

INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

LA ENSEÑANZA DE ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MAL ESTRUCTURADOS

BEGOÑA GROS SALVAT (*)

La resolución de problemas es una importante actividad cognitiva que ha sido reconocida desde hace tiempo por la teoría y la práctica educativas. Sin embargo, cuando hablamos de *resolver problemas*, podemos estar pensando en aspectos diferentes. Desde el punto de vista de la educación escolar, la resolución de problemas es, generalmente, contemplada como una parte del currículum relacionada con materias de tipo científico. En cambio, este planteamiento no tiene cabida en las ciencias sociales, que se contemplan básicamente a través de una metodología descriptivo-narrativa de hechos o acontecimientos. Asimismo, en las experiencias educativas no escolares nuestro punto de referencia se amplía hacia la solución de problemas de tipo interpersonal, ideológico, moral, etc. Es decir, en cierta forma, estamos influidos por la tradicional imagen de la escuela en la que se excluyen del currículum los problemas no científicos y cotidianos. Ahora bien, cabe plantearse si realmente esta separación es consistente, si es tan diferente la forma en que resolvemos los problemas escolares y los problemas cotidianos y si la escuela debe seguir centrándose casi exclusivamente en la enseñanza de estrategias de resolución de problemas científicos. El objetivo fundamental de este artículo es intentar clarificar las cuestiones planteadas. Para ello, comenzaremos realizando una sucinta exposición conceptual de los términos utilizados a lo largo del artículo. En segundo lugar, efectuaremos una breve descripción de las aportaciones de la psicología en relación con el aprendizaje de las estrategias de resolución de problemas. Posteriormente describiremos los principales métodos y técnicas de identificación de las estrategias de resolución de problemas, centrándonos sobre todo en las que hacen referencia a los problemas mal estructurados. Finalmente, analizaremos el papel que, desde nuestro punto de vista, debe jugar la escuela en la enseñanza de este tipo de problemas.

(*) Universidad de Barcelona.

1. LOS PROBLEMAS. SU DEFINICIÓN Y CATALOGACIÓN

Todos sabemos de forma más o menos intuitiva qué es un problema, ya que constantemente estamos enfrentándonos a ellos. En cualquier caso, en el marco de este artículo partiremos de la siguiente definición: «un problema es una situación en la que se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario encontrar un medio para conseguirlo» (Chi y Glaser, 1986, p. 295). Siguiendo esta definición, en todo problema existe un objetivo que queremos alcanzar. El problema en sí aparece en el momento en que debemos determinar cómo lograr dicho objetivo.

Siguiendo los planteamientos de las teorías del procesamiento de la información podemos considerar que todos los problemas tienen una «anatomía» similar (Newell y Simon, 1972). Existe un *estado inicial* determinado por la situación en la que se encuentra el sujeto en el momento de enfrentarse al problema: conocimientos sobre el problema, actitudes, motivaciones, habilidades, etc.; un *estado final*, caracterizado por el objetivo o la meta que se precisa alcanzar, y un *espacio del problema*, formado por todas las posibles operaciones que deben realizarse para alcanzar el estado final. Así, para resolver un problema es preciso realizar algunas operaciones sobre el estado inicial con objeto de llegar a alcanzar el estado final. El espacio del problema es, pues, el lugar donde realmente se sitúa el problema.

En algunos problemas está claro cuál es el contenido del estado final. En este caso, es posible afirmar que todos los sujetos que se enfrentan a un problema de esta clase deben alcanzar el mismo estado final para poder considerar que el problema está bien resuelto. La mayor parte de los problemas que se presentan en la escuela, en materias tales como las matemáticas o la física, es de esta naturaleza. Si planteamos a los alumnos una operación aritmética, evaluaremos si la solución es adecuada o inadecuada a través de la comprobación de un resultado final, que es igual para todos.

Evidentemente no todos los problemas son así. Existen muchos problemas de los que no podemos asegurar cuál es el contenido del estado final. Supongamos que una persona se enfrenta al problema de componer un poema. El estado inicial del problema puede estar muy bien definido, podemos saber sus conocimientos sobre el tema, sus gustos poéticos, sus habilidades, etc. Sin embargo, difícilmente podremos determinar qué poesía compondrá o establecer una clara valoración sobre los versos que la compongan.

Existe un cierto acuerdo a la hora de catalogar los diversos tipos de problemas. Éstos se concretan en dos clases: problemas *bien definidos* y problemas *mal definidos*.

El primer tipo de problemas mencionado (una operación aritmética) es un ejemplo de un problema bien definido: existe un consenso sobre el contenido del estado final y se considera resuelto el problema cuando el sujeto alcanza dicho estado. Por el contrario, el segundo ejemplo (el poema) pertenece a la categoría de

problemas mal definidos. Conocemos el estado inicial, pero no podemos determinar la existencia de un único estado final.

Esta categorización si bien ayuda a establecer diferencias, presenta bastantes inconvenientes, ya que muchas veces las cosas no son tan claras y es difícil decir si un problema pertenece a una u otra categoría.

J. Voss (1988) crítica esta categorización y propone la utilización de la terminología empleada por Reitman y Simon. Estos autores consideran que es posible diferenciar los distintos problemas a través de la caracterización de sus estructuras. Éstas vienen determinadas por las constricciones del problema.

Las constricciones son las condiciones de limitación bajo las cuales se resuelve el problema. Éstas pueden estar formuladas por uno o más parámetros, que son proporcionados desde el exterior o transmitidos dentro del propio sistema. Por consiguiente, en vez de hablar de problema bien o mal definido, la propuesta de estos autores es la de diferenciar los problemas según su estructura; dando lugar a los problemas *bien estructurados* y los *mal estructurados* (1).

De hecho, según Simon (1973), existe un continuo entre ambos, la manera tal que muchos problemas que inicialmente se plantean como mal estructurados pueden convertirse a lo largo de su resolución en problemas bien estructurados. El proceso de construcción del conocimiento científico puede servir de ejemplo de cómo un problema mal estructurado puede convertirse con el tiempo en un problema bien estructurado.

Otra diferencia fundamental entre los problemas bien estructurados y los mal estructurados estriba en el hecho de que en el primer caso es posible determinar cuándo el problema ha sido resuelto, mientras que no ocurre lo mismo con los problemas mal estructurados. Esta cuestión tiene difícil respuesta. Así, por ejemplo, en problemas sobre política, sociología, economía, educación, etc. se pueden dar soluciones cuya aplicación resulte ser hipotética, dado que la realidad impide su puesta en práctica.

La única forma de determinar cuándo un problema mal estructurado está resuelto consiste en la aplicación de reglas de detención, las cuales son establecidas por un dominio particular de conocimiento. También es importante destacar que a menudo pueden ser aplicadas de forma diferente por distintos sujetos (2). Consi-

(1) A lo largo del artículo se hará referencia a los problemas de las ciencias sociales, humanas, y a los problemas cotidianos como sinónimos de problemas mal estructurados y a los problemas científicos como sinónimos de problemas bien estructurados. No obstante, se debe tener en cuenta que ésta es una convención adoptada que no corresponde estrictamente a la realidad, pues entre los problemas mencionados existen importantes diferencias y también podemos encontrar dentro del terreno científico problemas mal estructurados.

(2) La naturaleza de las reglas de detención y su aplicación constituyen un aspecto muy interesante. Puede leerse un buen trabajo sobre el tema en Jeffries, R. et al., «The processes in designing software», en J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1981, pp. 255-283.

deremos como ejemplo el trabajo realizado por un magistrado cuando resuelve un caso. En esta situación, el dominio del conocimiento impone como regla de detención el establecimiento de un veredicto, de modo que a partir del momento en que éste se produzca, el problema se considera resuelto.

Otro aspecto esencial es la determinación de lo que constituye una buena solución. En este sentido, Reitman señala que la solución para los problemas mal estructurados no tiene por qué ser aceptada por toda la comunidad; lo cual no implica que todas las soluciones resulten igualmente válidas. En este sentido, quizá la única respuesta razonable, aunque no enteramente satisfactoria, sería que la solución se juzgue desde un punto de vista pragmático. Hay dos implicaciones importantes en esta posición. La primera es que el criterio pragmático es el que se utiliza esencialmente en la evaluación de soluciones. La segunda es que dicho criterio pone el énfasis de la evaluación sobre las soluciones que dan los expertos al resolver el problema. Se considera que la solución suele darse de forma más satisfactoria cuando el problema es resuelto por un experto que por un novato.

Esta postura da una visión individual de la solución del problema; sin embargo, a veces la discusión puede generar soluciones más consistentes.

En definitiva, la calidad de la solución dependerá de su racionalización; y teniendo en cuenta que la solución es fruto de cómo ha sido representado el problema, nos podemos encontrar con que la representación particular desarrollada sea crítica con el conjunto del proceso. La cuestión de la consistencia interindividual de la solución es, pues un aspecto muy importante, pero poco estudiado hasta el momento.

2. PRINCIPALES TEORÍAS SOBRE LOS PROCESOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La mayor parte de las teorías psicológicas que han efectuado estudios sobre el aprendizaje ha intentado también comprender cómo se produce el proceso de solución de un problema. Una de las primeras teorías sobre este tema se sitúa dentro del paradigma asociacionista. Según las posturas asociacionistas, el aspecto fundamental para conocer cómo se soluciona un problema estriba en poder establecer la relación de los mecanismos de selección de respuestas. Se intenta, pues, describir y explicar los determinantes de la respuesta de la persona que resuelve el problema. Dentro de esta perspectiva, la tarea, la instrucción, etc. constituyen un conjunto de estímulos, que pueden formar asociaciones. La probabilidad de cada asociación está determinada por los principios básicos del aprendizaje, cuyo postulado fundamental considera que la respuesta que ha sido más frecuentemente reforzada es la de más fácil asociación con el estímulo.

La interpretación de la resolución de problemas dentro de este paradigma enfatiza la importancia de las conductas fundamentadas en el ensayo/error, las jerarquías de hábitos y las cadenas de asociación y transformación del aprendizaje.

Thorndike fue uno de los primeros autores que intentó describir el proceso de pensamiento y resolución de problemas. A través de sus experiencias con animales observó cómo cuando éstos se encontraban encerrados en un laberinto, hallaban la salida por ensayo y error, probando varias respuestas al azar hasta que una de ellas funcionaba. Resolver tareas como la salida de un laberinto o la realización de un rompecabezas supone que el sujeto va probando diferentes respuestas hasta que puede resolver el problema y, por ello, el proceso de resolución de problemas puede ser concebido como un aprendizaje de respuestas.

No siempre la solución de problemas se ejerce de una forma abierta. La aplicación del ensayo/error puede ser encubierta; es decir, la persona puede probar diferentes soluciones, a nivel mental, sin que éstas sean realizadas. Por ello, según esta teoría, la solución puede aparecer como si surgiera de forma súbita.

Otro aspecto interpretativo interesante en la temática que nos ocupa es la inclusión de familias jerárquicas de hábitos. Ésta se produce después de haber solucionado una serie de situaciones similares. La posición de cada respuesta en la jerarquía está directamente relacionada con los estímulos reforzados a lo largo de la solución de los problemas previos. Aplicando este rasgo, es posible establecer series de problemas similares y entrenar a los sujetos para que encuentren las respuestas en el menor tiempo posible.

La teoría asociacionista, si bien no da cabida a una explicación general, ya que no todos los problemas parecen poder explicarse de esta forma, ofrece un medio de representación del pensamiento y de la resolución de problemas que permite hacer predicciones claras. Por esta razón, los conceptos asociacionistas están reapareciendo en algunas de las teorías contemporáneas acerca del aprendizaje y la memoria. No obstante, como señala Mayer, «el enfoque asociacionista puede fracasar en la captación de los plenos poderes del pensamiento humano: ¿es todo el pensamiento simplemente la aplicación del método de ensayo y error de hábitos pasados? Aparentemente, algunos tipos de pensamiento pueden explicarse por el modelo de la jerarquía de respuestas, pero parece que en el pensamiento humano hay mucho más que ensayo y error» (Mayer, 1986, p. 51).

La teoría de la Gestalt intenta dar un enfoque diferente al desarrollado por el asociacionismo y, de hecho, se sitúa en el extremo contrario.

En las investigaciones sobre la solución de problemas la Gestalt centra la atención en la estructura del problema. La comprensión de las partes del problema es tan necesaria como la captación de las formas de la organización, que puede producir la solución. De acuerdo con esta teoría, el proceso de solución de problemas consiste en una transformación, en un intento de relacionar un aspecto de una situación problemática con otro. Por ello, el resultado final de un proceso de solución supone una comprensión estructural. Aprender cómo todas las partes de un problema encajan para satisfacer las exigencias de un determinado objetivo implica reorganizar los elementos de la situación problemática y, en consecuencia, resolver el problema.

El énfasis de los gestaltistas en la organización, en cómo los elementos encajan para formar una estructura, resulta coherente con la contribución de la psicología

de la Gestalt al estudio de la percepción. Las conocidas leyes de la organización perceptual se basan precisamente en la idea de que la percepción ayuda a la mente, imponiéndole un orden.

Una de las aportaciones más importantes del enfoque gestáltico es la consideración de la existencia de dos tipos de pensamientos: reproductivo y productivo.

El pensamiento reproductivo se basa en la aplicación de habilidades o conocimientos adquiridos con anterioridad. Mientras que el pensamiento productivo se basa en la creación de una nueva solución al problema a través del descubrimiento de una nueva organización perceptiva o conceptual. La solución de un problema supone, pues, la reestructuración y búsqueda de una nueva organización y forma parte, por tanto, del pensamiento productivo.

La reestructuración tiene lugar, según esta teoría, por *insight* o comprensión súbita del problema y se alcanza cuando la persona llega a la percepción estructural del mismo.

Esta explicación es ciertamente muy vaga y genera algunos problemas a la hora de comprender cómo se origina el *insight*, cómo influye la acumulación de conocimientos en la solución del problema, etc. No obstante, los conceptos desarrollados por esta teoría han servido de fundamento a otras teorías posteriores que han profundizado y ampliado dichos conceptos. En este sentido, una tercera aproximación, cercana en algunos aspectos a la teoría de la Gestalt, es la ofrecida por la teoría del significado. Como hemos señalado, la Gestalt considera el pensamiento como la reestructuración o relación de los elementos del problema de una forma nueva. Este proceso implica descubrir cómo se relacionan entre sí los elementos del problema, es decir, las relaciones internas entre los elementos. La concepción del pensamiento de la teoría del significado supone descubrir de qué forma el problema actual se relaciona con los conceptos e ideas que ya existen en la memoria de quien ha de resolver el problema, esto es, las relaciones externas entre los elementos y los esquemas lógicos. Según este punto de vista, el pensamiento es fundamentalmente el proceso de descubrir un esquema o un conjunto de experiencias pasadas con el que ha de relacionarse el nuevo problema, y luego interpretar y reestructurar la situación nueva de acuerdo con el esquema particular que se haya seleccionado. La teoría del significado añade un nuevo elemento a la interpretación de la Gestalt: la idea de los esquemas lógicos y la asimilación. Bartlett fue el primer autor que popularizó este concepto, definiéndolo de la siguiente forma: «Un esquema se refiere a una organización activa de reacciones pasadas que siempre debe ser supuesto como operativo en cualquier respuesta orgánica bien adaptada» (Bartlett, 1932, p. 201; citado por Mayer, 1986, p. 93). A partir de esta idea, consideró la asimilación como la búsqueda del esquema apropiado en la experiencia pasada. De este modo, cuando los esquemas se relacionan, surge el significado.

Recientemente el concepto de «asimilación al esquema lógico» ha sido expresado por Ausubel como la «asimilación a la estructura cognitiva». Ausubel retoma los conceptos e ideas generales desarrollados por Bartlett e intenta darles una mayor concreción. Plantea la resolución de problemas como un proceso de rees-

tructuración en el que el sujeto debe ser capaz de dar significación a través de la relación entre las nuevas informaciones con las que se enfrenta y los esquemas de conocimientos previos. La resolución de problemas es, pues, una forma de aprendizaje significativo en la que las condiciones del problema y los objetivos deseados se interrelacionan en la estructura cognoscitiva existente. El discernimiento depende, según Ausubel, de algo más que de la sola estructura de la tarea del problema, tal y como opinan los gestálticos, ya que está en función de la experiencia previa del alumno. De este modo, no podemos considerar que las soluciones del problema aparezcan bruscamente, sino que lo hacen después de un período de tanteos. En definitiva, «la posesión de conocimientos antecedentes pertinentes (conceptos, principios, términos conjuntivos, funciones disponibles) en la estructura cognoscitiva, particularmente si son claros, estables y discriminables, facilita la resolución de problemas» (Ausubel, 1983, p. 490).

Otra aproximación diferente al estudio de la resolución de problemas es la desarrollada por J. Piaget. Esta perspectiva amplía la visión de los planteamientos descritos previamente, ya que añade un nuevo elemento a considerar en el momento de estudiar los procesos de resolución de problemas: el desarrollo cognitivo del sujeto.

En relación con aspectos del desarrollo del conocimiento, Piaget utilizó la solución de problemas como un intento de estudiar el proceso implicado en el crecimiento mental del niño. De este modo, consideró que la habilidad para resolver problemas está relacionada con el desarrollo ontológico de determinadas estructuras mentales. Así, mostró cómo el sujeto afronta y resuelve los problemas de forma diferente según su estado de desarrollo. La estructura cognitiva condiciona no sólo la forma de resolver el problema, sino también la solución construida por el sujeto. Estas diferencias, que claramente se evidencian a lo largo del desarrollo del niño, pueden también aparecer en el pensamiento adulto; aunque sobre este tema existen muchas menos investigaciones y, por consiguiente, no hay un planteamiento tan elaborado como en el caso del desarrollo del niño (3).

Todas las teorías del aprendizaje mencionadas hasta el momento han estudiado la temática que nos ocupa como un aspecto más o menos importante dentro de su teoría general, pero en ningún caso han hecho de ella objeto específico de estudio. Ello no ocurre en las denominadas teorías del procesamiento de la información. La mayor parte de los autores dentro de esta teoría ha centrado precisamente sus investigaciones en esta temática. De hecho, buena parte de sus aportaciones ha sido incorporada a la mayoría de los estudios sobre el tema; aspecto que puede apreciarse en la terminología y el vocabulario utilizados por muchos autores (4).

(3) Ver Kuhn, D.; Pennington, N. y Leadbeater, B., «El pensamiento adulto desde una perspectiva evolutiva: El razonamiento de los jurados», en M. Carretero y G. Madruga, *Lecturas de psicología del pensamiento*, Madrid, Alianza, 1984, pp. 267-296.

(4) Nuestro propio artículo constituye un ejemplo de este hecho, ya que la definición de problema de la cual partimos es fruto de las aportaciones de los estudios de Newell y Simon, dos de los más conocidos representantes de esta teoría.

Las teorías del procesamiento de la información surgen dentro de la psicología cognitiva. El procesamiento de la información considera que «unas pocas operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc., pueden en último extremo, dar cuenta de la inteligencia humana y de la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas con respecto al futuro» (Pozo, 1989, p. 42). La concepción del ser humano como procesador de información se basa en la aceptación de la analogía funcional entre la mente humana y el computador. De este modo, se adoptan los programas del ordenador como metáfora del funcionamiento cognitivo humano.

A partir de este planteamiento, los teóricos del procesamiento de la información se han dedicado a analizar la forma en la que una persona resuelve un determinado problema utilizando, en muchas ocasiones, el ordenador como medio para simular el proceso. Son muchos los estudios desarrollados dentro de este ámbito y han ido aportando datos interesantes, especialmente sobre las estrategias utilizadas por el sujeto en el momento de resolver un problema. Todos ellos parten de la idea de que todo problema incluye la descripción del estado inicial y del estado final, determinado por la meta del problema. La cuestión a estudiar es qué tipo de operadores actúan para pasar de un estado a otro. Dicha transformación se produce a través de la utilización de estrategias que permiten la selección y aplicación de la información. Además de estos principios generales, algunos teóricos han incorporado ideas sobre la influencia de la memoria; en particular, el papel de la memoria a corto plazo.

La analogía funcional de la cual parte este planteamiento posee algunos aspectos que resultan ciertamente criticables. En este sentido, uno de los puntos más débiles, en nuestra opinión, estriba en la consideración de que el ser humano procesa la información de forma serial. Según este planteamiento, el sujeto resolvería siempre los problemas paso a paso, no procesando más de un tipo de información. Evidentemente, estas opiniones están condicionadas por la propia estructura funcional de los computadores, que no permite, hasta el momento, un procesamiento en paralelo.

Al margen de la adecuación o inadecuación de los planteamientos teóricos de estos autores, es importante destacar que la mayoría de los estudios actuales sobre resolución de problemas se inscribe dentro de este paradigma.

3. MÉTODOS PARA IDENTIFICAR ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Al enfrentarnos a un problema, utilizaremos nuestras habilidades generales y nuestros conocimientos sobre el tema para tratar de resolverlo. De este modo, pondremos en marcha una serie de estrategias para alcanzar la solución adecuada.

Las estrategias pueden definirse como «los procesos ejecutivos mediante los cuales se eligen, coordinan y aplican las habilidades» (Nisbet y Shucksmith, 1987, p. 12). Mientras que las habilidades son más específicas, las estrategias actúan de

forma global ante un determinado propósito, modificándose más fácilmente para adaptarse al contexto. En este sentido, consideramos que enseñar cómo resolver problemas pasa por el aprendizaje de una serie de estrategias, tanto de tipo general como específico, según el tipo de contenido del problema.

A partir de los estudios sobre la resolución de problemas se ha detectado la existencia de un conjunto de estrategias que pueden aparecer o bien durante todo el proceso de solución del problema, o bien de manera parcial en algunos momentos de dicho proceso. Así, por ejemplo, podemos utilizar estrategias tales como (5):

a) *El ensayo/error.* Una estrategia muy directa es la utilización de respuestas al azar, sobre los operadores legales, hasta que se llegue al estado final. Así, si uno se encuentra en un estado determinado, puede elegir al azar cualquier movimiento como paso siguiente a efectuar. El problema fundamental de las búsquedas al azar es que en problemas complejos siempre se desperdician muchos movimientos.

b) *El análisis de metas-fines.* Algunas veces el objetivo final se encuentra demasiado alejado del tipo de operaciones que deben comenzar a realizarse para llegar a resolver el problema. De este modo, una forma de enfrentarse al problema consiste en tratar de establecer subobjetivos e ir resolviendo el problema parcialmente hasta llegar a una solución completa.

c) *La búsqueda hacia atrás.* La estrategia anterior presupone una búsqueda hacia adelante (del estado inicial al estado final), pero en ocasiones se puede resolver el problema justamente a la inversa. O sea, se realizan las operaciones a partir del estado final hacia el estado inicial.

d) *La simplificación.* Cuando el problema tiene una compleja naturaleza es posible reducirlo mediante la eliminación de algunas de las variables que actúan sobre él.

e) *La inferencia.* A través de los datos y enunciados del problema, se trata de inferir la información más relevante en cada momento, de manera que se utiliza el razonamiento inductivo como medio para lograr la solución del problema.

Todas estas estrategias pueden ser empleadas de forma sistemática para ayudar a resolver problemas. Aunque una única estrategia no pueda garantizar soluciones perfectas, aprender cómo usar diferentes estrategias puede ayudar a enfrentarse con nuevos problemas. La cuestión fundamental estriba en la capacidad de detectar determinados tipos de estrategias en relación con determinados tipos de problemas. En este sentido, cabe destacar el empeño cada vez mayor, desde el ámbito de la psicología en tratar de determinar cuáles son estas estrategias y, de esta forma, intentar adoptar los medios más adecuados para aprenderlas y aplicarlas correctamente a situaciones análogas.

(5) Un buen artículo en el que se efectúa una descripción de las diversas estrategias de solución de problemas puede encontrarse en Halpern, D. *Thought and knowledge*, Hillsdale, LEA, 1984, cap. 6.

Existen ciertos métodos que son utilizados por la mayor parte de los investigadores para intentar obtener datos sobre los tipos de estrategias empleadas. Entre éstos destacan la simulación, la comparación entre expertos y novatos y el análisis de protocolos. De hecho, esta última es una de las metodologías más utilizadas y, en realidad, es la que sirve de fundamento para el desarrollo de los dos métodos anteriores.

El análisis de protocolos tiene por objeto tratar de identificar el tipo de estrategia empleada por la persona mientras resuelve el problema. Se basa íntegramente en la idea de «pensar en voz alta» y, por consiguiente, se utiliza para analizar las expresiones verbales que emplea el sujeto mientras soluciona el problema. Esta es una de sus ventajas, y también una de sus limitaciones, ya que el investigador ha de aceptar la existencia de la correspondencia entre la expresión verbal y la estrategia cognitiva. A pesar de las limitaciones, este tipo de metodología es el más utilizado, especialmente desde el paradigma cognitivista, dado que el interés de la investigación, como ya se ha mencionado previamente, estriba en conocer el proceso interno y no la mera relación entre las variables de entrada y los resultados finales.

El análisis de protocolos no debe confundirse con otro tipo de métodos fundamentados en expresiones verbales tales como el análisis del contenido o la introspección. No se trata de efectuar un análisis semiótico o lingüístico de lo que se dice ni de establecer una autorreflexión sobre lo realizado. Se trata de resolver el problema en voz alta y, a partir de aquí, de intentar analizar los datos manejados por el sujeto y el tipo de estrategia utilizada para resolver el problema. Así pues, para llevar a cabo esta metodología el investigador debe grabar las emisiones verbales del sujeto mientras soluciona el problema, transcribir la grabación posteriormente señalando los instantes de demora que se han producido. Cuando debemos manejar muchas grabaciones, es preciso realizar una categorización de las transcripciones para poder trabajar de forma más adecuada con los datos. Una vez realizado todo esto, podemos establecer el protocolo, que consiste en una representación de las estrategias seguidas por el sujeto que resuelve el problema o de los datos que el sujeto utiliza, o de ambos aspectos.

En definitiva, el análisis de protocolos se emplea para poder inferir las estrategias y los tipos de datos utilizados por un sujeto durante el proceso de resolución de un problema. Las metodologías de investigación difieren según se trate de problemas mal o bien definidos. Las investigaciones sobre problemas bien estructurados combinan este método con la simulación de computaciones. Una vez establecida la estrategia de solución del problema, ésta se programa, permitiendo el ordenador analizar todas las posibles alternativas y respuestas y evaluando, así, la consistencia de la solución. Las investigaciones sobre problemas mal estructurados emplean más frecuentemente la comparación de estrategias utilizadas por expertos y novatos.

El desarrollo de este área de estudio se ha debido no sólo a las necesidades de la psicología cognitiva de analizar los procesos internos de la organización de la información humana, sino también, y muy especialmente, a las necesidades tecnoló-

gicas derivadas del diseño de sistemas informáticos expertos (6) en la solución de problemas específicos. El estudio sobre las diferencias entre expertos y novatos se ha incrementado mucho en los últimos años. Inicialmente, la mayor parte de los trabajos se centraba en el estudio de problemas de informática, matemáticas, física y medicina. Sin embargo, este espectro se ha ido ampliando a problemas de ciencias sociales, política y psicología.

Más allá de la temática, todos los estudios comparativos entre expertos y novatos parten de unos presupuestos comunes (Pozo, 1989, p. 227):

- a) La diferencia entre experto y novato es básicamente una diferencia de conocimientos y no de capacidades generales del procesamiento.
- b) Esa diferencia de conocimientos es tanto cuantitativa como cualitativa.
- c) La pericia es un efecto de la práctica acumulada.
- d) La pericia está circunscrita a áreas específicas de conocimiento, de forma que se es experto, o no, respecto a algo.

Existen dos tipos de pericia que deben ser diferenciados. Por un lado, la que se basa en saber mucho acerca de un tema; en tal caso, está fuera de duda la importancia que tiene el conocimiento específico para la solución del problema. Por otro lado, la capacidad de dirigir los propios recursos intelectuales y de emplear cualquier conocimiento específico del terreno que se tenga del modo más eficaz posible.

Chi (1982) ha puesto de relieve la importancia de este segundo tipo de experto y considera que, sin quitar importancia al conocimiento específico, el éxito en la solución de un problema depende mucho de la presencia o ausencia de una conducta eficaz de manejo.

Es difícil realizar una síntesis de estos estudios (7), pero en términos generales podemos afirmar que en todos ellos aparecen rasgos comunes de organización y manejo de la información entre los sujetos que se enfrentan a un mismo tipo de problema; viéndose una clara influencia en la existencia, o no, de una práctica a la hora de resolver dicho problema.

Así pues, la diferencia fundamental entre expertos y novatos no es tanto el tipo de estrategia que utilizan cuanto la forma en que organizan la información y la relevancia o irrelevancia de la información que manejan para solucionar el problema planteado.

(6) Un sistema experto es un programa de ordenador que posee una base de conocimientos en un dominio del saber restringido y usa un razonamiento inferencial para realizar tareas de forma análoga a como lo haría un experto humano.

(7) Algunos de los trabajos más interesantes sobre la solución de problemas mal estructurados pueden encontrarse en la obra de Chi, M.; Glaser, R. y Farr, M., *The nature of expertise*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

Un ejemplo de este tipo de trabajos lo constituye la investigación realizada por Voss, Tyler y Yengo (1983). El objetivo básico de este trabajo era determinar las diferencias entre expertos y novatos en el tipo de argumentación que utilizaba para resolver un problema. Se escogió para ello un problema sobre política soviética. El problema presentado era el siguiente: Existe desde hace un tiempo un bajo nivel de producción agraria en la Unión Soviética. ¿Cómo podría aumentarse la producción? Imagine que es usted el director del Ministerio de Agricultura de la Unión Soviética.

Se dio el problema a expertos procedentes de la Facultad de Ciencias Políticas y especializados además en economía y política de la Unión Soviética, a personas procedentes también de la Facultad de Ciencias Políticas, pero con otras especialidades, a alumnos de esa facultad, a químicos, a un becario procedente de un país del Este y a pregraduados, quienes resolvieron el problema antes y después de un curso sobre política soviética.

Se recogieron todos los protocolos y los resultados fueron analizados según las categorías de argumentación de Toulmin (8). Tras dicha categorización se efectuaron diversas comparaciones: entre expertos, entre expertos y novatos, entre novatos y postnovatos (graduados que recibieron el curso de política soviética), entre expertos en política y químicos, etc. En términos generales, los expertos propusieron pocas soluciones; sin embargo, éstas eran bastante abstractas y fruto del análisis metódico de un buen número de variables. En el grupo de novatos no se determinaron demasiadas diferencias entre ellos. Utilizaban pocas variables y el tipo de argumentación era más sencillo. Algunos de los novatos se mostraron invariables en sus argumentaciones tras recibir el curso de política soviética. Entre los especialistas en ciencias políticas y los químicos se encontraron muchas diferencias. La mayor parte de los químicos poseía una representación muy pequeña del problema y, por consiguiente, argumentaba sólo dos posibles aproximaciones al problema: de tipo científico o de tipo personal. En general, si bien los datos utilizados y el tipo de razonamiento diferían notablemente entre expertos y novatos, todos ellos, a excepción de los químicos, parecían utilizar estrategias generales similares.

En definitiva, consideramos que un aspecto muy importante a destacar en la mayor parte de las investigaciones es que realmente parece existir una serie de estrategias comunes para resolver determinados problemas mal estructurados. Ahora bien, de este enunciado surge una serie de cuestiones: ¿son estas estrategias comunes a todos los problemas mal estructurados o, por el contrario, éstas dependen del contenido del problema?, ¿podemos hablar de diferentes estrategias, según se trate de problemas bien estructurados o mal estructurados?, ¿aparecen estas diferencias en todos los sujetos?, ¿es la práctica escolar la que ha llevado a esta

(8) Toulmin propuso un modelo general de argumentación a través del cual se puede analizar la estructura de los argumentos, mostrando así las diferencias individuales. En base a este modelo, se han elaborado algunos problemas para el desarrollo del razonamiento. Ver Nickerson, R.; Perkins, D. y Smith, E. *Enseñar a pensar*, Barcelona, Paidós, 1987, cap. 10.

diferenciación en el momento de aplicar un tipo de estrategia u otra, según se trate de problemas bien o mal estructurados?

No existen, en nuestra opinión, respuestas relevantes para todas estas cuestiones. No obstante, intentaremos en el siguiente apartado mostrar algunas pistas que quizá puedan en un futuro ayudar a comprender mejor los procesos y las formas de enseñanza de este tipo de aprendizaje.

4. LA ENSEÑANZA DE ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En primer lugar, quisiéramos afirmar nuestra convicción sobre la necesidad de enseñar de forma explícita cómo resolver problemas mal estructurados. Tradicionalmente, todos los métodos utilizados en la escuela se han encaminado a proporcionar a los alumnos unas pautas generales de representación de problemas bien estructurados y han olvidado el resto.

A pesar de esta declaración de intenciones, hemos de señalar las muchas dificultades que aparecen a la hora de plantear el tema de forma práctica. En este sentido, podemos observar cierta carencia de propuestas didácticas. Si bien existen algunas aportaciones muy interesantes sobre la forma de trabajar problemas de origen histórico (Pozo, Asensio y Carretero, 1989), moral (VV.AA., 1990), filosófico (Lipman, 1985), etc., éstas son todavía escasas en relación con las existentes para problemas científicos.

Varios aspectos justifican, en nuestra opinión, este hecho. En primer lugar, hay que tener presente que resulta mucho más fácil para cualquier profesor enseñar cómo resolver problemas que tengan una clara estructura que enseñar a resolver los que no la poseen. Al margen de este hecho, podemos detectar una serie de carencias sobre la comprensión de las estrategias y habilidades implícitas en la resolución de los problemas mal estructurados y, consecuentemente, del tipo de enseñanza más adecuado. En este sentido, revisaremos a continuación lo que constituye, desde nuestro punto de vista, las cuestiones más importantes a resolver.

4.1. *La superación del modelo proporcionado por las teorías del procesamiento de la información*

Si bien reconocemos la importancia de las teorías del procesamiento de la información en el estudio de las estrategias de resolución de problemas y el interés de muchas de las investigaciones llevadas a cabo desde esta perspectiva, consideramos que dicho planteamiento resulta insuficiente para comprender cómo se resuelven los problemas mal estructurados (9).

(9) Un interesante análisis de los límites de las teorías del procesamiento de la información puede encontrarse en la obra de Pozo, I., *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid, Morata, 1989.

En un riguroso análisis de los supuestos de la ciencia cognitiva, J. Searle (1985) estableció la existencia de los rasgos que cualquier explicación satisfactoria de la mente debería tener en cuenta (10):

1. La existencia y el funcionamiento de la conciencia.
2. La intencionalidad de los estados mentales.
3. La subjetividad de los estados mentales.
4. La existencia de una causación mental.

Estos cuatro aspectos han sido obviados por las teorías del procesamiento de la información, al igual que anteriormente lo fueron por las teorías conductistas.

Así pues, el estudio de la conciencia no aparece de forma explícita. No obstante, algunos conceptos como la atención selectiva o los procesos de control, podrían ser más o menos equiparables a la idea de conciencia presentada desde una perspectiva mecanicista similar a la teoría conductista.

La intencionalidad sí se encuentra presente en las teorías del procesamiento de la información. Sin embargo, se considera que los sistemas de procesamiento carecen de propósitos e intenciones: únicamente cuando aparecen ciertas condiciones, se desencadenan acciones hacia la consecución de ciertas metas.

Al no admitir la intencionalidad, difícilmente puede el procesamiento de la información asumir la subjetividad de los estados mentales. Como señala Pozo, «el proceso de la información considera irrelevante los contenidos cualitativos, porque, en último extremo, considera causalmente irrelevante la propia conciencia» (Pozo, 1989, p. 49). Ello conduce al último de los rasgos señalados por Searle: la existencia de una causación mental.

Las teorías del procesamiento de la información consideran que las estructuras del conocimiento son construidas por el sujeto, pero no explican la génesis de dicha construcción.

Otra crítica frecuente a esta teoría se centra en el tipo de problemas que la mayor parte de los investigadores utiliza para estudiar cómo se produce su solución. En este sentido, Bereiter y Scardamalia (1980; citado por Nickerson et al., 1987, p. 339) distinguen entre los problemas con restricciones de conocimientos y los que no presentan restricción de conocimientos y consideran que los primeros son los que suelen utilizarse en los estudios experimentales, mientras que los del segundo tipo son los que más frecuentemente aparecen en la vida real. Existe restricción de conocimientos cuando la persona que soluciona el problema no puede utilizar ilimitadamente sus recursos de conocimiento. Así, por ejemplo, en el conocido problema de los misioneros y los caníbales, la persona que soluciona

(10) Sobre estos rasgos señalados por Searle nos hemos extendido más en Gros, B., *Procesos de planificación y uso del lenguaje Logo*, Informe de investigación, Barcelona, CIRIT, 1987.

el problema ha de limitarse a pensar que debe cruzar el río con la barca, aunque tengan conocimiento de cómo atravesar un río de formas diferentes. En la mayor parte de los problemas cotidianos no existen restricciones acerca del conocimiento a utilizar; lo que marca una importante diferencia con la mayor parte de los problemas estudiados.

Otra distinción característica entre los problemas utilizados en los estudios de solución de problemas en el laboratorio y los problemas de la vida real es que en el primer caso se suele proporcionar la información necesaria para resolver el problema, mientras que en el segundo caso determinar qué información es relevante y cómo tener acceso a ella puede ser la parte más difícil de la solución del problema.

En resumen, consideramos que este enfoque está proporcionando unas explicaciones muy restrictivas, válidas para problemas muy específicos y bien estructurados, pero insuficientes en el caso de problemas más complejos y mal definidos. Por ello, y a pesar de ser la teoría que más directamente se ocupa de nuestra temática, pensamos que no pueden construirse modelos de enseñanza de estrategias de resolución de problemas fundamentados íntegramente en dicho planteamiento. En cierta forma, los aspectos que citaremos a continuación buscan la incorporación de otros elementos igualmente importantes en este terreno y no estudiados desde esta perspectiva.

4.2. El papel de la transferencia en la enseñanza de estrategias de resolución de problemas

Cada vez que una persona se enfrenta a un problema, lo primero que hace, de forma más o menos consciente, es buscar la existencia de situaciones similares aparecidas previamente, con tal de poder aplicar el mismo tipo de estrategia que ha utilizado con anterioridad. La transferencia es, pues, un elemento de gran ayuda. Ahora bien, la detección de lo que hemos denominado «situaciones similares» no es siempre fácil y, precisamente, la enseñanza de estrategias ha de tener en cuenta esta dificultad.

La transferencia puede darse de muchas formas. De hecho, podríamos distinguir entre transferencias de rutas de bajo nivel y de alto nivel (Perkins y Solomon, 1987). La transferencia de bajo nivel aparece de forma mecánica como consecuencia de una práctica continuada. Por ejemplo, una persona que conduce habitualmente un coche podrá transferir dicho aprendizaje a la conducción de una camioneta.

La transferencia de alto nivel supone la aplicación de principios generales de actuación correspondientes a un mayor nivel de abstracción. Por ejemplo, en algunos estudios realizados sobre el aprendizaje del lenguaje Logo se ha pretendido determinar si la utilización de dicho lenguaje afecta la forma en que los niños resuelven problemas (Gros, 1987). Desde este punto de vista, el lenguaje Logo es tratado como una herramienta que permite establecer estrategias generales que pueden aplicarse a problemas no directamente relacionados con la programa-

ción. La validación de esta hipótesis supondría la existencia de una transferencia de alto nivel mediante la cual el sujeto hubiera adquirido la capacidad de aplicar unas determinadas estrategias ante situaciones cuyos datos no son claramente comparables.

Buena parte de los programas de enseñanza de estrategias de aprendizaje están encaminados hacia la utilización de principios generales que puedan ser aplicados en cualquier situación. Estos programas (Segal, Chipman y Glaser, 1985; Nickerson, Perkins y Smith, 1987) se centran en el entrenamiento para el desarrollo de cuatro aspectos distintos:

1. Las operaciones cognitivas.
2. El pensamiento heurístico.
3. El pensamiento formal.
4. La metacognición.

La mayor parte de los programas se fundamenta en la resolución de problemas bien estructurados (problemas de matemáticas, química, ingeniería, etc.). Existen algunas excepciones como el programa de Filosofía para niños (Lipman, 1980), que pretende desarrollar en los alumnos capacidades metacognitivas que permitan adquirir habilidades básicas de razonamiento.

En todos estos casos se presupone que el alumno después del entrenamiento podrá aplicar las estrategias aprendidas a un amplio espectro de problemas. Sin embargo, en pocas ocasiones se ayuda al alumno a determinar cómo llevar a cabo la transferencia.

La transferencia es, pues, un elemento primordial en el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas y se debería ayudar a los alumnos a que las diversas habilidades que fueran adquiriendo pudieran aplicarlas a contextos diferentes. La transferencia, en sí misma, debería, por tanto, enseñarse como habilidad metacognitiva. En este sentido, nos parece muy interesante tratar de determinar no sólo las posibles transferencias de estrategias dentro de un mismo tipo de problemas (bien o mal estructurados), sino también si las estrategias y habilidades detectadas en la resolución de estos problemas pueden ser intercambiables.

4.3. La resolución de problemas a través de la acción grupal

Hemos apuntado al principio del artículo que una de las diferencias fundamentales entre los problemas bien estructurados y mal estructurados estriba en el contenido del estado final del problema. Por este motivo, podemos apreciar diferencias en las soluciones construidas por el individuo de forma autónoma y las soluciones dadas a través de un diálogo o discusión grupal.

No es que estas diferencias aparezcan sólo cuando se resuelven problemas mal estructurados. Sin embargo, creemos que la cantidad y la calidad de las soluciones pueden verse afectadas en este tipo de problemas de forma más apre-

cial que en el resto. Además, hay que tener en cuenta la importancia de las aplicaciones de las metodologías de tipo grupal en el campo de las ciencias sociales, la filosofía, la ética, etc. En este sentido, consideramos que los programas de enseñanza de estrategias de resolución de problemas deberían contemplar la posibilidad de un trabajo cooperativo, añadiendo la dimensión interpersonal a la estrictamente personal. Las aportaciones de la teoría de Vygotski y los trabajos recientes sobre interacción entre iguales proporcionan interesantes ideas en esta línea (Coll, 1984; Wertsch, 1988).

4.4. *Las diferencias individuales en la resolución de problemas*

Hemos mencionado con anterioridad la utilización del modelo de argumentación de Toulmin en el estudio de la resolución de problemas mal estructurados. Emplear este modelo supone la capacidad de aplicar unos procesos analíticos y formales que únicamente el pensamiento adulto puede poseer. En este sentido, existen dos variables muy importantes a tener en cuenta en el contexto de la enseñanza de estrategias de resolución de problemas: los estilos cognitivos y el desarrollo evolutivo del sujeto.

Se ha mostrado cómo ciertos estilos cognitivos (Witkin y Goodenough, 1981 —ed. cast.—; Bertini, et al., 1986) afectan la forma en que el sujeto percibe los problemas y, por consiguiente, la manera en que los resuelve. En este sentido, los métodos de enseñanza de estrategias han de tener en cuenta los rasgos peculiares de determinados sujetos para poder adaptarlos o modificarlos.

El nivel de desarrollo del alumno afecta, sin duda, la forma de abordar el problema y, por tanto, se debe seleccionar el contenido y el tipo de información más apropiados según el grado de desarrollo individual del sujeto. Ello, evidentemente, complica la enseñanza. Un dato a considerar es que la mayor parte de los programas desarrollados se dirige a alumnos de enseñanza secundaria o universitaria.

4.5. *Situación curricular de la enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados*

Para acabar este conjunto de reflexiones, nos plantearemos una cuestión que, desde el ámbito pedagógico, aparece muy frecuentemente: ¿dónde se sitúa la enseñanza de estrategias de resolución de problemas? ¿dentro de una materia específica sobre entrenamiento cognitivo o en cada una de las materias escolares?

Siempre que se presenta un nuevo elemento a considerar desde la educación formal aparece esta cuestión, que en cierta forma ya resulta bastante tópica; aunque no por ello deja de ser importante y difícil de responder.

En primer lugar, más importante que la cuestión de dónde se aprenda, es que realmente se aprenda. En este sentido, nos resulta indiferente el contexto en el que se sitúe dicho aprendizaje. Ahora bien, dado que hasta el momento no exis-

ten datos relevantes sobre el tipo de estrategias que aparecen en la resolución de problemas mal estructurados ni sobre su transferencia, nos parece más eficaz tratar de investigar acerca de parcelas específicas de conocimiento para que éstas sean trabajadas dentro de las correspondientes materias curriculares.

Es obvia la existencia de estrategias generales independientes del contenido (11), pero es también evidente que el contenido afecta de forma importante la solución de un problema. Por consiguiente, aprender estrategias generales mediante un programa de entrenamiento y pensar que después dichas estrategias se transferirán cuando el sujeto se enfrente a cualquier tipo de problema es un planteamiento que quizá no se ajuste a la realidad y resulte muy poco eficaz.

En definitiva, a partir del conocimiento que poseemos sobre la enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados, nos parece que es mejor ajustar esta enseñanza a las correspondientes materias escolares.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. *Ètica i escola: El tractament pedagògic de la diferència*. Barcelona, Edicions 62, 1990.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. *Psicología Educativa*. México, Trillas, 1983.
- Bertini, M. et al. *Field dependence in psychological theory, research and application*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- Byrne, R. «Protocol analysis in problem solving», en J. Evans (Ed.), *Thinking and reasoning*. London, Routledge & Kegan Paul, 1983.
- Chi, M.; Feltovich, P. y Glaser, R. «Categorization and Representation of Physics Problem Solving by Experts and Novices». *Cognitive Science*, 5, 1982, pp. 121-152.
- Chi, M. y Glaser, R. «Capacidad de resolución de problemas», en R. J. Sternberg, *Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información*, Barcelona, Labor, 1986, pp. 303-324.
- Chi, M.; Glaser, R. y Farr, M. *The nature of expertise*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- Coll, C. «Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar», *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, 1984, pp. 119-138.
- Das, J. P. «Aspects of planning», en J. Kirby (Ed.), *Cognitive strategies and educational performance*. New York, Academic Press, 1984, pp. 35-49.
- Dillon, R. F. y Schmeck, R. S. (Eds.), *Individual differences in cognition*. New York, Academic Press, 1983, vol. 1.
- Greeno, J. «Natures of problem-solving abilities», en W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive process*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, vol. V, 1978, pp. 239-269.

(11) La mayor parte de los programas de entrenamiento en habilidades de solución de problemas utiliza contenidos no relacionados con situaciones cotidianas o materias escolares. En muchos casos, son problemas de razonamiento, inferencias lógicas, etc. similares a los que se resuelven en muchos de los tests de inteligencia.

- Halpern, D. *Thought and knowledge*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1984, cap. 6.
- Kirby, J. (Ed.) *Cognitive strategies and educational performance*. New York, Academic Press, 1984.
- Lawrence, J. A. «Expertise on the bench: Modelling magistrales judicial decision-making», en M. Chi, R. Glaser y M. Farr, *The nature of expertise*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1988, pp. 229-259.
- Lipman, M. «Thinking Skills Fostered by philosophy for Children», en J. Segal, S. Chipman y R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1985.
- Mayer, R. *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona, Paidós, 1986.
- Moreno, A. «Metaconocimiento y aprendizaje escolar». *Cuadernos de Pedagogía*, 173, 1989, pp. 53-173.
- Newell, A. y Simon, H. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1972.
- Nickerson, R. et al. *Enseñar a pensar*. Barcelona, Paidós, 1987.
- Nisbet, J. y Shucksmith, J. *Estrategias de aprendizaje*. Madrid, Santillana, 1987.
- Perkins, D.; Lochhead, J. y Bishop, J. *Thinking*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1987.
- Perkins, D. y Solomon, G. «Transfer and teaching thinking», en D. Perkins, J. Lochhead y J. Bishop, *Thinking*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1987, pp. 285-303.
- Pozo, J. *Teorías cognitivas sobre el aprendizaje*. Madrid, Morata, 1989.
- «Adquisición de estrategias de aprendizaje». *Cuadernos de Pedagogía*, 175, 1990, pp. 8-11.
- Pozo, J. y Carretero, M. «Las explicaciones causales en expertos y novatos en Historia», en M. Carretero, I. Pozo y M. Asensio (Comps.), *La enseñanza de las ciencias sociales*, Madrid, Aprendizaje Visor, 1989.
- Searle, J. *Mentes, cerebros y ciencia*. Madrid, Cátedra, 1985.
- Segal, J.; Chipman, S. y Glaser, R. (Eds.), *Thinking and learning skills*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1985.
- Simon, H. «La teoría del procesamiento de la información sobre la resolución de problemas», en M. Carretero y J. García, *Lecturas de psicología del pensamiento*, Madrid, Alianza, 1986, pp. 197-221.
- «The structure of ill-structured problems». *Artificial Intelligence*, 4, 1972, pp. 181-201.
- «Information processing theory of human problem solving», en W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive process*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1978, vol. V, pp. 271-295.