisado hasta aquí pueden ser interpretadas a partir de las hipótesis de la teoría de esquemas, de la que vamos a describir algunos fundamentos básicos.

La teoría de esquemas

La teoría de esquemas, elaborada a partir de los trabajos sobre la Inteligencia Artificial y de los psicólogos cognitivos del campo de la representación, constituye un marco teórico apropiado para situar los estudios de los marcos conceptuales de los estudiantes. Si bien casi la totalidad de las investigaciones sobre las representaciones de los alumnos se realizan de forma independiente a los postulados de la teoría de esquemas, también es cierto que algunos autores que trabajan en el primero de los campos han situado sus estudios en estas formulaciones cognitivas (Anderson, 1977; Champagne, Gunstone y Klopfer, 1985). La teoría de los esquemas forma parte del núcleo de lo que es la Psicología Cognitiva en nuestros días. A ella están ligados nombres tan relevantes como los de Norman, Rumelhart, Ortony, Schank y Abelson (Abelson, 1975; Bobrow y Norman, 1975; Norman, 1982; Rumelhart, 1975, 1977, 1980; Rumelhart y Norman, 1978; Rumelhart y Ortony, 1977; Schank, 1975; Schank y Abelson, 1975, 1977, 1980; en castellano esta temática está tratada con particular acierto en el trabajo de Vega, 1984).

Cuando hablamos de esquemas nos referimos a conjuntos integrados de conocimientos, a bloques de información organizados (Norman, 1982). Como indica Mayer (1983), los esquemas constituyen estructuras generales de conocimiento que hacen posible la comprensión. En palabras de Vega (1984).

«Los esquemas determinan nuestra comprensión del mundo en todos sus dominios. La percepción de objetos y

acontecimientos físicos, nuestra familiaridad en el complejo dominio de las relaciones interpersonales, la comprensión y uso de las instituciones y hasta nuestra propia identidad personal son manifestaciones de nuestro complejo mundo de representaciones esquemáticas». (p. 402).

Todo el procesamiento humano de información depende de estas unidades básicas que se emplean en los procesos de percepción e interpretación de la realidad, de memoria y recuperación de la información memorizada, de planificación y organización de la acción y, en general, en todo el funcionamiento cognitivo del individuo. Podemos resumir las características esenciales de los esquemas cognitivos en los siguientes aspectos:

– Son construcciones sociales. La adquisición de los esquemas, lejos de ser un proceso individual, tiene lugar en un medio sociocultural. De esta manera podemos considerar a los esquemas como la abstracción de convenciones y principios que son culturales.

– Son partes constitutivas de otros esquemas más complejos e integran a su vez a esquemas más elementales o subesquemas, conformando un conjunto interconectado en una estructura jerárquica.

– Pueden contener conocimiento y/o reglas para utilizarlo. El contenido de un esquema puede referirse no sólo a objetos, hechos y acciones, sino también a las reglas que regulan los usos de ese conocimiento.

– Constituyen una fuente de predicción ya que permiten realizar conjeturas sobre las situaciones cuando la información es insuficiente. Puesto que los esquemas funcionan como una serie de patrones de creencias típicas proporcionan la posibilidad de predecir sucesos sobre los hechos no observados, ya que, si no existe información que se oponga, se aplican los patrones típicos que han servido en otras ocasiones para interpretar y actuar en una situación concreta.

– Constituyen procesos activos. La teoría de esquemas no es sólo una teoría de la estructura, sino también una teoría de procedimientos. Consideramos a los esquemas como unidades de procesamiento activas que guían el reconocimiento y la selección de datos.

– Son muy estables en el tiempo. La acu-

mulación de un cierto tipo de experiencia a lo largo del tiempo, que se traduce en la construcción de unos esquemas particulares, confiere a estas unidades un carácter estable. Sin negar el proceso de cambio y evolución de estas representaciones, los esquemas tienden a ser resistentes a la información inconsistente o contradictoria con lo ya representado en el mismo esquema. Podemos explicar esta propiedad de la resistencia si tenemos en cuenta que los esquemas guían los procesos de selección e interpretación de la información y que desestiman la que consideran poco relevante. Este proceso repetido contribuye al mantenimiento de los esquemas existentes.

La importancia teórica de los esquemas en la explicación del funcionamiento cognitivo se hace manifiesta cuando examinamos los procesos de percepción, comprensión y memoria.

Las personas vivimos en un mundo de estímulos que no es el mundo de todos los estímulos que nos rodean, considerados desde la perspectiva de un observador externo, sino el mundo de aquellos estímulos a los que *prestamos atención*. La percepción puede definirse, más que como una recepción pasiva de estímulos, como una búsqueda activa de información relevante para nuestras necesidades; en palabras de Rumelhart (1980) diríamos que «*la percepción esta guiada a un objetivo*» (p. 51). Es un hecho bien demostrado que las estructuras de conocimiento influyen en la selección y organización de la información. En este proceso los esquemas guían la búsqueda de la información, de modo que no sólo indican *que* ver, sino también *dónde* verlo.

La percepción se caracteriza por ser un proceso constructivo, lo que significa que no es una mera transposición de los estímulos que se reciben a través de los órganos sensoriales, sino que existe una interacción entre estos estímulos y la información de la que ya dispone un individuo. Los esquemas ayudan a interpretar los datos sensoriales. El hecho de que los esquemas tiendan a ser estables, como vimos más arriba, queda ejemplificado en este caso de manera especialmente clara: cuando una persona ha aplicado un determinado esquema para interpretar una cierta situación en repetidas ocasiones, es necesaria una evidencia muy relevante para que desconfirme sus hipótesis originales (Rumelhart, 1980).

Definido de una manera amplia, un esque-

ma es «*una estructura general de conocimiento utilizada para la comprensión*» (Mayer, 1983; p. 250 de la traducción castellana). Comprender significa asimilar los nuevos conocimientos a los esquemas existentes, relacionar e integrar la nueva información con el conocimiento previo. Todo lo que podemos comprender está en función de lo que ya conocemos. La comprensión es el resultado de la interacción de los *inputs* de información con los esquemas existentes que integran, elaboran, realizan inferencias y predicciones, controlan y seleccionan la información.

De la misma forma que la percepción y la comprensión son procesos activos, el recuerdo se concibe, en la perspectiva teórica en que estamos situados, como la construcción o reconstrucción de un conjunto activo de reacciones y experiencias pasadas, de esquemas existentes. De nuevo, el recuerdo supone la interacción de los esquemas disponibles del individuo y la información que éste recibe, de modo que los esquemas son modificados por los intereses y las disposiciones del individuo cuando asimila la nueva información (Marchesi, 1981).

En consonancia con los principios constructivistas presentes en la explicación de los procesos de percepción, comprensión y recuerdo, el aprendizaje, según esta formulación, viene expresado por el cambio de los esquemas, que se daría según tres mecanismos: agregación, ajuste y reestructuración. La *agregación*, que es la forma más común de aprendizaje, supone la acumulación de conocimientos sin que se formen nuevos esquemas: la información se asimila a los ya existentes. La evolución de los esquemas de los que ya dispone el sujeto se da por el proceso de *ajuste* según el cual los esquemas ya existentes se modifican para adaptarse adecuadamente a la situación. En estos casos los esquemas cambian algunas de sus características sin que se modifique su *núcleo* (conceptos y relaciones fundamentales). El tercero de los mecanismos por los que se da el aprendizaje es el de *reestructuración* que implica la creación de nuevos esquemas que den cuenta de la experiencia de una forma más adecuada, bien porque se produzcan fuertes cambios en los esquemas de los que ya dispone el sujeto o porque se creen nuevos esquemas a partir de la experiencia. De entre los mecanismos de aprendizaje el de reestruc-

turación es el que exige mayor esfuerzo al individuo. Según Rumelhart y Norman (1978), posiblemente será necesaria la acumulación de un cuerpo de información considerable para que se pueda producir la reestructuración de los esquemas.

Una vez que hemos presentado de una forma necesariamente apretada los estudios sobre marcos conceptuales, por un lado, y el desarrollo teórico sobre los esquemas, por el otro, podemos plantearnos dos preguntas básicas: ¿podemos establecer una correspondencia entre la investigación sobre marcos conceptuales y la teoría de esquemas? ¿nos es útil la teoría de esquemas como un marco explicativo general para situar las representaciones de los alumnos?.

A modo de conclusión

A pesar de que los autores que se refieren a *marcos conceptuales* y a *representaciones* no utilizan de la misma manera el término esquema, podemos considerar estos conceptos como constructos equivalentes. La propuesta del conocimiento organizado en unidades —esquemas— que interactúan con la nueva información lleva a descripciones y explicaciones convergentes con las de la investigación sobre los marcos conceptuales. La descripción de unas unidades de conocimientos más o menos amplias, como construcciones activas del individuo en un medio social, inmersas en una estructura de conocimientos relacionados, estables, que constituyen fuentes de predicción y que juegan un papel destacado en el aprendizaje, corresponde tanto a los esquemas de la teoría cognitiva como a los marcos alternativos de la investigación psicoeducativa.

Por otro lado, si tomamos en conjunto los distintos modelos expuestos sobre la adquisición del conocimiento, observamos que aunque se trata de propuestas independientes, coinciden en atender a unos pocos procesos básicos —y, en ocasiones—, coinciden incluso en la terminología. Exponiéndolos de una forma sencilla podríamos decir que existe una *gradación* de posibles cambios en los marcos conceptuales/esquemas en función del tipo de interacción entre la nueva información y el conocimiento establecido. Aprender la lista de los ríos europeos significaría la adición de una serie de datos al conocimiento de que ya se

dispone que no se modificaría en mayor medida que eso. Utilizar unos marcos conceptuales en un contexto en el que no se hubieran empleado con anterioridad implicaría la *extensión* y la *generalización* de los mismos para adecuarlos a la situación; podríamos referirnos a estos cambios, siguiendo con la imagen de la gradación, como de mayor escala que los primeros. Los cambios en los marcos conceptuales a gran escala se producen cuando la información novedosa no puede ser integrada en nuestros sistemas conceptuales que, para asimilarla, evolucionan hacia nuevas estructuras de conocimiento. No es nuestro interés ir más lejos en el establecimiento de semejanzas, pues con las reflexiones anteriores es suficiente para mostrar en qué medida, como ya señalábamos, todos los modelos se refieren a un conjunto común de procesos básicos.

En lo que respecta a la segunda de las preguntas, las críticas sobre el uso extendido del concepto de esquema señalan su vaguedad y la falta de comprobación experimental de sus supuestos hipotéticos. En realidad, cuando analizamos atentamente algunas de las formulaciones como, de forma ilustrativa, las referidas a la evolución de esquemas y al aprendizaje, comprobamos en ocasiones que no se va más allá del análisis racional de lo que *podría ocurrir* o de la sistematización de un conjunto de posibilidades intuitivamente aceptables. Sin embargo, y aunque se acusa a la teoría de estar poco definida, parece que la experimentación realizada apoya el planteamiento teórico (Mayer, 1983). A pesar de lo anterior, nos situamos en línea con aquellos autores que se sirven de la conceptualización en términos de esquemas, por considerarla, aunque provisionalmente tosca, una forma de analizar y explicar los procesos cognitivos complejos de una «indudable plausibilidad psicológica» (Vega, 1984; p. 421) y de un potencial heurístico considerable (Rumelhart, 1980). A esto hay que añadir su valor indiscutible para la reflexión sobre los procesos educativos.

La adquisición de conocimiento es, según la teoría de esquemas, un proceso básicamente *constructivo*. Este carácter del conocimiento como construcción tiene importantes implicaciones. En primer lugar, implica reconocer que el alumno *siempre sabe*. Debemos insistir en este punto ya que es fácil olvidarse de él

cuando trabajamos en el aula: el niño tiene sus propios esquemas de conocimiento sobre muchos de los conceptos que se le explicarán en la escuela. En segundo lugar, supone la necesidad, reconocida extensamente en la investigación psicoeducativa (Delval, 1983), de contar con las ideas del niño como *punto de partida* de su aprendizaje. Significa, en tercer lugar, concebir los errores del alumno como estados o momentos del conocimiento en un tiempo concreto del proceso de desarrollo y/o de aprendizaje: sucesivas construcciones acercarán al niño al conocimiento del adulto y al aceptado en ciencia.

Por último, la teoría de esquemas nos ofrece un marco donde situar tanto el conocimiento *ordinario* del niño como el conocimiento *académico*. Sabemos por las investigaciones realizadas en el campo de las representaciones que, en numerosas ocasiones, el conocimiento que un niño tiene de un objeto o fenómeno mediante la educación formal no guarda relación con el conocimiento que ha adquirido sobre ese mismo objeto o fenómeno en su vida cotidiana, fuera del contexto escolar. El alumno puede incorporar nuevo conocimiento a sus ideas, pero éste permanece *compartimentado* (Gilbert, Osborne y Fensham, 1982) o *encapsulado*. La existencia de ambas concepciones permite al niño utilizar un tipo de explicaciones en el contexto escolar sin tener que reestructurar el conjunto de sus ideas. Es precisamente esta cualidad la que explica la persistencia de algunos esquemas de conocimiento que prevalecen en el alumno a pesar de haber permanecido muchos años en el sistema educativo. La teoría de esquemas es adecuada para situar e interpretar estos datos.

En resumen y para terminar, hemos pretendido destacar el valor que tiene la teoría de esquemas para la educación que, por otro lado, ha sido reconocido en la literatura (ver Anderson, 1977; Coll, 1986). Creemos, por todo lo aquí argumentado, que la teoría de esquemas es útil como marco general para la explicación de los procesos de comprensión y de aprendizaje en el aula, ya que puede integrar muchos de los resultados de la investigación psicoeducativa actual, sugiere hipótesis de trabajo interesantes y tiene importantes implicaciones para la práctica educativa.

REFERENCIAS

- ABELSON, R.P. (1975). Concepts for representing mundane reality in plans. En D.G. Bobrow y A. Collins (Eds.), *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. New York: Academic Press.
- ANDERSON, R.C. (1977). The notion of schemata and the educational enterprise: General discussion of the Conference. En R.C. Anderson, R.J. Spiro y W.E. Montague (Eds.), *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- BOBROW, D.G. y NORMAN, D.A. (1975). Some principles of memory schemata. En D.G. Bobrow y A. Collins (Eds.), *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. New York: Academic Press.
- CARAMAZZA, A., McCLOSKEY, M., y GREEN, B. (1981). Naive beliefs in sophisticated subjects: Misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9, 117-123.
- CAREY, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: M.I.T. Press.
- CAREY, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41 (10), 1123-1130.
- CLOUGH, E.E. y DRIVER, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70 (4), 473-496.
- COLL, C. (1986). *Març curricular per a l'ensenyament obligatori*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- CHAMPAGNE, A.B., GUNSTONE, R.F. y KLOPFER, L.E. (1985). Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena. En L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.
- CUBERO, R. (1987). Esquemas de conocimiento y cambio conceptual. Trabajo de investigación inédito. Universidad de Sevilla.
- DELVAL, J. (1983). *Crecer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela*. Barcelona: Laia.
- DRIVER, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3 (1), 93-101.
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4, 3-15.
- DRIVER, R. y EASLEY, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (Comps.) (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.
- GIL, D. (1987). Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Investigación en la escuela*, 1, 35-41.

- GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GILBERT, J., OSBORNE, R.J. y FENSHAM, P.J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4), 623-633.
- GILBERT, J., WATTS, D. y OSBORNE, R. (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- GIORDAN, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Editions du Centurion. (Trad. cast. *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI, 1982).
- GIORDAN, A. (1984). *¿Qué tipo de investigación desarrollar para favorecer la transmisión (o la apropiación) de los conocimientos científicos?* Ponencia presentada en las II Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela. Sevilla.
- HASHWEH, M.Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8 (3), 229-249.
- HELM, H. (1980). Misconceptions about physical concepts among South African pupils studying physical science. *South African Journal of Science*, 74, 285-290.
- HELM, H. y NOVAK, J. (Eds.) (1983). *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- HEWSON, P. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning. *European Journal of Science Education*, 4 (1), 61-78.
- INRP (1985). *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris: Aster.
- KHUN, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University Chicago Press. (Trad. cast. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971).
- LAKATOS, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. En I. Lakatos y A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MARCHESE, A. (1981). Memoria y desarrollo cognitivo. Anotaciones en torno a la teoría de Piaget sobre la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 15, 91-107.
- MAYER, R.E. (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W.H. Freeman and Company. (Trad. cast. *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós, 1986).
- NORMAN, D.A. (1982). *Learning and memory* New York: Freeman and Company. (Trad. cast. *El aprendizaje y la memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1985).
- NOVAK, J.D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. (Trad. cast. *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Editorial, 1982).
- NOVAK, J.D. (1983). Overview of the Seminar. En H. Helm y J. Novak (Eds.), *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in science and mathematics*. Ithaca N.Y.: Cornell University Press.
- NUSSBAUM, J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A cross-age study. *Science Education*, 63 (1), 83-93.
- OSBORNE, R.J. y WITTROCK, M.C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- PIAGET, J. (1926). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France. (Trad. cast. *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata, 1981).
- POSNER, G. (1983). A model of conceptual change: Present status and prospect. En H. Helm. y J. Novak (Eds.), *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation to a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- RUMELHART, D.E. (1975). Notes on a schema for stories. En D.G. Bobrow (Ed.), *Representation and understanding*. New York: Academic Press.
- RUMELHART, D.E. (1977). *Human information processing*. New York: Wiley.
- RUMELHART, D.E. (1980). Schemata: The building blocks of cognition. En R.J. Spiro, B.C. Bruce y W.F. Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- RUMELHART, D.E. y NORMAN, D.A. (1978). Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning. En J.W. Cotton y R. Katzky (Eds.), *Semantic factors in cognition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- RUMELHART, D.E. y ORTONY, A. (1977). The representation of knowledge in memory. En A.C. Anderson, R.J. Spiro y W.E. Montague (Eds.) *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum. (Trad. cast. *La representación del conocimiento en la memoria*. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-158).
- SCHANK, R.C. (1975). The structure of episodes in memory. En D.G. Bobrow y A. Collins (Eds.), *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. New York: Academic Press.
- SCHANK, R.C. y ABELSON, R.P. (1975). *Scripts, plans and knowledge*. Comunicación presentada en la IV International Joint Conference on Artificial Intelligence. Tbilisi, Georgia. URSS.
- SCHANK, R.C. y ABELSON, R.P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding. An inquiry into human knowledge structures*. New Jersey: Erlbaum.
- SCHANK, R.C. y ABELSON, R.P. (1980). *Scripts, plans and knowledge*. En P.N. Johnson-Laird y P.C. Wason (Eds.), *Thinking. Readings in Cognitive Science*. Cambridge University Press.
- STRIKE, K.A. y POSNER, G.J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. En L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.
- TOULMIN, S. (1972). *Human understanding. Vol I: The*

- collective use and evolution of concepts*. Princeton: Princeton University Press. (Trad. cast. I. *El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial, 1977).
- VEGA, M. de (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- VIENNOT, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), 205-222.
- WEST, L.H.T. y PINES, A.L. (Eds.) (1985). *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.

SUMMARY

Psychoeducational research confirms that students possess a set of intuitive and spontaneous ideas with which they approach school and that these ideas influence their learning process. The schema theory, elaborated upon in the field of cognitive psychology, makes a proposal, as a general theoretic framework, as to where to situate the research about the students' representations.

RÉSUMÉ

La recherche psycho-éducative confirme que les élèves possèdent une série d'idées intuitives ou spontanées, avec lesquelles ils arrivent en milieu scolaire, et que ces idées ont une influence sur les processus d'apprentissage. La théorie des schémas, élaborée au sein de la psychologie cognitive, se propose de servir comme cadre théorique général, dans laquelle il serait possible de situer la recherche sur les représentations des élèves.