

## ***PENSAMIENTO E INSTRUCCIÓN***

**Carlos Saiz**

Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología

En:

M.A. Verdugo (en prensa). *La evaluación curricular. Una guía para la intervención psicopedagógica*. Madrid: Siglo XXI.

## **CONTENIDO**

I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. PENSAMIENTO .....	3
III. INSTRUCCIÓN .....	6
IV. UN ENFOQUE DE LA INSTRUCCIÓN.....	11
V. FUNDAMENTOS DE LA INSTRUCCIÓN. ....	15
1. NATURALEZA DE UN PROBLEMA.....	16
2. COMPRESIÓN DE UN PROBLEMA.....	23
A. Atención y memoria.....	25
B. La importancia de una buena representación.....	28
3. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	35
A. Análisis medio-fin.....	37
B. Búsqueda hacia atrás.....	41
C. Analogías .....	42
D. Simplificación.....	46
E. Dividir por la mitad.....	47
F. No Contradicción.....	47
G. Identificación de regularidades.....	48
4. COMPRESIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS POR EXPERTOS .....	49
5. DIFICULTADES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....	51
6. NATURALEZA DEL “INSIGHT” (IDEA FELIZ).....	55
7. PENSAMIENTO CREATIVO.....	61
A. Ideas sobre la creatividad.....	61
B. Un enfoque de la creatividad .....	65
VI. EVALUACIÓN E INSTRUCCIÓN .....	68
1. Evaluación conceptual.....	70
2. Evaluación empírica .....	73
3. Problemas de la evaluación .....	79
VII. CONSIDERACIONES FINALES.....	81
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	83

## I. INTRODUCCIÓN

El pensamiento es nuestra actividad mental más importante, pero también la más desconocida. La instrucción como iniciativa que busca mejorar la capacidad de pensar es una de las empresas socialmente más deseables. Para desarrollarla y optimizarla necesitamos aplicar el conocimiento que poseemos sobre el pensamiento. Este es el propósito esencial del capítulo: describir los fundamentos del pensamiento con el fin de enriquecerlo. Para lograr este objetivo, llevaremos a cabo el siguiente análisis.

Primero, analizaremos algunas ideas sobre el concepto mismo de pensamiento y de instrucción, que después relacionaremos dentro de un enfoque de la instrucción. Después, nos ocuparemos de describir las características fundamentales del pensamiento. Este será definido como toda actividad implicada en la solución de problemas. Solucionar un problema supone comprenderlo y tomar las iniciativas de solución más adecuadas. Por lo tanto, dedicaremos un espacio al proceso de comprensión, en el que describiremos de qué modo se logra una buena representación de un problema. A continuación, trataremos de extraer las principales estrategias de pensamiento, que hacen que nuestra conducta sea eficiente.

Una vez analizados los procesos fundamentales de pensamiento, nos ocuparemos de las causas que nos impiden pensar con eficacia, para pasar a describir la forma de pensamiento más atractiva, el pensamiento creativo. Con el análisis de la creatividad, terminamos el desarrollo de lo que consideramos los fundamentos de la instrucción. Después mencionaremos algunas iniciativas de intervención y comentaremos su grado de eficacia. Terminaremos este trabajo analizando con cierto detenimiento los elementos de la evaluación, es decir, la manera de estimar la eficacia de una iniciativa de instrucción ¿Qué debemos considerar para saber que un programa de instrucción es o no eficaz?

Comencemos por reflexionar sobre qué es el pensamiento.

## II. PENSAMIENTO

*Mucha gente prefiere morir antes que pensar. Y de hecho lo consiguen* –Bertrand Russell.

El concepto de pensamiento está relacionado con otros como el razonamiento, la inteligencia, el conocimiento, o la comprensión. Dicha relación nos indica que el pensamiento es un proceso de orden superior dentro de los diferentes tipos de mecanismos o actividades que realiza nuestra mente, es decir nuestro sistema cognitivo o de procesamiento. Con el procesamiento de la información, esto es, de los estímulos, se consigue conocer la realidad de un modo que garantice una adecuada adaptación al mundo. Tal conocimiento se logra mediante la actividad de pensar. Por esta razón, se podría decir que esta actividad es la más valiosa de ser humano.

En el concepto de pensamiento entran todos los factores que hacen posible que nos *representemos* la realidad, que la *construyamos*, y que *actuemos* en ella. Nuestra conducta y sus consecuencias condicionan nuestra visión de la realidad, de igual modo que la imagen que tenemos del mundo condiciona nuestra actuación en él. Algunos autores se refieren a la misma idea señalando que el pensamiento es todo lo que sucede entre la percepción y la acción (Johnson-Laird, 1993). De la percepción pasamos a representar mentalmente la realidad, para seleccionar los comportamientos con los que podamos responder a las demandas de la vida.

En la interacción persona-medio, las iniciativas tomadas producen unos resultados que condicionarán las conductas futuras. Los resultados son el *conocimiento del mundo*, de la realidad; los mecanismos son *los procesos de pensamiento*. El conocimiento es la materia prima del pensar, y éste el que la moldea; ambos son inseparables. El conocer como producto del pensamiento nos llama la atención sobre otro concepto no menos importante, *aprendizaje o adquisición*. El resultado de la actividad de pensar es lo que se aprende o adquiere. El pensamiento produce o crea otros conocimientos, conocimientos nuevos, siempre a partir de los que ya existen (Rumelhart y Norman, 1988). Por esta razón, podríamos afirmar que el pensamiento es un mecanismo de adquisición del conocimiento, por supuesto, el más importante

de todos. Por lo tanto, los procesos de pensamiento son procesos de adquisición, o procesos de aprendizaje.

Otro concepto que es necesario mencionar es el de *comprensión*. Podemos decir que conocimiento y comprensión son términos intercambiables. No se comprende lo que no se conoce y no se conoce lo que no se comprende.

El pensamiento es esencial para la vida humana. Como seres vivos padecemos determinadas carencias o necesidades que debemos satisfacer. “Una necesidad no es tal a menos que exista algo que la satisfaga (un vaso de agua, una calificación de sobresaliente, una sonrisa...). Nuestro repertorio variable de necesidades describe un repertorio variable de situaciones que estamos motivados para provocar. Si... vivimos y actuamos a través de un mapa (representación) de la realidad, ... nuestra función en la vida, lo que nos orienta y proporciona un objetivo (una meta), es la discrepancia entre el punto en el que nos encontramos en el mapa y el punto en el que, según nuestra biología o educación deberíamos (desearíamos) estar” (Claxton, 1984/1987, p. 40).

Podríamos decir (probablemente con menos lucidez que Guy Claxton) que nuestra vida es una continua lucha contra esa discrepancia, o problema vital. Y esta lucha la realizamos esencialmente con una de nuestras armas más valiosas, el pensamiento. Dicho de otro modo, el pensamiento es lo que acontece cuando resolvemos un problema, cuando intentamos alcanzar una meta (Mayer, 1992b). Más explícitos son aún Newell & Simon (1972) en su importante libro “Human Problem Solving”, cuando dicen: “El propósito de este libro es progresar en nuestra comprensión de *cómo piensan* los humanos. En este se propone una teoría de solución de problemas...” (p. 1). En nuestra vida diaria resolvemos problemas constantemente, problemas profesionales, familiares, personales... Los mecanismos de pensamiento son las operaciones fundamentales implicadas en cualquier intento de superar una dificultad o un obstáculo. Estos están dirigidos a la consecución de una meta que no está inmediatamente disponible. “Nosotros pensamos cuando no sabemos cómo actuar, qué creer o qué querer. En estas circunstancias, el pensamiento nos ayuda a resolver nuestras dudas: es propositivo” (Baron, 1988, p. 3). El pensamiento posee un carácter esencialmente *propositivo*. Pensamos para solucionar problemas. La actividad de solución de problemas es la actividad humana vitalmente más importante. Esta

actividad moviliza a todo el sistema cognitivo, a toda nuestra mente, y supone la puesta en funcionamiento de la mayoría de nuestras capacidades de orden superior: deductivas, inductivas y creativas, esto es, las clases fundamentales de pensamiento (Johnson-Laird, 1993).

Los rasgos esenciales descritos ¿nos permiten definir el pensamiento? Sinceramente, no. No hay acuerdo sobre los mecanismos o procesos implicados en el mismo (Mayer, 1992b). Esta situación es, por otra parte, claramente comprensible, ya que es una consecuencia lógica de la ausencia de una teoría de la mente. No disponemos en un sentido estricto, de una teoría sobre el funcionamiento mental, sobre “cómo piensa nuestra mente” (Johnson-Laird, 1993). El estado actual del conocimiento nos obliga a ser pacientes y asumir la incertidumbre y la duda sin que paralice nuestro deseo de saber más. Para ello es menester que le saquemos el mayor provecho a las buenas ideas e intuiciones existentes, utilizando un criterio menos riguroso, como es el de aceptar todo planteamiento o idea como bueno si funciona, sirve o es útil.

Una idea que ha resultado serlo en la comprensión de los procesos de pensamiento es identificarlos con los mecanismos implicados en toda situación de solución de problemas. Varios autores ya señalaban la importancia de esta idea (muy representativos son Bloom & Broder, 1950; Duncan, 1959 –revisa los autores de la Gestalt que asumen esta idea–; Polya, 1945). Pero es a partir del influyente libro “Human Problem Solving” de Newell & Simon (1972) cuando esta idea se convierte en un paradigma de investigación de los procesos de pensamiento. Esto sucede, entre otras razones, porque Newell y Simon nos ofrecen un metáfora clara y poderosa del pensamiento humano. En opinión de algunos autores esta metáfora es hoy día el marco de referencia fundamental en la investigación del pensamiento humano (Anderson, 1993; Baron, 1988; Greeno & Simon, 1988; Lesgold, 1988; Mayer, 1992b; VanLehn, 1989). ¿Qué razones justifican esta enorme influencia? Vamos a detenernos en algunas.

La metáfora de solución de problemas, primero, es enormemente transparente (Anderson, 1993, es muy explícito en este sentido al denominarla concepción canónica); como veremos más adelante, sus componentes son simples (el estado–inicial e intermedio–, la meta –final y las submetas–, los operadores, y el espacio problema). En segundo lugar, es flexible porque es susceptible de aplicarse a cualquier situación–problema. Y tercero, es útil porque como metáfora permite comprender la interdependencia que existe entre diferentes ideas o conceptos, entre

algunos de los mecanismos de nuestra mente ¿Qué se acepta que hace nuestra mente cuando soluciona un problema? Se supone que solucionar un problema implica tomar decisiones, generar soluciones satisfactorias (mediante mecanismos de razonamiento o procedimientos heurísticos), que normalmente requieren una considerable dosis de creatividad. Obsérvese cómo esta metáfora nos permite vincular actividades tan importantes como las de decidir, razonar (formal o informalmente –heurísticamente–) y pensar creativamente.

### III. INSTRUCCIÓN

*La mano desasistida y el entendimiento por sí solos apenas tienen fuerza. Los efectos se producen por medio de instrumentos y auxilios, de los que el entendimiento no precisa menos que la mano.*  
–Francis Bacon–

En el apartado anterior, me he detenido en aquellos rasgos del pensamiento que son especialmente importantes para los objetivos de este capítulo. La *instrucción* –un tipo de intervención educativa– es uno de ellos, y el más importante. Decíamos que pensamiento se puede entender como un mecanismo de adquisición de conocimiento, como un proceso que crea conocimiento a partir del que existe. El pensamiento también implica ciertas capacidades o habilidades que se utilizan o aplican con el fin de lograr ciertos propósitos o solucionar determinados problemas.

Pero ¿Utiliza o aplica la gente suficientemente estas habilidades? ¿Se desarrollan todo lo posible tales capacidades? Estas cuestiones son de enorme importancia social. Algunas instituciones u organismos realizan estudios dirigidos a evaluar el nivel intelectual y el uso de las capacidades intelectuales de sus ciudadanos, particularmente de la población estudiantil. Investigaciones realizadas en Estados Unidos (supongamos que estos datos son aplicables a los países europeos como el nuestro) constatan que ha descendido el porcentaje de alumnos que llega a adquirir un cierto nivel de desarrollo intelectual (citado por Baron y Sternberg, 1987 –prefacio–). Steen (1987) indicaba, en la misma dirección, que la capacidad de razonamiento matemático de los estudiantes ha disminuido en los últimos 15 años.

Estos datos pueden ser chocantes para la lectora/lector que reflexione en el siguiente sentido: Vivimos en una sociedad cada vez más sofisticada, donde los desarrollos tecnológicos están rompiendo barreras impensables hasta hace pocos años; los medios de comunicación ponen

a nuestra disposición todos los bancos de datos imaginables, y logran que sucesos o descubrimientos que ocurren a miles de kilómetros sean conocidos en pocos segundos, o que esas distancias se recorran en pocas horas ¿No es una contradicción que paralelamente a este desarrollo vertiginoso, constatemos una evolución lenta, incluso un retroceso, en nuestras capacidades intelectuales? Posiblemente. Pero enfoquemos el problema de la siguiente forma. Quizás los programas educativos no han cambiado sustancialmente en las últimas décadas y la sociedad sí. Pudiera ser que ese mismo desarrollo tecnológico fuera un arma de doble filo, ya que exige menos de los individuos, todo está más hecho, pero a la vez nos presiona hacia un continuo reciclaje, y también se nos ofrecen muchas posibilidades de ocio. La duración del tiempo no parece la misma. Hay muchas razones para esta paradoja.

En un punto parecen estar de acuerdo muchos profesionales de la educación: En las últimas décadas la enseñanza se ha esforzado en conocer cómo aprender o adquirir conocimiento, no en conocer cómo pensar o construir conocimiento. Si los cambios sociales y la evolución tecnológica parecen ir a más y la esperanza de vida sigue en aumento, debemos aceptar que no podemos imaginar lo que nos deparará el futuro, ni siquiera alcanzamos a ver la multitud de profesiones nuevas a las que se dedicarán los niños de la década de los noventa ¿Qué política educativa seguir? ¿Qué debemos enseñar? Compartimos el punto de vista que insiste en que la enseñanza se debe fundamentar en el conocimiento sobre cómo aprender y en el conocimiento sobre cómo pensar. El problema ahora y para el futuro es ¿qué hacer con tanta información, con tantos datos? La información debe ser interpretada, elaborada, asimilada y utilizada. No podemos realizar esto si no desarrollamos y empleamos al máximo nuestra capacidad de pensar, de pensar críticamente y creativamente. Pero este es un problema más hondo de lo que en un principio se pudiera imaginar. La mayor parte de los profesionales de la enseñanza pedimos a nuestros alumnos que aprendan, recuerden o reflexionen, pero no les enseñamos cómo hacerlo, cómo aprender o recordar mejor, o cómo pensar. Existe la creencia de que las capacidades son innatas, que el adulto “sabe pensar”. Vamos a citar un dato: sólo aproximadamente el 25% de los alumnos del primer curso de universidad poseen habilidades de pensamiento abstracto y lógico (McKinnon & Renner, 1971). Es posible, pues, que el desarrollo intelectual no sea el idóneo. También es probable que los cambios en el futuro y el cúmulo de

información sean considerables. El esfuerzo por mejorar los procesos de pensamiento debe ser el objetivo de la intervención instruccional.

Este esfuerzo debemos intensificarlo, pues no es nuevo. Lo podemos encontrar en los comienzos de la psicología, si nos quedamos en la historia contemporánea, pues en la Grecia presocrática encontramos esfuerzos loables en la misma dirección. En la era contemporánea, el funcionalismo americano de W. James, manifiesta una enorme sensibilidad hacia los problemas educativos. J. Dewey realiza el desarrollo sustancial de esta sensibilidad en importantes trabajos, muy actuales hoy día, como nos muestra Mayer (1992a).

En nuestro continente, un gran olvidado y pionero en el desarrollo de programas de instrucción es Binet (1909). El desarrolla uno de los primeros programas de esta naturaleza que denomina “ortopedia mental”. Otra referencia obligada es Thorndike (1924), el cual dedica más de veinte años a la investigación sobre la transferencia del adiestramiento en determinadas tareas. El conductismo contribuye especialmente a la psicología de la educación, y curiosamente de la mano de su representante más radical, Skinner, a pesar de que el tipo de intervención que defienden sea la que menos nos interese aquí (para una revisión de esta tradición, consúltese Skinner, 1968; y los artículos de Johnson & Layng, 1992, y Pennypacker, 1992, en el número monográfico sobre Skinner de la revista *American Psychologist* ).

El desarrollo más importante de la instrucción ha sido paralelo a los logros alcanzados por la psicología cognitiva (o los más recientes de la ciencia cognitiva). Esta rama de la psicología busca entender el funcionamiento de la mente humana. Se han dirigido los esfuerzos hacia los procesos de conocimiento (percepción, aprendizaje, memoria y pensamiento). La psicología de la instrucción los aplica para conseguir mejorar el funcionamiento mental. La intervención se basa en cómo utilizar el conocimiento sobre los mecanismos de pensamiento para conseguir que la gente piense mejor, para enseñar a pensar (para una revisión, consúltese la primera parte “El Desafío de Enseñar a Pensar” del excelente libro de Nickerson, Perkins & Smith, 1985/1987). El propósito de la instrucción es que las personas piensen más y mejor. Lograr mejorar los procesos de adquisición de conocimiento, en su sentido más amplio, esto es, construir o crear conocimiento. Estos procesos, sin embargo, no se entienden siempre de la misma forma.

Mayer (1992a) señala tres *visiones o metáforas sobre el aprendizaje o adquisición* que han determinado y determinan la investigación educativa y la práctica instruccional: *el aprendizaje como adquisición de respuestas, el aprendizaje como adquisición de conocimiento, y el aprendizaje como construcción del conocimiento. El aprendizaje como adquisición de respuestas* dominaba la práctica educativa hasta la década de los 50. Este consistía en la aplicación de los principios conductistas, donde el repertorio de conductas está determinado por refuerzos y castigos contingentes. El objetivo de la instrucción es incrementar el número (o la fuerza) de conductas correctas. Para alcanzar dicho objetivo la intervención educativa se centra en la manipulación del material empleado (forma de presentación, espaciamiento temporal, ordenación por complejidad...). Son, pues, los factores externos los que aumentan el repertorio de respuesta.

Con el predominio de la era cognitiva a partir de los 60, la metáfora pasa a ser el *aprendizaje como adquisición de conocimiento*. Aquí el profesor es un dispensador de información, y el objetivo de la instrucción incrementar la cantidad de conocimiento. Con posterioridad, aproximadamente a la mitad de la década de los 70, la insistencia es en el *aprendizaje como construcción del conocimiento*, un alumno autónomo con habilidades metacognitivas para dirigir, regular, y controlar sus procesos cognitivos durante el aprendizaje. El objetivo de la instrucción es, pues, ayudar al desarrollo de estrategias de aprendizaje y pensamiento en dominios específicos.

De esta descripción que Mayer (1992a) realiza, podemos observar cómo se ha ido produciendo una progresiva interiorización de los objetivos de la instrucción: incremento del repertorio de respuestas, después aumento de la cantidad de conocimiento y, más recientemente, el desarrollo del metaconocimiento. Como Mayer nos indica, hoy día podemos encontrar los tres tipos de intervención educativa. De hecho, una instrucción completa no debe eludir ninguna de estas prácticas. Además, no es fácil diferenciar adquisición de construcción del conocimiento, al menos en lo referente a los mecanismos fundamentales. Si se aceptase que la adquisición consiste en la transferencia de la información que entra en el sistema a la memoria permanente, realizada ésta por un procesador pasivo, entonces la distinción sería fácil. Sin embargo, debemos tener presente, que la adquisición de conocimiento implica la *interpretación* de la información o

estimulación (“input”) a partir del conocimiento existente, es decir, interpretar lo nuevo a partir de lo viejo (Rumelhart y Norman, 1988). Resnick (1989) es también muy claro en este sentido “el aprendizaje (o adquisición) ocurre no por recordar la información sino por interpretarla” (p. 2) –curiosamente, Mayer recoge esta cita al referirse a la construcción del conocimiento–. Dependiendo de la profundidad del procesamiento, este puede realizarse con una elaboración plena o integración de la información, lo que produciría una adquisición cualitativamente diferente, una construcción o creación de conocimiento.

Hablar de adquisición o construcción del conocimiento nos ayuda a distinguir prácticas educativas dirigidas al logro de un almacenamiento óptimo, de aquellas otras orientadas al desarrollo de estrategias de pensamiento y del metaconocimiento. Las primeras, buscan una consolidación idónea del conocimiento con el fin de acceder eficientemente a él con posterioridad; persiguen incrementar la disponibilidad del conocimiento. Esto se consigue haciendo que los mecanismos de atención (selectivos) eviten que la memoria a corto plazo (o memoria de trabajo) no se sobrecargue, de modo que funcionen eficazmente los mecanismos de integración. Esta integración se lleva a cabo entre la información elaborada y el conocimiento relevante que esté disponible. Por lo tanto, es imprescindible que el acceso al conocimiento (la recuperación del mismo) tenga lugar. Si esto sucede, es decir, si la recuperación contribuye a la integración, se logra una buena transferencia y almacenamiento de los nuevos conocimientos (se consolida la adquisición o el aprendizaje). Las técnicas nemotécnicas, de estructuración del material, de realización de esquemas..., es decir, *la instrucción en estrategias de aprendizaje* (Mayer, 1987) es el tipo de intervención al que da lugar el buscar el almacenamiento óptimo.

Las segundas, las prácticas educativas orientadas al desarrollo de estrategias de pensamiento o del metaconocimiento, tienen en cuenta, además de los procesos anteriores, los de pensamiento. No sólo se intenta que los mecanismos de selección, recuperación e integración funcionen de manera óptima, sino que se pretende que se desarrollen estrategias de planificación, de búsqueda, de analogías o de solución de problemas y de decisión. Por ejemplo, no se trata sólo de utilizar una técnica nemotécnica para lograr un almacenamiento más eficiente, sino de saber seleccionar la mejor según la información y la tarea. Las técnicas, pues, de mejora de las estrategias de selección, búsqueda, planificación, representación, solución, etc., esto es, la

instrucción en *estrategias de solución de problemas –de pensamiento–* (Mayer, 1987) es el tipo de intervención que se deriva de buscar la creación o construcción del conocimiento.

#### IV. UN ENFOQUE DE LA INSTRUCCIÓN.

Al mencionar algunos conceptos como selección, almacén, integración y otros, estamos indicando que se tiene como referente algún modelo de funcionamiento cognitivo. Mayer (1992a) propone *un modelo de construcción del conocimiento* que resulta muy útil como marco de referencia. Pasemos a describirlo con un cierto detalle, pero no sin antes aclarar que no se trata de una teoría, sino de un esquema de trabajo para la instrucción. Una revisión de las teorías que fundamentan una buena parte de los diseños de instrucción puede encontrarse en Glaser (1990; Glaser & Bassok, 1989). La figura 1 resume las características de este modelo.

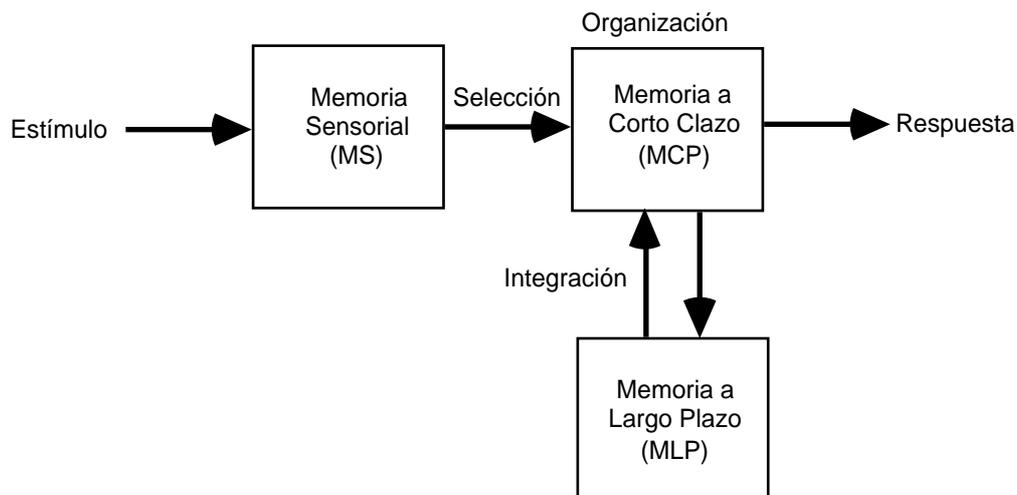


Figura. 1. Un modelo cognitivo de construcción del conocimiento. (Mayer, 1992a, p. 408).

Este modelo incorpora las estructuras o almacenes (MS, MCP, MLP) presentes en otros modelos o sistemas de procesamiento (patrones de la mayoría) como el de Newell & Simon (1972) o el de Bower (1975). Los mecanismos que incluye son los de selección, organización e integración. Según nos señala Mayer, el aprendizaje significativo (la construcción del conocimiento) tiene lugar cuando la persona selecciona la información relevante (cuando los procesos de atención son eficientes), organiza la información de manera global y coherente, y la

integra con el adecuado (que tenga relación) conocimiento existente. Estos tres procesos de aprendizaje nos indica que son semejantes a los componentes de codificación selectiva, combinación selectiva y comparación selectiva de la teoría triárquica de la inteligencia de Sternberg (1985/1990, p. 129). Estos son los componentes generales de este marco de referencia instruccional. Es necesario indicar otros más específicos y más importantes desde un punto de vista aplicado. Estos son elaborados pormenorizadamente en Mayer (1987). Aquí, Mayer compara dos enfoques de instrucción muy diferentes, que se resumen en la figura 2.

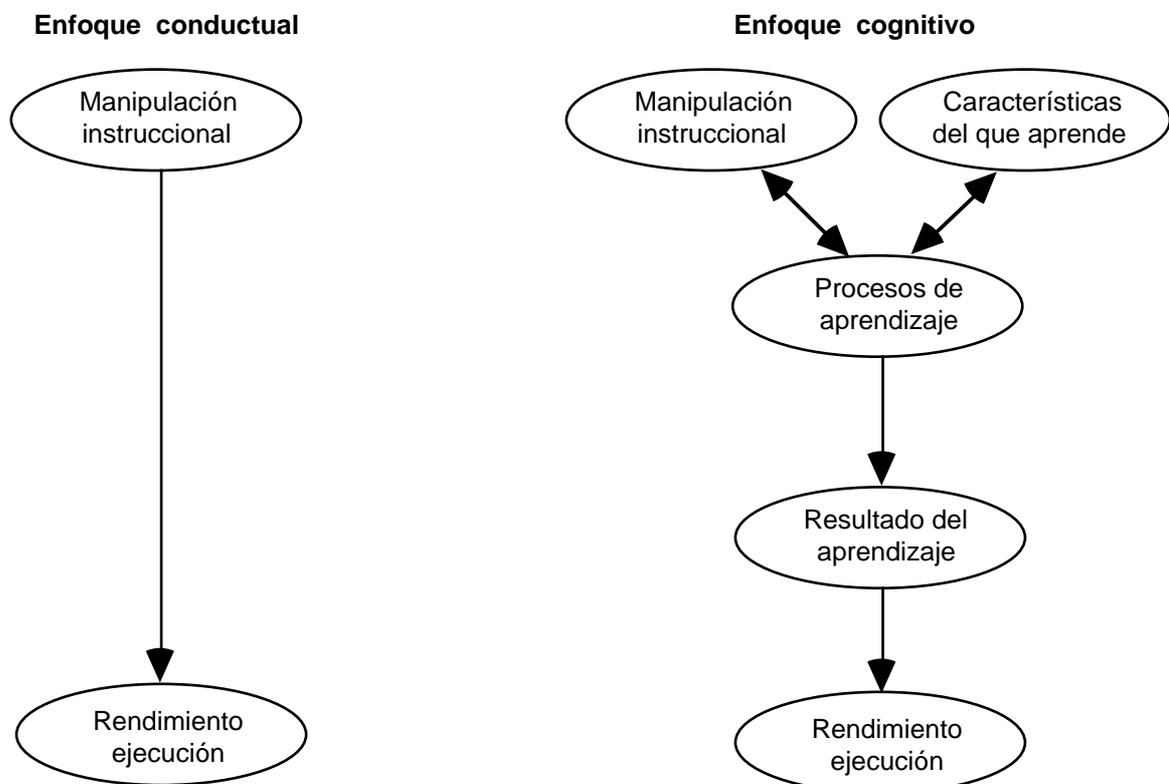


Figura 2. Dos enfoques de instrucción. (Mayer, 1987, p. 5).

El enfoque conductual contempla como elementos de la instrucción: la *manipulación instruccional* y los *resultados o rendimiento*, esto es, sólo los *factores externos* implicados en una situación de aprendizaje. El enfoque cognitivo incorpora otros factores que guían una práctica educativa más ambiciosa: las *características del que aprende*, los *procesos de aprendizaje*, y los *resultados del aprendizaje*, es decir, los *factores internos* de la instrucción. En

este enfoque, la manipulación instruccional se refiere a los elementos del contexto: los contenidos o currículum y el profesor o instructor. Las *características del que aprende* no se refieren a aspectos de la personalidad, sino a las características de la naturaleza del conocimiento que posee. Mayer distingue tres clases de conocimiento: *semántico*, *procedimental* y *de estrategias*. El conocimiento *semántico* es el conocimiento de hechos, lo que otros autores denominan conocimiento declarativo. El conocimiento *procedimental* se refiere al conocimiento de habilidades o reglas. Y el conocimiento de estrategias es el conocimiento del conocimiento, lo que otros denominan, *metaconocimiento*; tiene que ver con planificar, elegir o valorar la eficacia o adecuación de determinados procedimientos, por ejemplo. Los *procesos de aprendizaje o adquisición* son los comentados anteriormente en el modelo de procesamiento, presentado en la figura 1: selección, organización e integración. Los *resultados de aprendizaje* son los cambios producidos por los procesos de aprendizaje, la incorporación o comprensión de nueva información, o de nuevos procedimientos o estrategias. El *rendimiento o la ejecución* es la manifestación externa de la retención y recuperación del conocimiento, y de la transferencia de éste a nuevas situaciones de aprendizaje. Este enfoque, pues, no olvida la importancia del contexto o de los factores externos e incorpora de manera pormenorizada los factores internos: características del que aprende, procesos de aprendizaje y resultados del mismo. Esta visión es capaz de integrar todos los factores implicados en el aprendizaje, de modo que se puedan considerar interrelacionadamente en la práctica educativa.

Imaginemos un situación ficticia en la que estén implicados factores externos e internos de aprendizaje. Anteriormente señalaba que comprensión y conocimiento son términos intercambiables. En cierto modo, podríamos decir que la comprensión es la forma idónea de adquisición. Supongamos que una persona lee un ensayo sobre el ADN (ácido desoxirribonucleico) y no es capaz de entenderlo. Si no ha realizado una lectura detenida (atenta) o no ha identificado la información relevante (*selección* de información, eliminando lo tangencial) la *recepción* de esa nueva información no será adquirida, la persona no aprende (hay pues retención pobre y transferencia pobre). Imaginemos que sí ha leído con concentración el ensayo y que ha identificado la información importante; en este caso aprende, pero ¿comprende el ensayo?. Si la persona no posee los conocimientos básicos de biología molecular (saber qué es

un aminoácido, un fosfato, una proteína o un nucleótido) o no es capaz de recordarlos –o no puede consultarlos–, no comprenderá la naturaleza del ADN, porque el conocimiento necesario no está *disponible* (habrá buena retención pero transferencia pobre). Si, por el contrario, posee ese conocimiento contextual puede comprender, si se cumple la última condición necesaria para que se dé la comprensión, que se produzca la *activación*, que la persona sea capaz de *organizar* la información del ADN y de *integrarla* con los conocimientos básicos sobre biología molecular, de elaborar en profundidad, en definitiva, de *comprender* (tendremos aquí, buena retención y buena transferencia). Por consiguiente, la comprensión puede fracasar porque no se consolide el aprendizaje o bien porque fracasan los mecanismos de disponibilidad (o de recuperación) o de activación (organización e integración). En la figura 3 se resume este análisis.

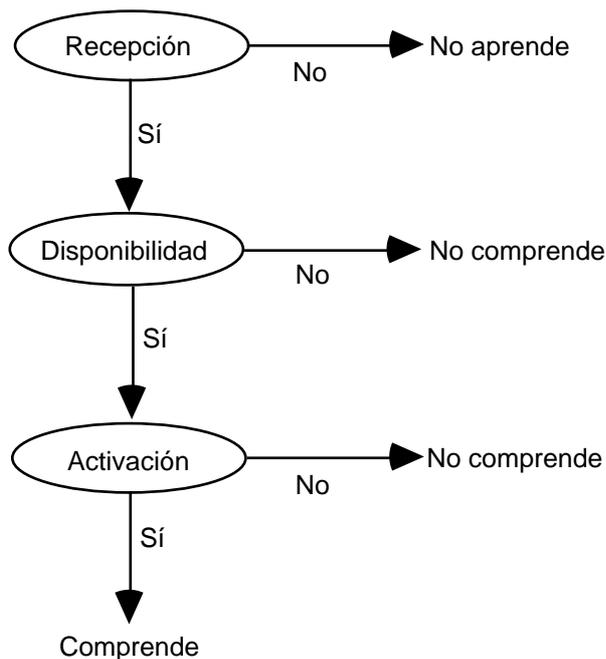


Figura 3. Algunas condiciones del aprendizaje significativo. (Mayer, 1987, p. 13).

Mayer (1987) señala que la recepción, disponibilidad y activación son condiciones fundamentales para el aprendizaje significativo. Cuando se logra la comprensión, se adquiere, construye o crea conocimiento, se consigue un aprendizaje significativo. Pensemos además en la utilidad de estas condiciones de comprensión, desde un punto de vista aplicado. Si el fracaso es

de recepción, la instrucción debe comenzar por técnicas de selección. Si el fracaso es de disponibilidad, la instrucción debe dirigirse al desarrollo de estrategias de aprendizaje, de facilitación de los mecanismos de recuperación. Si el fracaso es de activación, la instrucción debe dirigirse al desarrollo de estrategias de representación o búsqueda de analogías que faciliten la integración.

## V. FUNDAMENTOS DE LA INSTRUCCIÓN.

*Solucionar problemas puede ser considerado como la actividad más característicamente humana*  
–Polya

Las investigaciones y referencias a la solución de problemas están, tanto histórica como conceptualmente, ligadas al sistema simbólico en que los problemas se presentan y se intentan resolver. Sócrates, en el diálogo Menón, antes de preguntar, para mostrar que preguntando se resuelven problemas, averigua si el niño esclavo sabe griego. Y desde entonces y antes de entonces son innumerables los ejemplos, documentados o no, en que la dificultad semántica enmascara la buena lógica, tanto como la mala lógica vuelve el mejor discurrir irrelevante (Rimoldi, 1991, p. 349).

En las páginas anteriores, describíamos los conceptos de pensamiento e instrucción y proponíamos un enfoque de trabajo en el que se anotaban los elementos más importantes en los que se fundamenta un determinado tipo de intervención. Y todo esto lo realizamos a un nivel general, que nos proporcionara un marco de referencia amplio. Ahora debemos pasar a especificar algunos de los elementos de ese marco. Los enfoques generales, a pesar de ser necesarios, no son muy útiles a la hora de aplicarse instruccionalmente. James ya señalaba esta dificultad al indicar que la “descripción de la psicología de los elementos de la máquina mental... y su actividad” no se traducen directamente en prescripciones educativas específicas (James, 1899; citado por Mayer, 1992a). El desarrollo que vamos a realizar en este apartado es el de aquellos elementos que puedan ser directamente considerados en la intervención educativa. Estos elementos son todos los implicados en la actividad de solución de problemas. Los procesos implicados en la comprensión y solución de problemas son susceptibles de incorporarse en la mayoría de los programas de instrucción, de los que nos ocuparemos en el siguiente apartado.

Ahí veremos que dichos programas sólo incorporan una parte de estas actividades de solución de problemas, una de las razones, como veremos, de la modestia de sus logros.

## 1. NATURALEZA DE UN PROBLEMA

*“Los problemas son nuestro producto más importantes”*—Beardsley.

“Una persona se enfrenta a un *problema* cuando quiere algo y no conoce inmediatamente qué secuencia de acciones puede realizar para lograrlo. El objeto deseado puede ser tangible (una manzana para comer) o abstracto (una prueba elegante para un teorema). El objeto puede ser específico (una manzana concreta) o muy general (algo para quitar el hambre). Puede ser un objeto físico (una manzana) o un conjunto de símbolos (la prueba del teorema). Las acciones dirigidas a obtener el objeto deseado incluyen actividades físicas (andar, indagar, escribir), actividades perceptivas (mirar, escuchar) y actividades puramente mentales (evaluar la similitud de dos símbolos, recordar una situación, etc.)” —Newell & Simon, 1972, p. 72—. Estos autores conceptualizan todos los problemas como ostentando la *misma estructura*, o los mismos aspectos fundamentales: el *estado inicial* o de partida, el de llegada o *meta* y las *operaciones* necesarias para conseguir la meta deseada.

El concepto de estado señala el lugar, el punto o el momento en el que se encuentra la persona que resuelve un problema. El estado inicial señala el comienzo, lo dado en un problema. Los estados intermedios, los avances que se han producido respecto al estado de llegada o meta, que es el momento en el que se soluciona el problema. Las operaciones son acciones que transforman un estado en otro. El *espacio del problema* es otro concepto importante que se define a partir de los dos anteriores, es decir, el concepto de estado y el de operaciones. En todo estado hay un número posible de operaciones que se pueden realizar; cada una de ellas produce un nuevo estado, desde el cual se pueden realizar otras que producirán nuevos estados, y así sucesivamente. Unos problemas poseen un espacio-problema con un número finito de estados alcanzables y de operaciones realizables, mientras que en otros el número es muy grande o ilimitado. Asociado al concepto de espacio del problema, se encuentra el de *búsqueda*, es decir,

encontrar alguna secuencia de operaciones que permitan llegar a la meta. El modo que utilizemos para buscar y seleccionar las operaciones aplicables a un estado del problema determinado definen el *método de solución de problemas*, esto es, los principios utilizados para buscar y seleccionar operaciones que nos aproximen o lleven a la meta o estado final. Repárese en este punto en el hecho de que el método puede ir desde la utilización de un procedimiento de búsqueda aleatorio a la de un algoritmo que garantice alcanzar la solución con un mínimo de pasos u operaciones. Consideremos el siguiente problema de “los monstruos de las cinco manos” (utilizado por Simon & Hayes, 1976 en varios estudios, y que después volveremos a comentar), para ilustrar los conceptos de la estructura del problema enunciados anteriormente. Antes de continuar, intente resolver el problema:

1. Tres monstruos extraterrestres de cinco manos sostenían sendas esferas de cristal.
2. Como consecuencia de las peculiaridades de mecánica cuántica de su vecindad, tanto los monstruos como las esferas tenían exactamente tres tamaños: pequeño, mediano y grande.
3. El monstruo de tamaño mediano sostenía la esfera pequeña; el de tamaño pequeño, la grande; y el de tamaño grande, la mediana.
4. Como esta situación atentaba contra su sentido de la simetría, extremadamente desarrollado, se intercambiaban las esferas de uno a otro, hasta que el tamaño de cada una correspondiera al suyo.
5. La etiqueta de monstruo complicaba la solución del problema: sólo una esfera podía ser intercambiada a la vez; si un monstruo sostenía dos, sólo se podía intercambiar la mayor; y una esfera no se podía intercambiar con la de otro monstruo que tuviera una mayor.
6. ¿Con qué secuencia de intercambios resolvieron los monstruos el problema?

En este problema, el estado inicial o el punto de partida sería la posesión de una esfera por cada uno de los monstruos, donde la correspondencia de tamaño entre monstruo y esfera no existe; la meta –el estado de llegada– sería la posesión de una esfera del mismo tamaño por cada monstruo, donde haya una total correspondencia de tamaño. El espacio del problema lo formarían las operaciones posibles para lograr la meta. En la tabla 1 de más adelante podemos ver que en cada paso en el cambio de esferas entre los monstruos las operaciones son los posibles intercambios que se pueden realizar, dadas las restricciones de la situación. En cada

estado –inicial, intermedios y final– habría una secuencia posible de operaciones aplicables. La selección de la más adecuada en cada estado posibilita que el problema se resuelva eficazmente, con el menor número de pasos posibles. El método de solucionar el problema, es decir, la búsqueda y selección de operaciones, en este ejemplo es simple porque el espacio del problema es pequeño. Bastaría con *reducir la distancia o diferencia* entre el estado inicial y la meta con una *estrategia de análisis medio fin*. Con esta estrategia lo que hacemos es dividir la situación en *subproblemas o submetas* que nos vayan aproximando a la meta, es decir que vayan reduciendo la distancia entre el estado inicial y el final del problema (la solución). El “fin” inmediato (la submeta) es conseguir, por ejemplo, que el monstruo pequeño tenga la esfera pequeña (paso 1 de la tabla 1). La selección del cambio adecuado de esfera con las restricciones dadas será el “medio” de conseguir este “fin” (análisis medio-fin).

**Tabla 1. Secuencia de pasos en el problema de los monstruos de cinco manos.**

		TAMAÑO DE LOS MONSTRUOS		
PASOS		<i>Pequeño</i>	<i>Mediano</i>	<i>Grande</i>
Esferas.	<b>Inicio</b>	Grande	Pequeña	Mediana
Esferas.	<b>Paso 1</b>	Grande, Pequeña	-----	Mediana
Esferas.	<b>Paso 2</b>	Grande, Pequeña	Mediana	-----
Esferas.	<b>Meta</b>	Pequeña	Mediana	Grande

Este problema es sencillo debido al reducido espacio del problema y a la existencia de un algoritmo (una secuencia fija de pasos) que siempre nos garantiza la solución. Este problema sería un ejemplo de *problema bien definido*. Nos encontramos ante un problema bien definido cuando todos los elementos del mismo son dados o están claros (el estado inicial, la meta y las operaciones para alcanzarla) –Reitman, 1965, citado por Voss & Means, 1989– Imaginemos otro problema bien diferente, del campo del arte, se nos pide que dibujemos un cuadro bonito ¿Qué es un cuadro bonito? En este problema, la meta (cuadro bonito) está mal definida. Un cuadro será bonito para unos y no para otros. Vayamos al mundo de la política. Imaginemos que somos el Presidente de Gobierno y que nos proponemos solucionar el paro. En este problema, la meta está

bien definida, conseguir que todos los parados tengan trabajo. Lo que no está bien definido es lo dado, la información disponible (el punto de partida) es incierta, no se conoce lo suficiente sobre economía, y por consiguiente las decisiones y acciones también lo serán. Estos dos últimos problemas son *problemas mal definidos*. En ellos, algún aspecto o varios son imprecisos. Cuando esto sucede el resultado final es incierto, bien porque no se sabe si se ha alcanzado la meta (cuadro bonito) o bien porque es poco probable conseguirla (dar trabajo a tanta gente) y, por consiguiente, el problema es difícil.

Greeno & Simon (1988) establecen una taxonomía más detallada que la anterior distinción genérica entre problemas bien o mal definidos. Esta clasificación es interesante porque profundiza algo más en la naturaleza de las actividades cognitivas implicadas en la solución de problemas.

1. *Problemas bien especificados o problemas de transformación*: son “...situaciones relativamente bien estructuradas en las que la meta está especificada” (Greeno & Simon, 1988, p. 592). Como en el problema de los monstruos de cinco manos, el punto de partida, la meta y las operaciones posibles son dados de modo explícito. La tarea, pues, consiste en encontrar una secuencia de acciones limitada a los operadores dados (el cambio de esferas entre los monstruos). El conocido problema de la Torre de Hanoi<sup>1</sup> es otro ejemplo de problemas de transformación (para un análisis del mismo y de su curiosa leyenda ver Raphael, 1976/1984).

2. *Problemas de diseño o problemas de ordenación*: los elementos necesarios para alcanzar la meta son dados o son conocidos para quien resuelve el problema. La tarea del problema consiste en ordenar convenientemente los elementos dados de modo que satisfagan un determinado criterio. En un problema de anagramas (un ejemplo simple) se proporciona una serie de letras (elementos) con las que se debe construir una palabra. Otros problemas menos sencillos serían escribir un libro o un capítulo de un libro. Greeno & Simon (1988) incluyen

---

<sup>1</sup> El problema de la Torre de Hanoi consiste en pasar tres discos de diferente tamaño (pequeño, mediano y grande) de un pivote de partida a un tercero de llegada. No se puede mover más de un disco a la vez y no podemos colocar un disco de mayor tamaño encima de otro menor. El problema se resuelve en pocos movimientos. Pero el problema original consistía en utilizar 64 discos. Al buen monje no le llegaría el fin del mundo, pero casi, necesitaría, siempre que realizara los movimientos correctos y a 2 segundos por movimiento, un trillón de años para resolverlo (Raphael, 1976/1984).

dentro de esta clase muchos de los problemas de “insight” y problemas más complejos, entre ellos la mayoría de los que podríamos denominar como creativos.

3. *Problemas de inducción*: se proporciona algún material, ejemplos o elementos y se debe “intentar encontrar un principio general o estructura que sea consistente con ese material”–o información dada–” (Greeno & Simon, 1988, p. 639). Los problemas de inducción presentan un espacio del problema doble: el espacio de los datos (información proporcionada) y el espacio de las estructuras posibles, tales como reglas, principios o patrones de relaciones. El problema consiste en buscar dentro del espacio de estructuras una que satisfaga el criterio de correspondencia con la información dada. Imaginemos a un estudiante de nuestro idioma al que se le da una información como: la casa, el perro, la cepa y el cuello, y después le pedimos que coloque el artículo delante de las palabras: \_\_\_boca, \_\_\_mesa, \_\_\_pato, y \_\_\_pico. El estudiante debe descubrir el principio de concordancia o relación entre “el” y las palabras terminadas en “o”, y “la” y las terminadas en “a”. La investigación científica, la adquisición de conceptos o del lenguaje y los problemas de diagnóstico en el ámbito de la clínica son tareas de este tipo.

4. *Problemas de evaluación de argumentos deductivos*: son probablemente el tipo de problemas más familiar por razones culturales; algunas creencias identifican el pensamiento y el razonamiento con la deducción, la silogística o la lógica formal. A diferencia de los problemas de inducción, en los que es necesario descubrir un principio o regla y después aplicarlo, en las tareas de deducción se necesita aplicar un principio o estructura de argumentación supuestamente conocida: Todos los hombres son mortales, Juan es hombre, luego... Es necesario conocer un principio muy elemental como el “modus ponens” para obtener la conclusión ( $p \rightarrow q$ , y  $p$ , luego  $q$ ).

Observemos que en la clasificación anterior se recogen las formas de pensamiento fundamentales (deducción, inducción y creatividad) o las actividades cognitivas humanamente más importantes (Johnson-Laird, 1993) como ya indicábamos. Subrayemos además que entre los problemas bien especificados o de transformación y de diseño/ordenación se señala la separación entre problemas bien y mal definidos, separación que pone de manifiesto la *naturaleza continua de la actividad de pensar*. Esta continuidad pone de manifiesto demandas de solución de problemas cualitativamente distintas frente a problema donde la meta es precisa en comparación

con problemas donde no lo es. En el primer caso, puede bastar una simple combinación de los elementos de la situación-problemas (esferas y monstruos), mientras que en el segundo caso, se necesita una actividad intelectual elaborada y creativa (escribir un libro). El pensamiento creativo es una actividad dirigida a la solución de problemas mal definidos, es decir, toda actividad encaminada a resolver situaciones en las que alguna parte o aspectos no están claros, son ambiguos o borrosos. Entendida así la actividad creativa, podemos considerarla una parte muy importante de ese continuo del pensamiento o solución de problemas (Voss & Means, 1989). Anteriormente, señalábamos que la actividad de solución de problemas depende muchas veces de elecciones o decisiones acertadas, de buscar (o inventar) vías de solución que normalmente son fruto de una considerable creatividad. Más adelante volveremos sobre esta idea.

La estructura y tipos de problemas nos ayudan a comprender lo que más nos importa aquí: el proceso de solución de problemas y la forma de conseguir que sea más eficiente. Para lograr este objetivo debemos detenernos ahora brevemente en las *fases o etapas en la solución de un problema*, con el propósito, no de realizar ejercicios clasificatorios, sino de utilizar estas ideas como esquema en la descripción de la actividad de solución de problemas.

Desde el trabajo de introspección sobre personas creativas, realizado por Wallas (1926, citado por Medin & Ross, 1992) se acostumbra a utilizar las fases propuestas por él en solución de problemas, con alguna modificación: *la fase de preparación, la fase de producción, y la fase de verificación*. En la fase de *preparación*, el que resuelve un problema se familiariza con él e intentan comprender su naturaleza. Esta fase es esencial porque la solución de un problema no es posible sin su comprensión. En la fase de *producción* se intenta lograr o descubrir vías de solución satisfactorias. Con problemas mal definidos (problemas de diseño u ordenación, según Greeno y Simon), la persona puede entrar en una fase de aparente improductividad, durante la cual se está dedicando a otras actividades, por ejemplo descansar, pero su mente sigue con el problema. Esta fase recibe el nombre de *incubación*. Con posterioridad a la incubación, en esta clase de problemas, las posibles soluciones parecen conseguirse de manera súbita, de un modo espontáneo. Aquí, la fase de producción recibe el nombre de *iluminación o insight*. En la fase de *verificación* se evalúan las diferentes vías de solución alcanzadas en la fase de producción.

El proceso de solución de problemas en sí (sus diferentes fases o etapas) puede ser considerado como *una actividad de planificación de la solución*. En general, la planificación de la resolución de un problema incluye la identificación y comprensión del problema, la exploración de posibles soluciones, la selección y aplicación de las más idóneas y la valoración de los resultados o logros. Bransford & Stein (1984/1986) proponen estos cinco componentes como un método de gran ayuda al adquirir más conciencia sobre el propio proceso de solución de problemas. Una mayor conciencia de lo que conocemos y de lo que ignoramos (un mayor metaconocimiento) contribuye sustancialmente a la eficacia en la actividad de solución de problemas. La planificación de esta actividad es, pues, enormemente útil. Bransford & Stein (1984/1986) nos ofrecen un método de planificación para la solución de problemas que denominan el método IDEAL, no, como nos señalan, porque sea “perfecto”, sino porque nos ayuda a identificar y reconocer las distintas partes o elementos que se deben de considerar a la hora de resolver un problema. Estos elementos son: **I**dentificación del problema, **D**efinición y representación del problema, **E**xploración de posibles estrategias, **A**ctuación guiada por las estrategias, y **L**ogros o evaluación de los resultados de nuestra actuación.

Bransford y Stein llaman la atención, y con razón, sobre la omisión de fase de identificación de problemas en la mayoría de los programas y cursos sobre solución de problemas. El reconocimiento, detección o identificación de un problema puede ser tan decisivo en una empresa que permita pasar de la obtención de cuantiosas pérdidas al logro de sustanciosos beneficios. “En su libro *Getting Things Done*, Bliss analiza las experiencias de Marks & Spencer, una próspera cadena de tiendas minoritarias del Reino Unido. Los miembros de esa organización descubrieron un problema que estaba exigiendo un papeleo excesivo. Por ejemplo, para el control de inventario, la compañía utilizaba un sistema consistente en ir cubriendo fichas relativas a las mercancías vendidas; cada año se cubrían más de un millón de tales fichas. Análogamente, cada empleado tenía que cubrir diariamente una ficha que hacía constar el número de horas que había trabajado; ello suponía, nuevamente, otro millón de fichas anuales. Al año de ser descubierto el problema del excesivo papeleo, se habrían suprimido 26 millones de fichas y hojas de papel, unas 120 toneladas” (Bransford y Stein, 1984/1986, p. 14).

El día en que alguien “identifique los puntos innecesarios” de la maquinaria burocrática del estado, deberíamos hacer algo más que erigirle un monumento.

No es necesario recurrir a más ejemplos para convencerse de la importancia que tiene la identificación o reconocimiento de un problema. Sin embargo, paradójicamente, no ha recibido una atención especial, como los mismos Bransford y Stein nos apuntaban. Una explicación se encuentra en el hecho de que este paso en la planificación de la solución de un problema es el más creativo, el que requiere una mayor imaginación e inventiva. Todos sabemos que son menos frecuentes las buenas preguntas que las buenas respuestas. Al fin y al cabo, identificar un problema no es otra cosa que descubrirlo o inventarlo. Como sucede con el pensamiento creativo en general es muy difícil conseguir algo más que una conciencia cada vez mayor de su importancia. Las iniciativas de estimulación y mejora del mismo han fracasado en muchas más ocasiones que otras iniciativas más modestas. A pesar de esto, muchos programas para la mejora del pensamiento insisten en que su objetivo fundamental es estimular el pensamiento creativo.

De los diferentes momentos que se pueden considerar en la compleja actividad de solución de problemas, hay dos en los que quizás recaiga el peso mayor de todo el proceso, los momentos en los que nos centramos en la *comprensión* del problema y los que dedicamos a *buscar* vías de solución o de estrategias de enfrentamiento al problema. En realidad, en la comprensión del problema es donde tiene lugar toda la actividad que la sigue, hasta alcanzar la solución del mismo. Dado lo representativo de estos dos momentos o fases, pasemos ahora a considerar los factores que ayudan en la comprensión y solución de problemas. Los primeros tienen que ver fundamentalmente con la *representación del problema*, y los segundos con las *estrategias de solución*.

## **2. COMPRENSIÓN DE UN PROBLEMA.**

Señalábamos al comienzo de este trabajo que conocimiento y comprensión son términos intercambiables. Sobre la comprensión, pues, podemos decir que tiene lugar cuando nos representamos la realidad. La construcción de la realidad, la interpretación de la misma a partir de nuestro conocimiento es lo que hace posible que se dé la comprensión. El conocimiento, o la comprensión, se logra cuando somos capaces de interpretar la realidad. Pero esto se realiza a

partir de algo, a partir del conocimiento existente. Nos representamos la realidad a partir de otras representaciones disponibles en nuestra memoria. Conocemos la realidad o adquirimos nuevos conocimientos a partir de los ya existentes. Y esto tiene lugar cuando interpretamos la realidad, dando lugar a una representación de la misma. “Parece claro que el aspecto principal de la comprensión es la interpretación de lo que ha de comprenderse en función de lo que ya se conoce” (Sanford, 1987, p. 26-27). “Comprensión consiste en la construcción de modelos que puedan relacionarse con el mundo” (Johnson-Laird, 1993, p. 55). Cuando la información que entra en el sistema se interpreta a partir de otra que existe dentro de él, da como resultado una representación o modelo de esa información que se incorpora a las que ya existen en nuestra mente.

¿Qué condiciones son necesarias para que se dé una buena comprensión? ¿Qué hace que elaboremos o construyamos una buena representación de la realidad? En nuestro caso, ¿qué quiere decir comprender un problema? Quiere decir, como señalábamos antes al hablar del fracaso en la comprensión, que: a) tiene que darse una buena recepción (atención) de la información dada en el problema, b) tiene que disponerse (recuperación) de un conocimiento relacionado con el problema, y c) tiene que darse una buena relación (integración) de éste con lo dado. Cuando estas tres condiciones se dan, logramos una buena representación (comprensión) del problema ¿Qué significa buena? Que posee al menos tres propiedades: *coherencia*, *correspondencia* y *conexión* (Greeno, 1977). Una representación *coherente* es aquella en la que todas sus partes tienen sentido. La *correspondencia* se establece entre la representación y lo representado. Aquella puede ser incompleta o inadecuada, porque algunas partes pueden estar omitidas o confundidas. Una representación debe poseer alguna *conexión* con parte del conocimiento del que comprende. Ilustremos con algunos problemas estos análisis.

### A. Atención y memoria

Intente la lectora/lector resolver el problema siguiente:

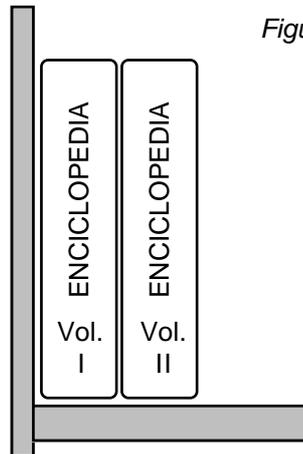


Figura 4. El problema del espía.

Un espía desea ocultar un rollo de película secreta, que él ha conseguido reducir hasta 3 mm de diámetro y 55 mm de largo. Al mirar hacia su librería, se fija en los dos tomos de una enciclopedia, como los de la figura 4, de arriba. Con auxilio de una broca de 3 mm de diámetro, el espía comienza a taladrar un orificio que va en línea recta desde la página 1 del volumen I hasta la última del volumen II. Supongamos que, en cada volumen, las cubiertas tengan conjuntamente 5 mm de espesor, y que cada libro, sin cubierta, tenga 25 mm de grosor ¿Tendrá el orificio longitud suficiente para alojar el rollo de película en él? ¿Qué longitud tiene el agujero? (Tomado de Bransford & Stein, 1984/1986).

La mayor parte de la gente tiene dificultades para resolver este problema porque fracasa en la identificación de la información relevante. Normalmente, se imaginan realizando el agujero de izquierda a derecha y comenzando por el volumen I. Uno *no se da cuenta* de que la primera página del volumen I se encuentra justo al otro lado, a la derecha según miramos el volumen, y la última página del volumen II, al lado de esta, a la izquierda del volumen II. Por lo general, nos olvidamos de que, cuando abrimos un libro en nuestra mano, la primera página queda a la izquierda y que según lo miramos en la estantería, se encuentra a la derecha. Este fracaso en la identificación de la información relevante de un problema, es un fracaso de los *mecanismos de*

*atención*, a los que nos hemos referido anteriormente. Una de las operaciones fundamentales de la atención es la *selección* de la información importante y el rechazo de la que no lo es.

Volvamos al problema de los monstruos de cinco manos, presentado anteriormente. En este problema, Simon & Hayes (1976) les pedía a los sujetos que anotaran las veces que leían cada uno de los 6 párrafos. Encontraban que los sujetos tenían que releer muchas veces el párrafo 3 y el 5, tres y cuatro veces más que el resto de los párrafos. Como los autores mismos nos indicaban, los sujetos lógicamente dedican más tiempo a la información que consideran *relevante* y a la información que no consiguen *memorizar*. En este problema, los párrafos 3 y 5 son los que contienen la información importante para su solución y además son los más difíciles de recordar, porque contienen más datos de los que puede almacenar la memoria a corto plazo. Por esto, los sujetos leen una y otra vez esos párrafos. Deben recordar las restricciones del problema y lo dado, es decir, qué esferas y de qué tamaño posee cada uno de los monstruos. En este ejemplo, al dedicar más tiempo conseguimos que la selección identifique la información relevante y ayude a su almacenamiento. Pero en el ejemplo del espía la atención no logra identificar la información relevante a pesar del esfuerzo que se realiza. Hay muchos factores, desgraciadamente, que juegan en nuestra contra. Vamos a comentar algunos.

Intente resolver el siguiente acertijo leyéndolo solamente una vez:

Imagínese que es usted revisor de trenes. En uno de los recorridos, el tren lleva un total de 12 vagones, la capacidad de cada vagón es de 47 pasajeros. En el origen, los pasajeros del tren son 356. En la primera parada suben 12 pasajeros y se bajan 3. En la siguiente, se bajan 64 y suben 86. En las dos siguientes, en una bajan 16 y suben 23 y en la otra no se baja nadie y suben 2 personas ¿Cuál es el nombre del revisor?

En este caso, el fracaso de la atención es debido a las *expectativas que genera el problema*. Se espera que nos pregunten por el número de pasajeros, no por el nombre del conductor. Nuestro conocimiento nos induce en una determinada dirección. En este caso, el conocimiento es un obstáculo para la selección de la información, debido a que nos induce a realizar una inferencias o suposiciones equivocadas.

La atención, además, puede fracasar como todos sabemos por falta de motivación o desinterés. Pero también por miedos o temores, debido a ciertos prejuicios o falta de confianza.

Bransford y Stein (1984/1986) pedían a estudiantes universitarios que solucionaran problemas verbales de álgebra, como el siguiente:

Dos estaciones de ferrocarril distan 100 km. A la una del mediodía del domingo arranca de cada una de las estaciones un tren, cada uno de los cuales se dirige hacia la otra. En el instante en que los trenes arrancan, un halcón echa a volar en el sentido de la marcha del primer tren, hasta la máquina del segundo tren. Cuando el halcón alcanza el segundo tren da media vuelta y vuela en dirección al primero. El halcón prosigue de igual modo hasta que los trenes se cruzan. Supongamos que ambos trenes viajen a la velocidad de 50 km/h., y que el halcón vuele a velocidad constante de 200 km/h. Cuando los trenes se crucen ¿cuántos km. habrá recorrido el halcón?

Se les pedía que anotaran sus pensamientos y sentimientos nada más ver el problema que debían responder. Los comentarios eran del tipo “¡Vaya un problema de matemáticas!”, “¡Voy a parecer idiota! ...”. Alguna gente padece lo que podríamos denominar cariñosamente como “alergia a los números”. Siempre que se enfrentan a problemas de esta naturaleza, experimentan un bloqueo intelectual injustificado en bastantes ocasiones. Esta ansiedad e incomodidad producida por esta clase de situación impide que la atención sea eficiente, entre otras cosas, porque *se divide* entre la tarea de matemáticas y la necesidad de manejar y controlar la ansiedad. Este reparto de la atención o de las capacidades termina produciendo un rendimiento intelectual muy pobre.

Leamos el siguiente párrafo tomado de un texto de estadística:

“Por definición llamaremos función generatriz de momentos de la variable aleatoria  $X$  (o, mejor, de la función de probabilidad o de la función de densidad de probabilidad de la variable aleatoria  $X$ ) a  $E(e^{tX})$ . El nombre se debe a que sus derivadas primera, segunda, tercera... respecto a  $t$  (para  $t = 0$ ) son iguales a los momentos respecto al origen de primero, segundo, tercer ... orden respectivamente”.

Para muchas personas, la imposibilidad de comprender este texto descansa en lo que normalmente entendemos por carecer de base. Según la descripción que hicimos con anterioridad de la comprensión, éste sería un caso de fracaso de los *mecanismos de disponibilidad*. Recordemos que esto sucede cuando la persona es incapaz de recuperar desde su memoria a largo plazo los conocimientos necesarios (relevantes) para interpretar adecuadamente la información que está siendo analizada. El fracaso en los *mecanismos de recuperación* imposibilita la comprensión, al no disponer de un conocimiento de contexto que permita la

interpretación de la información que se pretende comprender. Bajo esta situación, no se logra una representación de dicha información, esto es, no se comprende. En la definición de la “función generatriz” de antes, en realidad no hay una dificultad de recuperación porque no hay nada que recuperar, no existe un conocimiento sobre ciertos conceptos de estadística que permitan la comprensión de dicha función. Pero la situación en esencia es idéntica, no se dispone de los conocimientos mínimos (no hay una base) para comprender ese concepto, porque no se “saben” o porque uno no se “acuerda”.

Una situación difícil de ilustrar es aquella en la que fracasa la comprensión por el fracaso de los *mecanismos de activación o integración*. Como también indicábamos con anterioridad, aún disponiendo de un conocimiento de contexto, es posible que no se logre la comprensión al no establecerse las relaciones necesarias en toda integración de información. En este caso, es posible que no se hayan desarrollado las habilidades o estrategias requeridas, por ejemplo, descubrir o inducir un determinado principio o una cierta relación dentro de la información que se está comprendiendo.

### ***B. La importancia de una buena representación***

La identificación de la información esencial en un problema es uno de los condicionantes fundamentales de la comprensión. Los mecanismos de atención son los máximos responsables de tal identificación. Pero estos necesitan de la participación de otros para lograr la comprensión de cualquier problema. Los mecanismos de recuperación o de integración contribuyen de un modo esencial a que la comprensión se dé. La pregunta que nos podemos hacer en este punto es ¿Cómo mejorar la comprensión? ¿Qué hacer para conseguir identificar la información esencial de un problema? Una manera sencilla y muchas veces olvidada es representar lo dado en un problema de un modo formal, simbólico o gráfico. Utilizar un papel y un lápiz para *representar un problema* siempre proporciona claridad porque libera a la memoria al no tener que retener la información sólo mentalmente. No vamos a ocuparnos ahora de intentar convencer a nadie de lo que es obvio, que representar un problema de algún modo es útil porque proporciona claridad. Por el contrario, vamos a tratar a continuación de las *diferentes formas de representación* y de la manera de *elegir la más adecuada*.

Para empezar, volvamos al problema de los monstruos de cinco manos y a los datos de Simon & Hayes (1976). Estos autores encontraban que más de la mitad de las personas que resolvían el problema utilizaban espontáneamente *matrices* para representar el problema. Una matriz o tabla de doble o múltiple entrada recoge con toda claridad el tamaño de los monstruos y la esfera que posee cada uno. Además, permite “mover” las esferas de un modo muy eficiente, de manera que rápidamente se descubre la secuencia de movimientos mínimos hasta lograr la solución. Una matriz como la de la tabla 1, comentada con anterioridad, proporciona dicha facilitación de la solución.

Utilicemos ahora un problema algo más difícil: el “problema del monje budista” (De Karl Duncker, citado por Glass & Holyoak, 1986). Intente resolver el problema, antes de continuar:

Una mañana, exactamente al amanecer, un monje budista emprendió la ascensión de una elevada montaña. El camino, un sendero de no más de medio metro de ancho, daba vueltas y revueltas en torno a la montaña, hasta un templo resplandeciente que había en la cima. El monje fue subiendo con velocidad variable, deteniéndose muchas veces a descansar y a comer frutos secos que llevaba consigo. Alcanzó el templo poco antes de la puesta del sol. Tras varios días de ayuno y meditación, emprendió el viaje de regreso por el mismo sendero, partiendo al amanecer, caminando nuevamente con velocidad variable y haciendo muchas pausas a lo largo del camino. Su velocidad media en el descenso fue, como era de esperar, mayor que la velocidad media en el ascenso.

Demuéstrese que hay un punto del camino por el que el monje pasa exactamente a la misma hora del día en ambos recorridos.

Las personas que intentan resolver el problema verbalmente o algebraicamente no lo consiguen, como señalan Glass & Holyoak (1986). Koestler (1964), un estudioso de la creatividad, disfrutaba atormentando a sus amigos con el problema del monje budista. Una de las amigas utilizó un modo de representarse el problema que su anfitrión nos relata:

Intentaba resolver el problema de una y otra forma, hasta sacarme de quicio, pero de repente la imagen del monje con su hábito azafranado subiendo a la cima se imponía en mi mente. Entonces, en ese momento, sorprendida por la imagen, veo otro monje, más transparente, descendiendo de la cima, y de súbito caigo que las dos figuras deben encontrarse en algún punto, independientemente de la velocidad a la que ellas anden y de los altos que realicen en el camino. Por lo que ya conocía la respuesta: si el monje

desciende dos o tres días después, baja por el mismo sitio de modo que, si el descenso lo hiciera el mismo día otro monje, se vería claramente el lugar del cruce (p. 184).

Koestler comentaba que la imagen visual tiene la ventaja de carecer de límites, de todo tipo de barreras, de poder ser *irracional*. Pero a la vez posee la gran virtud de ser concreta y tangible. En la figura 5 se ofrece una representación gráfica del problema, en la que inequívocamente se ve que siempre hay un punto por el que pasará a la misma hora, con independencia de la velocidad de ascenso o descenso del monje. Si trazáramos otras dos líneas que representen otros dos recorridos distintos, apreciaríamos de nuevo que hay un punto por el que el monje pasará a la misma hora. La *imagen visual o representación gráfica* es enormemente adecuada para determinado tipo de problemas. La peculiaridad que posee la imagen o representación visual de poder escaparse a toda restricción y, al mismo tiempo, ser inmediata y directa, la hace ser enormemente útil para problemas mal definidos o problemas de “insight”.

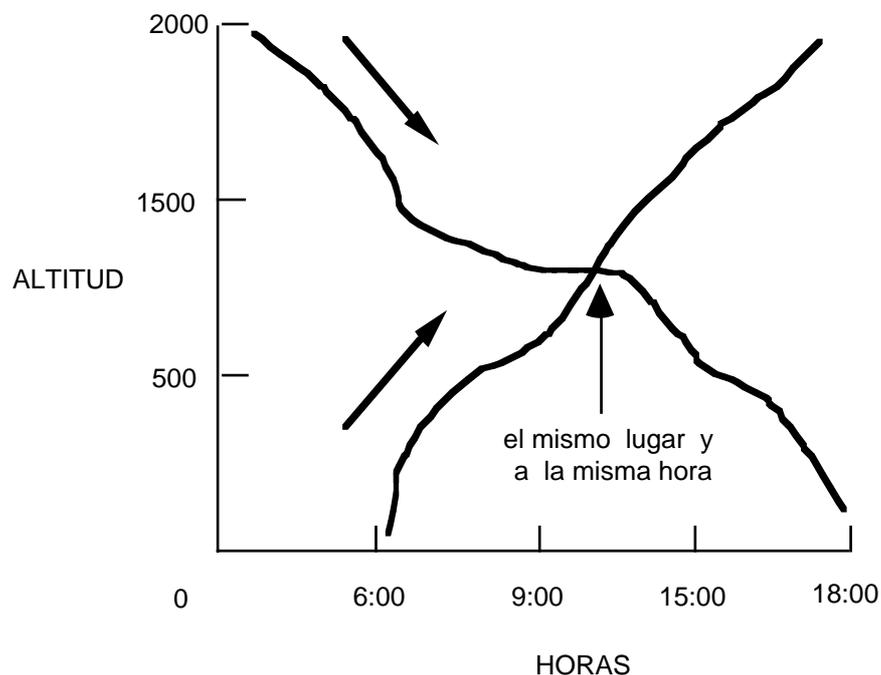


Figura 5. Solución gráfica al problema del monje budista. (Adaptado de Glass y Holyoak, 1986).

Intente resolver la lectora/lector el problema de las monedas (basado en Keren, 1984), un problema que puede representarse de varias formas.

Se distribuyen tres monedas entre dos niños según el siguiente procedimiento: Se baraja bien un mazo de 52 cartas, 26 rojas y 26 negras, y se descubre una al azar. Si la carta es negra, Claudio obtiene una moneda; si sale roja, es Puri quien la logra. Se introduce la carta nuevamente en el mazo y se vuelve a barajar; la segunda moneda se asigna según la misma regla (negra para Claudio, roja para Puri). De nuevo, se introduce la carta en el mazo y se baraja, y la tercera moneda también se asigna mediante la misma regla. Especifíquense todas las posibilidades de la forma en la que las tres monedas pueden distribuirse entre los dos niños. Y a continuación, diga cuál de las siguientes es más probable que ocurra:

- a. Un niño logrará 3 y el otro ninguna.
- b. Un niño logrará 2 y el otro 1.
- c. Las dos posibilidades (a, b) son igualmente probables.

Una forma de resolverlo, por ejemplo, es enumerar los cuatro resultados posibles: Claudio 3, Puri 0; Claudio 0, Puri 3; Claudio 2, Puri 1; Claudio 1, Puri 2. Sin embargo, una *lista* es engañosa porque induce a creer que todas las posibilidades son igualmente probables. Una forma mejor de representar el problema es mediante un *diagrama de árbol jerárquico*, en el que se usa una estructura semejante a la de un árbol para especificar cada uno de los resultados posibles. Veamos el diagrama de la figura 6.

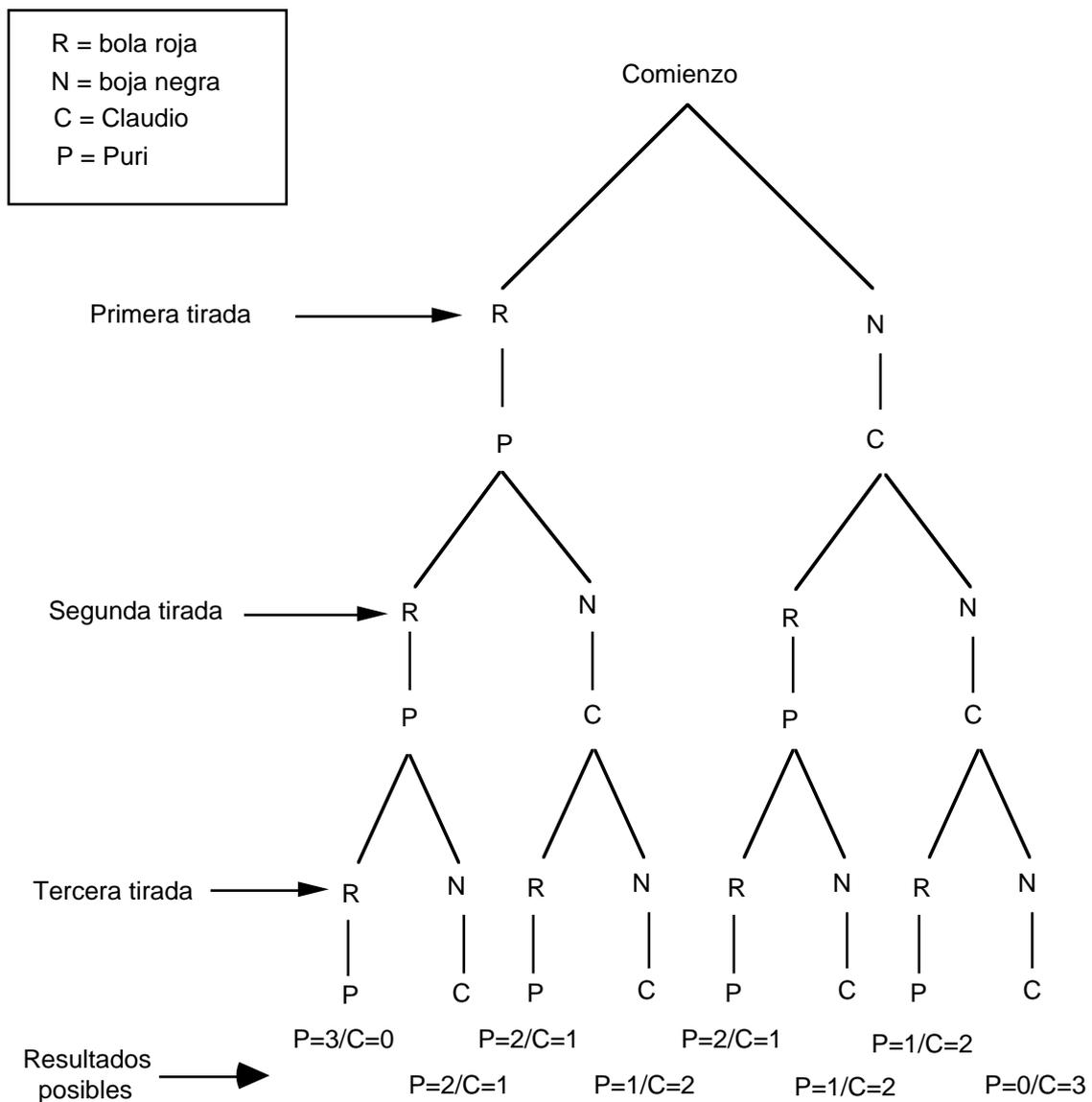


Figura 6. Diagrama de árbol jerárquico para el problema de las monedas.

Podemos observar que de los 8 resultados posibles, 2 son de 3-0 y 6 de 2-1. Por los tanto, el resultado **a** (uno niño 3 y el otro 0) del problema tiene una probabilidad del 0.25 ( $2/8 = 0.25$ ), y el **b** (uno niño 2 y el otro 1), una probabilidad del 0.75 ( $6/8 = 0.75$ ). Keren (1984) encontraba, y esto es al menos ilustrativo, que de los estudiantes que realizaban en problema correctamente, el 40% utilizaba listas para representarlo y el 80% diagramas de árbol jerárquico. No debemos

concluir erróneamente que el tipo de representación produce la solución, pero sí pensar que puede facilitar la búsqueda de vías de solución.

La naturaleza del problema, por consiguiente, impone qué tipo de representación es la más idónea. Así, problemas de matemáticas y geometría se resolverán mejor utilizando ecuaciones, aunque no siempre, como algunos psicólogos de la Gestalt nos han mostrado (Wertheimer, 1945/1991).

Mayer (1987), paradójicamente, encontraba que algunos problemas de matemáticas formulados mediante ecuaciones no se resolvían mejor que si se los presentaba verbalmente. La gente tiende a utilizar diferentes estrategias según se les formule el problema (verbalmente o mediante ecuaciones). Tomemos un ejemplo del autor (Mayer, 1987, p. 363-364):

Hallar un número tal que si 8 más ese número multiplicado por 3 se divide entre 2, el resultado es igual a ese número multiplicado por 3 menos 11.

Una forma de resolver este problema sería efectuar cualquier operación posible lo más rápido que podamos, como “dividir por dos”, dando:

Hallar un número tal que sea 4 más  $\frac{3}{2}$  del número, es igual a ese número multiplicado por 3 menos 11.

Mayer denomina esta operación de “¡haz lo que puedas ya!” estrategia de “reducir”. Esta estrategia era utilizada por el 81% de los sujetos que resolvían problemas de matemáticas presentados verbalmente. Como él mismo indica, es posible que el formato verbal sea tan farragoso que les obligue a reducir la información todo lo que se pueda.

Consideremos el mismo problema expresado mediante una ecuación:

$$(8 + 3X)/2 = 3X - 11.$$

Una forma de resolver este problema es “mover las Xs al lado izquierdo de la ecuación y todos los números al derecho”. Esta forma de reorganizar los elementos de la ecuación, Mayer la denomina estrategia de “aislar”, y encontraba que la utilizaban el 95% de los sujetos a los que se les presentaba el problema mediante una ecuación.

El resultado principal de Mayer es, pues, que la gente prefiere recurrir a la estrategia de “aislar” para problemas de ecuaciones y emplear la estrategia de “reducir” para los problemas verbales. Estos datos ilustran cómo un mismo problema, presentado de forma distinta, puede desencadenar estrategias de enfrentamiento diferentes.

Debemos por lo tanto considerar cada situación o problema individualmente con el fin de elegir de la representación más adecuada. Esta elección se complica todavía más si consideramos la línea de trabajos que proporcionan apoyo, no a un tipo de representación, sino a la combinación de varias. Mayer & Anderson (1991, 1992) han obtenido datos en favor de una mejor comprensión inducida por la utilización de representaciones verbales y visuales conjuntamente. Utilizaban descripciones verbales y visuales sobre el funcionamiento de las bombas de bicicleta y sobre un sistema de frenos de los coches. Las condiciones que utilizaban eran: presentación verbal sola, visual sola, verbal y visual, y control (sin ningún tipo de descripción complementaria como visual o verbal). El dato que nos interesa aquí es que las pruebas de retención no eran influidas por la utilización conjunta de esas representaciones. Por el contrario, las tareas de solución de problemas mejoraban considerablemente con dicha utilización (Mayer & Anderson, 1992).

Según la naturaleza del problema, unas representaciones pueden ser más adecuadas que otras (matrices en el problema de los monstruos), o pueden ser incompatibles (ecuaciones en el problema del monje budista). Pero también pueden ser complementarias, como en los estudios con descripciones verbales y visuales al mismo tiempo. Necesitamos, por consiguiente, explorar las posibles formas de representación y decidir cuál va a facilitar la identificación, en el espacio del problema, de las vías de solución más adecuadas. La ayuda que proporciona una buena representación del problema para su solución es bien patente; en algunos casos, como en el problema del monje budista, la representación produce de manera inmediata la solución. No obstante, esto no es lo más frecuente. Una vez que hemos conseguido representar un problema adecuadamente, es cuando podemos buscar soluciones posibles en el espacio del problema, seleccionar las mejor, y probarlas. Pasemos ahora a considerar de qué forma *buscamos* solucionar un problema, qué *estrategias* utilizamos.

### 3. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

*La lógica de la ciencia es también la de los negocios y la de la vida* –John Stuart Mill.

Al describir la naturaleza del problema, decíamos que las *operaciones* (u operadores) son acciones que transforman un estado en otro, y que el *espacio* del problema es el conjunto de operaciones que se pueden aplicar en un *estado* determinado. La dificultad, por lo tanto, al solucionar un problema estriba en *buscar* una secuencia de operaciones que nos permitan llegar a la meta desde el estado inicial; *seleccionar* una serie de operaciones que *reduzcan la diferencia* entre estado inicial y meta. Las *estrategias o principios* seguidos para seleccionar las acciones más eficaces para lograr la meta, el método de solución de problemas, pueden ir desde una estrategia de *búsqueda aleatoria* o ciega, pasando por la aplicación de *heurísticos* o “atajos”, hasta la utilización de *algoritmos* que garanticen la solución con un número mínimo de pasos.

La *estrategia de búsqueda aleatoria* consiste en indagar de manera no sistemática, desordenada, pudiendo repetir respuestas; es como dar “palos de ciego”. Es la estrategia menos eficaz de todas. Siendo precisos diríamos que es la ausencia de estrategia, la “no estrategia”.

La *estrategia de búsqueda sistemática o búsqueda por ensayo y error* es la estrategia más elemental, la primera estrategia propiamente dicha. Se trata de una búsqueda ordenada donde se anotan o registran los intentos o pruebas para no volver a repetirlos. Se lleva a cabo una búsqueda planificada, no aleatoria, y se van observando los resultado obtenidos de cada vía de solución elegida y aplicada; según sean tales resultados, se van intentando nuevas soluciones o profundizando en la que haya funcionado. Esta estrategia es eficaz para problemas bien definidos y con un espacio del problema reducido. También es enormemente útil cuando no podemos utilizar otra estrategia, o no “sabemos”.

Imaginemos un problema sencillo como intentar formar una palabra con la siguiente serie de letras:

E T P R O C U N A E P

Una estrategia por ensayo y error consistiría en ir probando combinaciones que no se repitan hasta descubrir una que tuviera significado, que fuera una palabra. Con este método terminaremos dando con la solución, pero a coste de emplear mucho tiempo.

La búsqueda sistemática es la estrategia más elemental, como decíamos, pero también es el algoritmo más simple. Un *algoritmo* es todo método que siempre proporciona la solución a un problema en más o menos tiempo (Solso, 1991). Un algoritmo siempre garantiza la solución de un problema con un número finito de pasos u operaciones. El matiz está en que para cierto tipo de problemas podemos haber envejecido o muerto antes de alcanzar la solución ¿Qué otros métodos de solución distintos de los algoritmos podemos emplear? Si estos son lentos y, por lo tanto, muchas veces costosos ¿dispone nuestra mente de otros recursos? Evidentemente, sí. Una de las ventajas de los algoritmos es que siempre nos garantizan la solución, pero *sin reducir* el espacio del problema; en el ejemplo de la serie de letras, lo que hacemos es recorrer el espacio del problema hasta dar con la solución; recorrerlo, no reducirlo.

Otros métodos, por el contrario, lo que hacen es *reducir* el espacio del problema. Son métodos más complejos que los algoritmos, que tienen la ventaja de consumir poco tiempo y ser enormemente eficaces. Su debilidad se encuentra en el hecho de que no garantizan la solución del problema. Estos métodos recibían el calificativo de “métodos débiles”<sup>2</sup> (Newell, 1980), y normalmente se conocen como heurísticos. Los *heurísticos* son “atajos”, son búsquedas selectivas sobre partes del espacio del problema que se considera más probable para producir la solución. Son métodos basados en la experiencia y en la práctica, en reglas empíricas (Solso, 1991). En el ejemplo de la serie de letras, procederíamos heurísticamente, imaginando palabras que contuvieran el mayor número de letras de la serie, hasta dar con una que las contuviera todas. Utilizamos nuestra experiencia o conocimiento para no recorrer todo el espacio del problema, sino aquella parte donde creemos que se encuentra la solución, en el ejemplo, aquellas combinaciones más factible; en nuestro idioma, aquellas combinaciones que alternen una vocal con una consonante, porque no existen sílabas de más de dos consonantes seguidas.

---

<sup>2</sup> Newell habla de métodos de solución de problemas *débiles* como opuestos a *fuertes*. Estos son métodos específicos de un dominio, mientras que los métodos débiles, no. Estos son estrategias o heurísticos generales de solución de problemas como los que describiremos en este apartado.

Los algoritmos, decíamos, consumen mucho tiempo, pero con ellos siempre alcanzamos la solución. Los heurísticos, por el contrario, consumen poco tiempo, pero no nos garantizan la solución. Los esfuerzos en investigación claramente se han dirigido hacia los heurísticos. Algunas razones pueden justificar este sesgo (Matlin, 1989). Una razón es que para la mayoría de los problemas humanos no hay algoritmos. La mayor parte de ellos entrarían en la categoría de mal definidos, y por consiguiente, sin una secuencia fija de pasos para solucionarlos. Otra razón es que la gente utiliza espontáneamente heurísticos para solucionar los problemas. Dado que por lo general no disponemos de todo el tiempo del mundo, necesitamos resolver los problemas con métodos relativamente eficaces que necesiten poca inversión de tiempo. Tenemos que acortar la búsqueda de soluciones porque los problemas son muchos. Y una última razón, es que los heurísticos son más interesantes porque son el procedimiento que utilizamos habitualmente. Esto hace que nos permitan conocer el funcionamiento mental.

Por estas razones nos ocuparemos de los heurísticos que normalmente empleamos a la hora de solucionar problemas. Describamos a continuación los métodos heurísticos o estrategias de solución de problemas más estudiados y los más aplicados en la instrucción.

### **A. Análisis medio-fin**

La forma más frecuente de *reducir la distancia o diferencia* entre el estado inicial y la meta es utilizar una *estrategia de análisis medio-fin*. Como señalábamos anteriormente al describir la naturaleza de todo problema, esta estrategia consiste en *dividir* la situación en *subproblemas o submetas* que nos vayan aproximando a la meta, es decir, que vayan *reduciendo la distancia* entre el estado inicial y el final del problema (la solución). El “fin” inmediato (la submeta) en el problema de los monstruos de las cinco manos, decíamos, es conseguir, por ejemplo, que el monstruo pequeño tenga la esfera pequeña (paso 1 de la tabla 1). La selección del cambio adecuado de esfera con las restricciones dadas será el “medio” de conseguir este “fin” (por eso esta estrategia recibe el nombre de análisis medio-fin).

Anderson (1993) apunta algunas ideas interesantes sobre la estrategia de análisis medio-fin que comentamos a continuación. Señala que la reducción de la diferencia entre estado inicial y meta (o entre estados intermedios) se consigue realizando acciones (o imaginándolas) que

produzcan estados cada vez *más similares* a la meta. Los humanos manifestamos una enorme confianza en la similitud, que parece única de la especie humana (es difícil encontrar en otras especies). Esta confianza en la similitud es adaptativa porque muchos problemas se solucionan precisamente “moviéndose” en dirección a la meta (Anderson, 1990, desarrolla este interesante análisis en su libro “El carácter adaptativo del pensamiento”). Ilustremos la lógica de este método ayudándonos con el “problema de los misioneros y los caníbales” (Tomado de Kahney, 1986). Intente resolverlo:

Tres misioneros y tres caníbales quieren cruzar de una orilla a otra de un río. Tienen una barca que no puede transportar más de dos personas a la vez. En ningún momento puede quedar un misionero con dos o tres caníbales, porque se lo comerían. Hallar el modo de cruzar el río realizando el menor número de viajes.

El problema puede resolverse en 11 movimientos, pero normalmente nos empeñamos en conseguirlo con menos. Analicemos por qué sucede esto con ayuda del cuadro 1 de más adelante. La dificultad está en que para lograr la meta es necesario perder temporalmente las ganancias conseguidas. Debemos retroceder, alejarnos de la meta. Como se puede observar en el cuadro 1 y en el estado 6, después de haber conseguido la posición MM, CC, tenemos que volver hacia atrás (M, C), es decir, debemos *alejarnos* de la meta para alcanzarla. La enorme confianza que tenemos en la similitud nos hace ser muy resistentes a incrementar las diferencias entre el estado inicial y meta. Esta resistencia que manifestamos a alejarnos de la meta proporciona apoyo al fuerte carácter adaptativo de la similitud.

<b>Cuadro 1. Solución del problema de los misioneros y los caníbales.</b>			
M = Misionero. C = Caníbal. B = Barca			
<b>PASOS</b>	<b>ORILLA IZQUIERDA</b>	<b>RÍO</b>	<b>ORILLA DERECHA</b>
Estado inicial:	MMM, CCC	B	-----
Estado 1:	MMM, C	B → CC	CC
Estado 2:	MMM, CC	C ← B	C
Estado 3:	MMM	B → CC	CCC
Estado 4:	MMM, C	C ← B	CC
Estado 5:	M, C	B → MM	MM, CC
<b>Estado 6:</b>	<b>MM, CC</b>	<b>MC ← B</b>	<b>M, C</b>
Estado 7:	CC	B → MM	MMM, C
Estado 8:	CCC	C ← B	MMM
Estado 9:	C	B → CC	MMM, CC
Estado 10:	CC	C ← B	MMM, C
Meta 11:	-----	B → CC	MMM, CCC

Anderson (1993) proporciona una descripción pormenorizada del ciclo básico de la reducción de las diferencias en la estrategia de análisis medio-fin. Veamos la figura 7, la cual ilustra la lógica del ciclo. El que resuelve un problema observa la diferencia entre estado inicial y meta, e intenta reducirla. Para ello, fija una submeta de eliminación de esa diferencia (en el problema de los misioneros y los caníbales, el que estos se encuentren en la orilla izquierda). Una vez que ha fijado una submeta, busca una operación (un operador, una acción) relevante que elimine la diferencia. Si el operador se puede aplicar, la solución va estando más próxima (la distancia entre estado actual y meta se acorta). Si no se puede aplicar, como en el estado 6 del cuadro 1 (los caníbales comerían al misionero), se fija la submeta de dar un rodeo para eliminar la dificultad. De este modo, va alcanzando submetas hasta lograr la última.

Diagrama I. Meta: transforma el estado actual en un estado meta

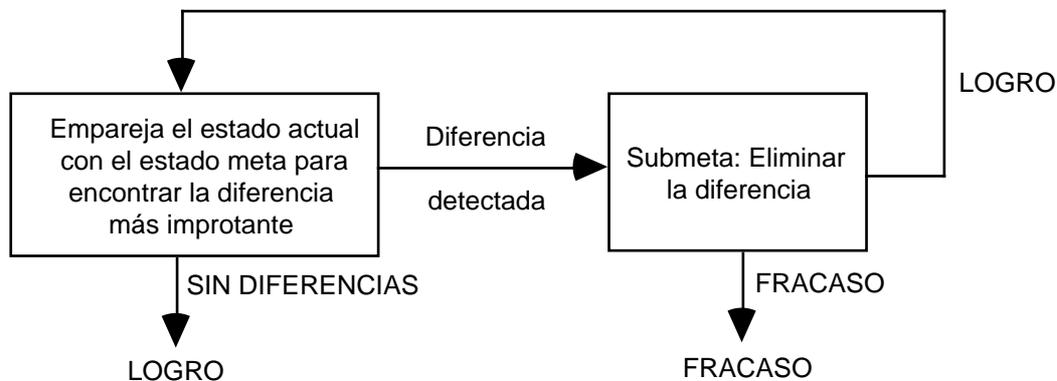
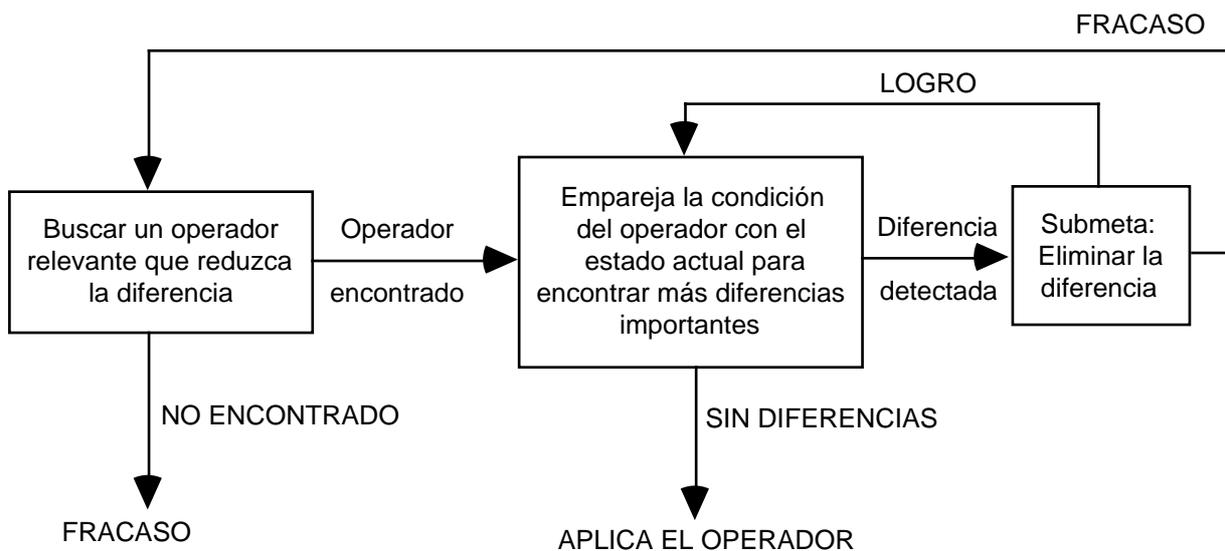


Diagrama II. Meta: Eliminar la diferencia



Nota. Diagrama I: divide un problema en un conjunto de diferencias e intenta eliminarlas.  
 Diagrama II: busca un operador relevante para eliminar una diferencia.

Figura 7. Aplicación del análisis medio-fin. (En Anderson, 1993, p. 38)

Anderson señala tres rasgos claves del análisis medio-fin: a) eliminar la diferencia mayor más simple, b) seleccionar las operaciones que reduzcan las diferencias, y c) cuando no son encontradas acciones u operaciones en un estado determinado, fijarse como submeta las precondiciones de dichas operaciones. El que sigue una estrategia análisis medio-fin divide el problema en subproblemas y busca las operaciones que permitan lograrlos. Este método es la

estrategia fundamental de actuación del ser humano. Algunos autores lo consideran como parte innata de la “maquinaria” cognitiva humana (Anderson, 1993). Lo cierto es que su importancia adaptativa es ampliamente reconocida.

### **B. Búsqueda hacia atrás**

Una característica fundamental ya señalada del heurístico análisis medio-fin es que consiste en una *búsqueda hacia adelante*, es decir, que toda acción va dirigida a aproximarse a la submeta fijada o a la meta final. Pero como veíamos en el problema de los misioneros y los caníbales, a veces es necesario retroceder, es decir, *buscar hacia atrás*. Este no es sólo un método ocasional. Es una estrategia general que consiste en ir desde la meta al estado inicial o de partida. La búsqueda hacia atrás es muy útil en determinados problemas de *matemáticas o lógica*, donde se aprende partiendo de la solución del problema, o de la conclusión del teorema, y dirigiéndose hacia el planteamiento o teorema. De este modo podemos ir comprendiendo cómo se llega de un paso al siguiente, de forma que después se puedan aplicar a otros problemas o demostraciones análogas.

Una experiencia muy simple y común de lo útil que resulta este heurístico es la que la mayoría de nosotros hemos tenido con los laberintos de las secciones de pasatiempo de los periódicos o revistas de información general o “social”, o de las revistas exclusivamente de pasatiempo como los “Quiz”. Los *laberintos* ilustran muy bien este heurístico porque posee la estructura ideal para su aplicación, esto es, muchas rutas alternativas y una única válida que lleva a la meta. Los problemas, pues, con menos rutas desde la meta que desde el estado de partida se solucionan bien con esta estrategia de búsqueda hacia atrás. Ilustremos la importancia de este método con un ejemplo extremo. Intente resolver el siguiente problema del estanque y los lirios:

Los lirios cuando están en el agua se duplican en extensión cada 24 horas. Desde el momento en el que el primer lirio aparece en el agua hasta que el estanque se cubre por completo pasan 60 días ¿Cuántos días pasan hasta que la mitad del lago se cubre? (Fixx, 1978, p. 50)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> ¿Se imaginan los millones de lirios que resultarían de: 1, 2, 4, 8, 16, 32, ... hasta 60 veces? ¿Qué estanque necesitaríamos? Aparte de estos pequeños detalles, alguien puede decir que el problema no tiene solución porque los lirios, crecen en las orillas, no en el agua. El que por sus conocimientos de botánica se pare aquí, que se imagine que en lugar de lirios son nenúfares.

Como habrá comprobado el lector este problema sólo tiene una forma de resolverse, mediante una estrategia de búsqueda hacia atrás. Veamos cómo. Si el estanque se cubre por completo a los 60 días y el área cubierta por los lirios se duplica cada día ¿qué parte del estanque estaba cubierta el día anterior? La mitad. Por lo tanto los días que tarda en cubrirse la mitad del estanque son 59.

Como decíamos este es un buen método para problemas de matemáticas y lógica, en general, para problemas formales, problemas bien definidos, o al menos problemas con la meta clara. Es recomendable que para estos problemas se combinen estrategias “bidireccionales”, que compaginen estrategias de búsqueda hacia adelante (análisis medio-fin) con búsquedas hacia atrás. Estas estrategias son, normalmente, las más adecuadas para *problemas bien especificados* o *problemas de transformación* (ver el apartado anterior).

### **C. Analogías**

Decíamos al hablar de los problemas de matemáticas o de lógica que podíamos comprender mejor los procesos de demostración recorriendo ésta en sentido inverso, de modo que después se puede aplicar a problemas análogos. El uso de soluciones *similares* en otros problemas o situaciones es una de las estrategias más útiles en solución de problemas. Es razonable pensar que es enormemente adaptativo aplicar a otras situaciones soluciones que han funcionado en otra. El utilizar formas análogas de actuación normalmente supone no invertir tiempo en buscar otras vías de solución, implica una importante economía cognitiva, economía de recursos o de procesamiento.

Sin embargo, el uso de experiencias previas en problemas semejantes es menos frecuente de lo que cabría esperar, entre otras razones porque depende al menos, en primer lugar, de que *accedamos* a esas experiencias o conocimientos y, en segundo, de que las *apliquemos* a otros problemas semejantes (Medin & Ross, 1992). La *aplicación* de los conocimientos o experiencias a otros ámbitos es lo esencial del razonamiento analógico, en el que no nos vamos a detener (para una revisión, consúltese Vosniadou & Ortony, 1989). Consideremos la *accesibilidad* a los

conocimientos o a las experiencias con problemas resueltos con anterioridad, y la influencia de estas en el que se desea resolver en un momento dado.

Algunos estudios son claramente pesimistas sobre la frecuencia en la identificación de similitudes o analogías. Reed, Ernst & Banerji (1974) partían de la idea de que el resolver problemas debe mejorar el rendimiento en los posteriores. Para probar esta idea, utiliza dos problemas semejantes: el de los misioneros y los caníbales, y el de los maridos celosos. El primero lo hemos descrito con anterioridad, y el segundo, en lugar de misioneros y caníbales, consta de tres mujeres y sus respectivos maridos “celosos”; la restricción en este problema consistía en que, debido a que los maridos eran muy celosos, una mujer no podía estar sola en una orilla con otro marido a no ser que estuviera su mujer. Al ser mayor la restricción aquí que en el de los misioneros y los caníbales, hace que se mucho más difícil.

A pesar de la semejanza entre los dos problemas, los resultados son francamente decepcionantes. Los dos datos que nos llaman la atención son: 1) cuando el problema de los maridos celosos precedía al de los misioneros y los caníbales, mejoraba el rendimiento de éste si el experimentador les revelaba la relación que había entre ellos; 2) cuando el problema de los misioneros y los caníbales precedía al de los maridos celosos, el rendimiento de éste no mejoraba, aunque se hiciera una indicación acerca del parecido entre ambos. El efecto de la similitud parece ocurrir sólo cuando: a) se dan pistas sobre la misma, y b) el segundo problema es más fácil que el primero. En relación con estos resultados, Reed (1977) afirmaba que la identificación de analogías es poco frecuente, y se puede aplicar si se dan las siguientes condiciones: 1) que las personas *descubran* la analogía entre problemas, 2) que *recuerden* cómo resolvieron el problema análogo precedente, y 3) que sean capaces de *traducir* la solución anterior en pasos aplicables al problema actual.

Gick & Holyoak (1980, 1983) obtienen datos muy parecidos. En varios estudios, utilizan dos problemas semejantes con formas de solución idénticas. Emplean el ya clásico “problema del tumor” de Duncker y otro sobre “el asedio de un castillo” (ellos lo llaman *historio general*). Estructuralmente son idénticos, y sin embargo, la solución espontánea del primero, después de haber leído y resumido la “*historia general*”, sólo la consiguen el 30% de los sujetos. Cuando se les sugiere que utilicen la *historia general*, entonces consiguen solucionarlo el 80%.

Nuevamente, sólo se percatan de la analogía cuando se les indica. Muy pocos son los que espontáneamente la detectan.

¿Por qué es tan difícil descubrir analogías? En los estudios de Gick y Holyoak, los sujetos resolvían el problema del tumor a continuación de la lectura y resumen de la historia general, es decir, sin demora de tiempo. El interés sobre la dificultad en descubrir analogías espontáneamente ha estimulado muchas líneas de investigación dada su importancia teórica y aplicada. Recojamos a continuación algunas reflexiones interesantes de Medin & Ross (1992) sobre esta cuestión. Recordemos la tarea de Gick y Holyoak, los sujetos leen una historia sobre el asedio de un castillo y después resuelven el problema del tumor. Si tenemos en cuenta los contenidos tan diferentes de la historia y el problema ¿por qué pensar en utilizar la historia, cuando uno puede recurrir mejor, por ejemplo, a sus conocimientos sobre los rayos X y otros procedimientos médicos? Estos conocimientos se pueden ver como más pertinentes que la historia previa, y por consiguiente, centrarse en ellos para aplicarlos.

De este modo, una dificultad importante en la identificación de analogías (en realidad, la identificación de semejanzas estructurales o profundas, no superficiales) puede encontrarse en las diferencias superficiales entre los dos problemas. Las diferencias de contenidos puede desviar la búsqueda de conocimiento relevante hacia dominios afines, esto es, al decidir qué conocimiento es relevante para problema, la búsqueda la dirigimos hacia conocimientos médicos, no militares. Medin y Ross proponen, pues, una explicación de la dificultad en función de *mecanismos de accesibilidad*. Se activan conocimientos *dependientes del contenido* del problema. Alguien podría argumentar que no se dispone de otros contenidos porque los sujetos no resuelven el problema militar, sólo lo resumen. Si recordamos los datos de Reed, Ernst y Banerji debemos decir que sustentan esta posibilidad.

Los datos todavía son más decepcionantes, porque como nos indican Medin y Ross, uno puede pensar que cuando los contenidos son semejantes, o del mismo ámbito o dominio, la gente sí descubra semejanzas. Se ha visto que cuando se resuelven problemas de probabilidad en los que se utilizan ejemplos semejantes a los que se empleaban para ilustrar los principios previamente enseñados, los sujetos resuelven el 77% de los problemas. Pero si esos ejemplos son semejantes a los utilizados para ilustrar otros principios no aplicables en esos problemas, el

rendimiento desciende hasta el 23%. Claramente, tanto en esta situación como en las anteriores, identificamos sólo las semejanzas superficiales, no estructurales.

La pregunta que debemos contestar a continuación es ¿de qué modo podemos eliminar estas dificultades de accesos a conocimientos semejantes estructuralmente? Hemos señalado que una de las dificultades de acceso es la dependencia de los contenidos, que impide abstraer la similitud más profunda o estructural. Otra razón puede ser que parte de la dificultad se encuentre en el hecho de que aún en el caso de disponer del conocimiento no sabemos *cuándo* es relevante. Esto se puede observar frecuentemente con problemas formales, de matemáticas o de programación. En estos se explica cómo realizar un cálculo o una subrutina y cómo aplicar un principio o regla, pero *se omite cuándo* dicho cálculo o subrutina se debe realizar o *cuándo* un principio se debe aplicar.

¿Cómo mejora pues el problema de la accesibilidad? Un modo es incrementar las semejanzas entre problemas, ya que esto hace más probable evocar problemas anteriores y utilizarlos para solucionar los actuales. Otra forma consiste en procurar que el problema que se está intentando resolver con ayuda de otro previo, se procese y represente del mismo modo que éste. Si el procesamiento de ambos es similar, las representaciones de ambos también lo serán, y la accesibilidad de una de ellas, consiguientemente, será mayor. Este planteamiento se inspira en la idea de la *especificidad de la codificación*. Aplicada a nuestro análisis, cuanto más semejante es la codificación (procesamiento) de varios problemas, más indicios compartirán, lo que facilita desde cualquiera de ellos el acceso a los demás.

Otro medio de mejorar la accesibilidad consistiría en facilitar la identificación de semejanzas estructurales. Si las dificultades de acceso, como señalábamos, pueden provenir de la excesiva dependencia del contenido y de la falta de conocimiento sobre los aspectos relevantes, entonces abstraerse de contenido y mejorar esta comprensión debería aumentar la accesibilidad. Un modo de facilitar la abstracción, consistiría en comparar el mayor número de ejemplos o casos con la misma estructura en cada problema, de forma que se produzca la generalización desde ellos. Esto, además, tiene como consecuencia el ayudar a saber qué cursos de acción o soluciones tomar. Al relacionar ejemplos o aspectos en una situación se clarifica cuáles son más

revelantes y cuáles lo son menos, de modo que se puede estimar mejor qué solución es más conveniente y cuál lo es menos.

La desventaja de abstraer o generalizar a partir de muchas comparaciones de casos es que requiere mucho esfuerzo, por parte de quien resuelve un problema. Otra forma menos costosa de incrementar la accesibilidad de determinado conocimiento en otras situaciones consiste en hacer explícitos todos los pasos que se siguen en la solución de un problema que con posterioridad podemos utilizar. Algunos datos han revelado que si quien resuelve un problema tiene una clara comprensión del mismo y de por qué elige un determinado curso de acción en cada estado del problema, entonces este conocimiento se manifiesta mucho más accesible en el momento de resolver problemas posteriores. Por lo tanto, la forma de incrementar la accesibilidad de determinados conocimientos, consistiría en hacer el esfuerzo de explicar cada paso que se da al solucionar un problema, en la forma de indicar qué submeta o meta se pretende alcanzar y cómo ese paso permite conseguirla. El establecer esta relación entre meta y acción que la logra proporciona una comprensión de la estructura del problema que se generaliza con cierta independencia del contenido del mismo.

En resumen, el problema de la accesibilidad de determinados conocimientos por la dependencia tan grande de los contenidos, puede obviarse si se logra identificar y almacenar la estructura de los mismos. Tanto la generalización a partir de las comparaciones de caso o ejemplos, como el hacer explícito cómo y por qué se da cada paso en la solución de un problema, ayuda a acceder a estas experiencias en ocasiones posteriores.

#### ***D. Simplificación***

Una estrategia que depende más que otras de la representación de un problema es la *simplificación*. Cuando nos enfrentamos a problemas abstractos o complejos, el sentido común nos indica que la mejor forma de solucionarlos es reformularlos en ejemplos concretos o ilustrarlos con estos, y reducirlos a sus aspectos más simples. Una buena representación logra precisamente este objetivo, ilustrar o reducir el problema a sus elementos más simples. Recordemos el problema del monje budista y cómo la representación gráfica del mismo permitía el descubrimiento instantáneo de la solución.

### **E. Dividir por la mitad**

La estrategia de *dividir por la mitad* es enormemente útil cuando no hay razones para buscar selectivamente vías de solución, porque todas son potencialmente probables. La esencia de este heurístico de búsqueda descansa en lo que podríamos llamar coloquialmente la técnica del *descarte*, del descarte de la mitad de las posibilidades. Recordemos un juego muy popular “adivinar un personaje famoso”. La manera de descubrirlo es utilizar la técnica del descarte o dividir por la mitad: ¿mujer u hombre? ¿está vivo o muerto? ¿mayor o menor de 50 años?... De este modo, se eliminan la mitad de las opciones.

### **F. No Contradicción**

Otra estrategia enormemente útil, cuando las soluciones posibles son divisibles en grupos mutuamente excluyentes, es utilizar el *principio de no contradicción*. Por lo que se refiere a la consecución de submetas, esta estrategia es muy semejante a la anterior. Utilicemos una de las múltiples versiones que existen del problema del mentiroso e intente resolverlo:

Imagínese que está en la cárcel y que le dan la oportunidad de conseguir la libertad. Para ello, debe averiguar qué puerta de dos es la que conduce a la libertad. Pero ¡cuidado! la otra puerta conduce a la muerte. Delante de cada puerta se encuentra un guardia, uno dice siempre la verdad y otro dice siempre la mentira. Usted sólo puede realizar una pregunta a uno de ellos, que le permita saber cuál es la puerta de la libertad ¿Qué pregunta haría usted?

Si utiliza el principio de no contradicción, resolvería el problema preguntando: ¿Qué puerta me diría el otro que es la de la libertad? Si le preguntamos al guardia mentiroso, nos dirá que el guardia sincero diría que es la puerta de la muerte. Si le preguntamos al guardia sincero, nos dirá que el guardia mentiroso diría que es la puerta de la muerte. Por consiguiente, la puerta de la libertad siempre será la contraria de la que nos digan.

Existe una cierta dificultad para utilizar este principio debido a que nuestra mente normalmente busca confirmar hipótesis o ideas, y en pocas ocasiones intenta desconfirmarlas. Normalmente, lo que hacemos es limitarnos a comprobar la presencia de datos o regularidades que confirmen nuestra ideas o suposiciones. Debido a esta tendencia sistemática hacia la

confirmación, es muy recomendable intentar confirmar las ideas o hipótesis contrarias, para tener mayores garantías de dar con la solución más adecuada.

### **G. Identificación de regularidades**

La investigación a todos los niveles, en nuestra vida diaria y en el laboratorio, logra el avance cuando identifica y resuelve contradicción (conceptuales y empírica), utiliza sistemáticamente el principio de no contradicción. Pero los avances también se obtienen cuando *identificamos regularidades, constantes* a través de situaciones. Hace algún tiempo que John Stuart Mill estableció la lógica elemental de la investigación: dos sucesos están relacionados o uno puede ser la causa del otro cuando ambos están presentes y ausentes a la vez, es decir, cuando la causa está presente debe estarlo también el efecto, y cuando aquella está ausente también lo debe estar éste. Es esencial, pues, identificar qué permanece bajo las mismas condiciones, y qué varía. Esta lógica es la que sustenta las leyes científicas, en ellas se expresan relaciones constantes (invariantes) entre variables.

La búsqueda de regularidades es uno de los heurísticos fundamentales en el descubrimiento científico (Langley, Simon, Bradshaw & Zytkow, 1987), en problemas, por lo tanto, mal definidos o creativos. Una de las dificultades mayores en problemas mal definidos y en los de “insight” (ver más adelante, la naturaleza del “insight”) es lograr una representación del mismo (comprenderlo). Al buscar regularidades conseguimos una mejor representación y posterior solución del mismo. Este heurístico es poderosamente eficaz en problemas difíciles de “insight” (ver Kaplan & Simon, 1990). Es muy probable que la identificación de las regularidades ayude en la abstracción de las relaciones más profundas (estructurales), lo que producirá una búsqueda y selección de vías de solución eficaces.

Hemos descrito algunas de las estrategias de solución de problemas, a nuestro juicio, más generales y útiles. Existen otras menos representativas en las que no nos vamos a detener. Además no debemos olvidar que las estrategias son procedimientos heurísticos, y como tales no son fijos, no existen únicamente las que nosotros conocemos. Es probable que la lectora/lector a lo largo de su experiencia tenga conocimiento de otros que le son de enorme utilidad. Lo que

pretendíamos era revisar los fundamentos de los que normalmente utilizamos con el fin de hacerlos aplicables a un mayor número de situaciones.

Es posible que alguien se pregunte: “Pero ¿cómo *seleccionar* el más adecuado?” Lo primero que debemos enfatizar es que estas estrategias no son excluyentes entre sí, sino todo lo contrario, normalmente son complementarias, esto es, siempre es mejor combinarlas. Lo segundo, que una o varias estrategias serán más adecuadas dependiendo de la naturaleza del problema.

#### **4. COMPRENSIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS POR EXPERTOS**

Lograr una buena representación del problema y elegir las estrategias de solución adecuadas depende de muchos factores y requiere que se den unas condiciones mínimas para que esta actividad sea eficaz. Hemos descrito los más importantes de unos y otras. Otra forma de mejorar la comprensión y solución de problemas es aprendiendo del modo cómo actúan las personas expertas. Un *experto* es alguien que posee un amplio conocimiento en un campo determinado. La gente experta es altamente eficiente en la solución de problemas del ámbito que conoce en profundidad. Si comparáramos la forma de resolver problemas de la gente experta y de la que no lo es posiblemente descubriríamos diferencias importantes en la forma de representación del problema y de búsqueda y selección de estrategias de solución.

El análisis de las diferencias en solución de problemas entre expertos y novatos es una línea importante de investigación que posee ya una cierta tradición. Comienza con dos trabajos de gran interés sobre el estudio de los jugadores de ajedrez, en el que observaban a jugadores normales y a maestros. En estos primeros estudios de deGroot (1966) y en otros más amplios desarrollados por Chase & Simon (1973), se observa que los maestros de ajedrez eran capaces de recordar la mayoría de las posiciones de las piezas en varias partidas a la vez, con una simple mirada. Los jugadores normales (“novatos”) no podían recordar más que unas pocas posiciones de esa partidas. Curiosamente, cuando las piezas se colocaban en los tableros de ajedrez aleatoriamente, el recuerdo de maestros y jugadores normales era muy semejante.

Una interpretación de estos interesantes resultados es que los maestros (expertos) agrupan las piezas de las partidas en unidades (“chunks”) significativas muy grandes, lo cual les

permitiría ampliar la capacidad de su memoria a corto plazo. Cuando tales agrupaciones significativas no se podían realizar, al presentarles las piezas colocadas al azar su recuerdo era semejante al de los jugadores normales (Newell & Simon, 1972). La destreza para agrupar la información en unidades con significado nos permite ampliar la capacidad de nuestra memoria. Esta es una diferencia fundamental entre personas expertas y personas que no lo son.

¿Cómo se adquiere esta habilidad? ¿A costa de qué se logra? Al estudiar a los maestros de ajedrez se calculaba que empleaban entre 10.000 y 20.000 horas estudiando posiciones de partidas. Hagamos un cálculo: un alumno que estudie 40 horas a la semana (¿hay alguno?) durante 33 semanas a lo largo de todo el curso, estudia 1320 en un año. Imaginemos que este alumno dedica más de 10 años al estudio de una materia, o al juego del ajedrez. Desde esta perspectiva podemos comprender mejor por qué los expertos como los maestros de ajedrez son capaces de almacenar entre 10.000 y 100.000 posiciones (jugadas) diferentes (Posner, 1988). Así, puede reconocer y recordar en muy poco tiempo muchas posiciones con una simple mirada.

La investigación sobre expertos realiza este tipo de análisis: identificar las diferencias en la organización y acceso al conocimiento por parte de los expertos que determina su mayor eficacia en solución de problemas (Glaser, 1987). Pero, concretamente ¿en qué consisten estas diferencias? Este autor nos señala las más importantes. Por ejemplo, el conocimiento de los expertos *está organizado en principios y en esquemas amplios*, mientras que el novato lo organiza de una forma literal. Esta manera de tener organizado el conocimiento le permite al experto confiar y utilizar con frecuencia juicios y representaciones intuitivas. Algo que sólo puede hacer después de años de experiencia.

Las personas expertas practican y, por consiguiente, *desarrollan continuamente sus habilidades*. Pero sólo en un dominio o ámbito concreto. Esto les permite adquirir *estructuras significativas amplias*. Tal esfuerzo continuo hace que *su conocimiento sea fundamentalmente procedimental y orientado a una meta*, a lograr una mayor destreza en su dominio. El poseer un conocimiento almacenado en esquemas amplios, permite al experto *una rápida capacidad de acceso* al mismo. Esto le permite representarse mejor y en menos tiempo cualquier problema. La comprensión, pues, será mucho más completa.

Esta es una de las razones, por ejemplo, de que los expertos sean capaces de aplicar con mucha frecuencia analogías a problemas nuevos. Su completa comprensión consiste en un reconocimiento claro de los aspectos estructurales de cualquier problema, es decir, abstrae lo esencial, de forma que le resulta fácil establecer similitudes con otros problemas o con otras situaciones. Desarrolla, pues, una *gran capacidad de abstracción y generalización*.

Los expertos, cuando resuelven un problema, proceden de un modo muy diferente a como lo hacen los que no son expertos. Aquellos *planifican la tarea globalmente*, utilizan *procedimientos de autorregulación*, como distribuir la atención en función de las demandas de la situación, y ser particularmente sensible a los resultados que va obteniendo (a la retroalimentación). Estos procesos de autorregulación, además, le permiten al experto automatizar con mayor rapidez determinadas operaciones, lo que libera una cantidad considerable de atención. Pero todo esto resulta muy determinado por las *demandas concretas de las tareas*. En unos casos podrán utilizar los *esquemas especializados* que han desarrollado y en otros no.

Estas diferencias son las que se emplean en la elaboración de programas para la formación de expertos. Los primeros trabajos de instrucción en solución de problemas como los de Polya (1945) y Bloom & Broder (1950), eran en parte iniciativas de esta naturaleza, ya que la técnica básica de instrucción que utilizaban consistía en utilizar “modelos”, es decir, observar a los más capacitados y seguir sus pasos.

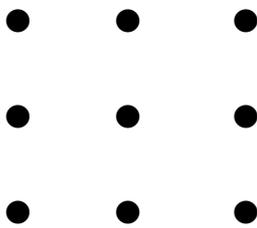
La investigación sobre formación de expertos ha dado y sigue dando resultados muy importantes (véanse las revisiones de Chi, Glaser & Farr, 1988; y Hoffman, 1992). El conocer las características de los expertos nos ayuda a comprender mejor los mecanismos fundamentales en la resolución de problemas.

## **5. DIFICULTADES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Cuando uno intenta solucionar un problema se encuentra con dificultades a lo largo de todo el proceso, dificultades a la hora de comprenderlo, y dificultades a la hora de buscar y seleccionar acciones que nos permitan lograr la meta o la solución, es decir, dificultades en la elección de la estrategia o estrategias idóneas. El origen de éstas puede ser la complejidad del

problema, la ambigüedad o poca claridad del mismo, o la falta de información, de conocimiento.

Otra clase de obstáculos se encuentra en nosotros mismos, en las rutinas de nuestro pensamiento y en las predisposiciones derivadas de nuestro conocimiento. Esta clase de obstáculos o problemas son lo que se denomina disposición mental. La *disposición mental* es un estado caracterizado por predisposiciones, estereotipamientos o mecanización de nuestro pensamiento. Cuando se resuelve un problema, la disposición mental siempre es un bloqueo en la búsqueda de soluciones. Intenten resolver el problema clásico de “los nueve puntos” (tomado de Weisberg, 1986/1987):



Conecte estos nueve puntos mediante cuatro líneas rectas sin levantar el lápiz del papel.

Como sucede con todos los problemas de “insight o idea feliz”, son difíciles de resolver porque la meta no está dada, son problemas mal definidos. En el caso del conocido problema de los nueve puntos, la dificultad se encuentra en nuestra *fijación* para resolverlo siguiendo la figura imaginaria de un cuadrado. Pretendemos ayudarnos con una disposición perceptiva equivocada. Seguimos una suposición injustificada. Mientras utilicemos esta fijación nunca resolveremos el problema. Es importante, por lo tanto, eliminar las suposiciones inadecuadas para suprimir el *bloqueo* en la búsqueda de soluciones. Algunos autores creen que la eliminación de las suposiciones injustificadas o los bloqueos es suficiente para que se encuentre la solución. La lectora/lector que no conozca la solución, intente hacerlo, pero sin apoyarse en formas cuadradas.

Trate de resolver el siguiente problema numérico, antes de continuar:

Imagine por qué los siguientes números están en ese orden.

0, 5, 4, 2, 9, 8, 6, 7, 3, 1.

Nuestro conocimiento, que es esencial frente a cualquier problema, con frecuencia nos traiciona, ya que nos guía por vías equivocadas o nos impide adoptar otra perspectiva como en el

problema de los nueve puntos de antes. Cuando nos enfrentamos a problemas numéricos como el de arriba, lo primero que hacemos es buscar relación o descubrir algún principio que se base en los valores de cada uno o en los valores que resultan de efectuar operaciones entre ellos. Son muy pocos los que adoptan otra perspectiva para solucionarlo. Y si no eliminamos esa fijación no lo resolveremos. Cambiemos de perspectiva:

**cer**o, **cin**co, **cu**atro, **dos**, **nue**ve, **o**cho, **se**is, **si**ete, **tres**, **uno**

Los números están ordenados alfabéticamente. En este problema caemos en lo que se conoce como *fijeza funcional*, una especie de disposición o bloqueo mental. Nos empeñamos en trabajar con los números como normalmente lo hacemos, realizando operaciones o cálculos. Utilizamos la *función* que normalmente poseen.

Otra dificultad importante a la hora de solucionar un problema consiste en ser incapaces de *identificar o detectar la información relevante*, debido a determinadas disposiciones o fijaciones mentales. Recuerden el problema del revisor de tren que les planteábamos anteriormente. En él, durante todo el tiempo nos están indicando que bajan tantos, suben tantos pasajeros, que nos convencemos de que el problema va a consistir en calcular el número de viajeros en un momento dado. La información aparentemente relevante se impone sobre la que realmente lo es.

Todos sabemos lo gratificante que es lograr superar cualquier obstáculo o solucionar los problemas. Para determinados tipos de problemas, cuando descubrimos un algoritmo que funciona, lo seguimos aplicando de forma automática siempre que no falle. Ilustremos esta idea con otro problema clásico, el problema de las jarras de Luchins (1942) pero antes intente resolverlo:

Dispone de tres jarras (A,B,C) y tanta agua como desee. Utilizando adecuadamente las tres jarras, intente lograr la cantidad que se le especifica en la columna META, para ello, puede quitar o añadir agua de las jarras en la forma que quiera. La cantidad de agua no pueden ser calculada a ojo, sino que ha de hacerse llenando las jarras hasta el borde. Ahora, intente solucionar los 7 problemas de abajo.

Problema	A	B	C	Meta
1	24	130	3	100
2	9	44	7	21
3	21	58	4	29
4	12	160	25	98
5	19	75	5	46
6	23	49	3	20
7	18	48	4	22

Seguramente se habrá dado cuenta de que todos los problemas se resuelven con la fórmula:  $B - A - C - C$ . Es decir, quitar una cantidad de líquido equivalente al contenido de la jarra A, y dos del equivalente a la C, del contenido de la B. Con este algoritmo, obtendremos la cantidad indicada en la meta para cada problema. Cuando nos enfrentamos a esta tarea, nada más descubrir el algoritmo para el problema 1, intentamos aplicarlo al 2, y como funciona, seguimos aplicándolo al resto. Miremos el problema 6 y 7, si los observamos de nuevo veremos que el 6 se soluciona simplemente vaciando parte del contenido de la jarra A en C ( $A - C$ ). Y el problema siete lo solucionamos, añadiendo el contenido de C en A ( $C + A$ ).

En ocasiones como la anterior, procedemos de manera *automática o mecánica* utilizando procedimientos más largos y costosos, porque el logro de uno nos lleva a seguir utilizándolo y de este modo nos impide dar con vías de solución más simples. Una vez más somos presa de las *rutinas* de nuestro pensamiento.

## 6. NATURALEZA DEL “INSIGHT” (IDEA FELIZ)

Recordemos el problema de los nueve puntos de antes. Decíamos que es un problema mal definido. Quienes lo hayan resuelto habrán experimentado que la solución ha aparecido *de súbito* en nuestra mente, una sensación semejante al “eureka”, “¡ya lo tengo”, ¡ajá! Quien no lo haya resuelto habrá experimentado un *bloqueo* de toda iniciativa de solución que no fuera “fijarse al cuadrado”. La naturaleza del insight ha sido ampliamente estudiada en la tradición gestaltista, en la cual se defiende que la solución de problemas se produce en fogonazos de inspiración, súbitamente “vemos” la solución (Weisberg, 1986/1987). Desde esta misma posición, se dice que el *bloqueo* en los problemas de insight se produce porque normalmente no podemos reestructurar el problema, debido a *fijaciones* en determinadas formas de estructurarlo -el cuadrado, en el problema de los nueve puntos- (Weisberg, 1992).

En este análisis de la Gestalt se defiende que la solución de problemas de este tipo sucede por una reestructuración súbita, la cual es independiente de la experiencia pasada y de la práctica reciente con problemas de la misma clase. Se supone que la solución se alcanza por una especie de *proceso todo o nada*, no gradual, por insight. Por el contrario, una solución que no se logre de manera todo o nada, se alcanzará por un *proceso gradual*, que se apoye en las experiencias pasadas; este proceso se considera crucial en el pensamiento creativo (Weisberg, 1986/1987). Dentro de esta visión gradual, el mismo Weisberg propone que solucionar un problema es un *proceso cíclico*, en el que se recupera información desde la memoria y después se aplica al problema. Si no se logra la solución, el ciclo de búsqueda comienza de nuevo. Una visión semejante, también gradual, es la de Simon, Newell & Shaw (1962/1979), en la que el proceso de búsqueda en el espacio del problema es el mecanismo fundamental de resolución.

Es evidente la diferencia sustancial entre el “proceso súbito” en el “insight” y el proceso gradual en solución de problemas. No es nuestro interés aquí contrastar teorías, sino extraer algunas ideas sobre el análisis que se hace del bloqueo del “insight”. Retornemos al problema de los nueve puntos. Desde la Gestalt se propone que el bloqueo se debe a *presunciones tácitas o suposiciones injustificadas* (en el problema de los nueve puntos, fracasamos porque no conseguimos “despegar” del cuadrado). Si se consiguen eliminar esas suposiciones, el problema

se resuelve de manera inmediata (cfr. Weisberg, 1986/1987). Según este análisis, la dificultad del problema se encuentra en las suposiciones que sobre él nos formamos. Es decir, que si evitamos que la gente utilice su presunción, la solución debería aparecer de inmediato (cfr. Weisberg, 1986/1987).

Esta idea es la que pretenden probar Weisberg & Alba (1981). Emplean el problema de los nueve puntos, y cuatro condiciones: 1) control, en la que se les pide que resuelvan el problema sin ninguna indicación o pista, 2) "cuadrado no", en la que se les indica que la solución se alcanza si se prescinde de la figura del cuadrado, 3) "cuadrado no + una línea", en la que se añade a la anterior la pista de dibujarles una línea de la solución, y 4) "cuadrado no + dos líneas", en esta se les dibujan dos líneas en lugar de una. Los datos que obtienen son interesantes. Los resumimos en la figura 8.

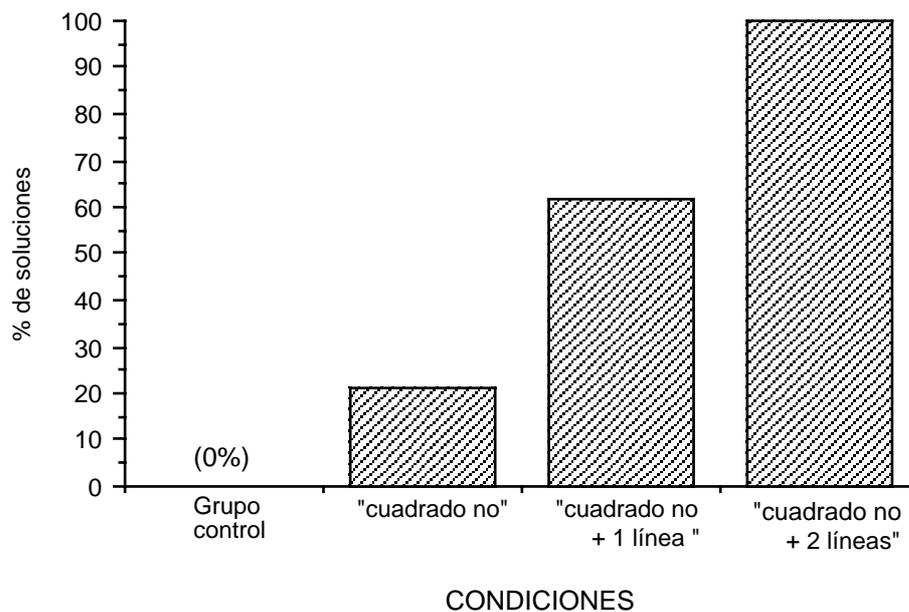


Figura 8. Porcentaje de personas que resuelve el problema de los nueve puntos

Como podemos observar, los resultados son más bien decepcionantes. Si aceptamos que la condición "cuadrado no" elimina la suposición que bloquea la solución, debemos admitir que el proceso de solución dista mucho de ser "súbito". Sólo un 20-25% de los sujetos que prescindían del cuadrado resolvían el problema. Con una línea como pista adicional, conseguían

resolverlo menos del 65%. El grupo control, evidentemente, fracasa estrepitosamente en la solución, nadie lo resuelve (0%). Si seguimos el análisis de la Gestalt, debemos concluir que algo más que las suposiciones injustificadas bloquean la solución del problema.

Una línea argumental a favor de la idea de insight y opuesta a la de proceso gradual en solución de problemas es la de Metcalfe (1986a, 1986b; Metcalfe & Weibe, 1987). El análisis que sigue la autora es algo distinto. Argumenta que, si la solución de un problema se basa en procesos de búsqueda en nuestra memoria, en recuperar información que nos ayude en la solución (posición de Weisberg) o, como afirman Simon, Newell y Shaw, en la búsqueda de vías de solución en el espacio del problema, entonces los sujetos deben ser capaces de estimar con relativa precisión el grado en el que se aproximan a la solución en problemas de “insight”. La búsqueda en la memoria o en el espacio del problema (que muchas veces es en la memoria también) es consciente, y si la solución es un proceso gradual, debe poseer una buena estimación subjetiva de los pasos que da y de sus resultados, si se acerca o todavía no a la meta. Puesto que la solución es gradual y la búsqueda consciente, la apreciación de su proximidad o lejanía tiene que ser ajustada (buena).

Los problemas de insight que utiliza los toma de deBono y Fixx. Recojamos el más interesante. Puede, de paso, intentar resolverlo antes de continuar.

Un desconocido se aproxima al director de un museo y le ofrece una moneda de bronce antigua. La moneda parecía auténtica y marcaba la fecha de 544 a.C. El director, afortunadamente había hecho adquisiciones de objetos de procedencia sospechosa con anterioridad, pero esta vez llama rápidamente a la policía que detiene al desconocido  
¿Por qué?

Con esta clase de problemas, les pide a los sujetos que estimen cada 10 segundos, al mismo tiempo que los resuelven, en una escala de “sensación de calor”<sup>4</sup>, el grado en el que creían que se acercaban a la solución del problema. Los datos que obtiene apoyan su planteamiento, y además son interesantes, porque curiosamente los sujetos que resolvían el problema eran los más pesimistas respecto a alcanzar la solución. Por el contrario, los que no lo resolvían eran claramente más optimistas. Estos datos los obtenía con problemas de insight como

<sup>4</sup> ¿Recuerdan el juego “adivina adivinanza... caliente, frío, frío, abrasando...” ? La escala sigue la misma forma de estimación.

el de la moneda antigua. Con problemas formales, de álgebra, los resultados se invierten, y son aquellos que los resuelven quienes realizan estimaciones más ajustadas.

Aunque los datos puedan resultar de interés, es necesario señalar algunas deficiencias conceptuales y metodológicas en el planteamiento de Metcalfe. Respecto a las primeras, recordar que Metcalfe argumenta que si la búsqueda es consciente y la solución gradual, los que solucionan el problema deben estimar relativamente bien su progresiva aproximación a la solución. La debilidad de esta reflexión es que infiere que si no hay conciencia es porque los procesos no son graduales, por lo tanto son súbitos. Esta es una argumentación por defecto. Pueden estar implicados procesos de otro tipo. Los datos pueden no apoyar procesos graduales, nada más. Decimos pueden porque las tasas de “caliente-frío” son enormemente problemáticas. Además, existen deficiencias metodológicas en las que no nos vamos a detener (para una revisión de estas deficiencias y una evaluación global de los trabajos de Metcalfe y otros sobre el insight, consúltese Weisberg, 1992).

El análisis del insight resulta interesante por varias razones. La primera, porque es con este tipo de problemas con los que el bloqueo mental es más extremo. Es aquí donde nuestras suposiciones o nuestras “rutas” mentales nos traicionan en mayor medida, pues es necesario prescindir de los enfoques normales. Intente si no explicar las siguientes afirmaciones que nos brinda Gardner (1978, citado en Weisberg, 1986/1987): 1) “Esta mañana se me cayó un pendiente en el café; aunque la taza estaba llena, no se mojó. ¿Cómo es eso? 2) Ayer, cuando fui a dormir, apagué la luz y me metí en la cama. Mi cama está a seis metros del interruptor de la luz; sin embargo, logré meterme en la cama antes de que la habitación quedase a oscuras. ¿Cómo pudo ser? 3) La semana pasada, nuestro equipo de baloncesto ganó un partido por 73-49; sin embargo, ni uno sólo de los hombres de nuestro equipo llegó a hacer ni siquiera un punto. ¿Cómo es esto posible? 4) ¿Qué palabra de cinco letras es más breve al añadir más?” (p. 47)<sup>5</sup>.

Como veíamos antes, no es suficiente eliminar nuestras creencias. Es necesaria una cierta destreza con esta clase de situación, una cierta familiaridad con este tipo de problemas. Muchos de nosotros hemos tenido esta experiencia con los populares jeroglíficos. Al principio, en

---

<sup>5</sup> 1) El café que llenaba la taza estaba en grano. 2) Se acostó de día. 3) El equipo era femenino. 4) La palabra es *breve*.

nuestros primeros intentos nuestro “bloqueo o despiste” es enorme, pero a medida que vamos teniendo más práctica, ese bloqueo es mínimo, y las “ideas felices nos visitan con bastante frecuencia”. Por lo tanto, la experiencia, nuestro conocimiento es insustituible, aunque a veces nos juegue malas pasadas. Como veíamos anteriormente, la cuestión de fondo es la naturaleza del proceso de solución de problemas mal definidos, de problemas creativos, donde hay soluciones múltiples para un mismo problema o simplemente no existen soluciones, sino nuevos problemas o nueva reformulación de la situación.

En lo que posiblemente existe un mayor acuerdo es en que una gran cantidad de experiencia acumulada no lleva asociado más pensamiento creativo o soluciones innovadoras. Se da una especie de efecto de “enganche” que impide distanciarse lo suficiente como para efectuar un planteamiento nuevo (Sternberg, 1990). Lo que es más difícil de asumir es que las soluciones ingeniosas procedan de la “nada”, no sean fruto de nuestra experiencia. Los datos que aportan autores como Metcalfe empleando medidas de metacognición, sólo demuestran la dificultad que tenemos de acceder a nuestras experiencias o vivencias internas, a nuestros procesos de pensamiento (Ericsson & Simon, 1984).

El proceso por el cual logramos el insight en solución de problemas parece depender del descubrimiento de una buena representación del problema. A la búsqueda de una representación eficaz contribuyen particularmente estrategias como la identificación de regularidades y nuestro conocimiento y experiencia. Kaplan & Simon (1990) aportan un conjunto de datos interesantes sobre estas ideas. Concretamente, son capaces de predecir el rendimiento en problemas de insight a partir de factores como el conocimiento relevante del dominio, estrategias de identificación de regularidades, y determinados indicios, y utilizando datos de simulación, cronométricos y protocolos verbales.

Cada vez existe un mayor convencimiento de que la naturaleza del insight descansa en los mismos procesos de pensamiento que el resto de soluciones o “descubrimientos” menos llamativos o difíciles. Pero no sólo las creencias o suposiciones, los datos también van en esta misma dirección (Bowers, Regehr, Balthazard & Parker, 1990; Kaplan & Simon, 1990; Kotovsky & Simon, 1990; Weisberg, 1992).

Los problemas de insight son ejemplos más claros de problemas mal definidos. Problemas en los que hay menor estructuración en sus componentes, o mayor ambigüedad en los mismos. Esta clase de problemas ayuda a entender mejor que el hecho de hablar de problemas bien o mal definidos no establece categorías discretas, sino un continuo en uno de cuyos extremos se encontrarían los problemas formales y en el otro los problemas creativos. Los primeros, con una definición clara del estado del problema, los pasos intermedios (las operaciones) y la meta. Los segundos, con una escasa concreción de muchos de estos componentes.

Los problemas de insight marcarían un punto de transición hacia estos últimos, hacia los problemas creativos. Sin embargo, en una buena parte de este continuo sería difícil establecer si un problema es bien definido o no. Como algunos opinan, los límites son vagos y difíciles de establecer. Pongamos un ejemplo, siguiendo a Simon (1973), pensemos en la demostración de un teorema y una partida de ajedrez. Dos problemas bien definidos (formales). Sin embargo, hay aspectos en ambos que los hacen mal definidos. En la demostración de un teorema hay partes que se realizan recurriendo a analogías con otras pruebas, lo que hace que estas reglas de demostración no se puedan fijar formalmente (mediante un algoritmo o rutina, por ejemplo), esto es, están mal definidas. En una partida de ajedrez, una jugada está bien definida, pero la partida en su conjunto, no. Al fin y al cabo, el juego es una redefinición continua del problema, por lo tanto, también está mal definido.

Por lo que se refiere a la forma de solucionar problemas, las estrategias o métodos parecen ser los mismos. Las diferencias son de grado. Un problema poco estructurado requiere un esfuerzo mayor en su representación, debido a su ambigüedad, o lo requiere en la búsqueda y selección de las vías de solución, debido a un espacio del problema muy grande (Kaplan & Simon, 1990). Este planteamiento es totalmente congruente con la idea de referirse a los mismos mecanismos y estructuras para explicar la actividad de solución de problemas, tanto si se trata de problemas bien definidos, de insight o creativos. Esta actividad, en última instancia, descansa en el proceso de búsqueda en nuestra memoria y en la aplicación de las vías de solución más eficaces.

No obstante, a pesar de que no se supongan diferencias en el proceso de solución de problemas bien definidos comparativamente con el de problemas mal definidos, debemos detenernos en algunos aspectos de la creatividad.

## 7. PENSAMIENTO CREATIVO

Intente resolver el siguiente problema:

¿Como conseguir 10, quitando 1 de 9?

Este problema era uno de los muchos que formaban parte de las actividades de un programa de verano para niños superdotados. Después de intentarlo, lea más adelante algunas de las respuestas que daban (problema y comentarios, citados por Halpern, 1989)<sup>6</sup>. Las respuestas de esos niños nos parecen muy ejemplificadoras. Pero ¿qué es pensamiento creativo o la creatividad?

### A. Ideas sobre la creatividad

Como sucede con otros conceptos psicológicos, la creatividad no es fácil de definir. Se acostumbra a definir el pensamiento creativo por su *resultado*, o por su *producto* (Voss & Means, 1989). Las características de éste más frecuentemente mencionadas son *la novedad*, *la utilidad* y, en menor medida, *la fecundidad* (Brown, 1989). En el problema de antes, los niños dan respuestas originales, válidas, y además dan muchas. El criterio de utilidad se considera una condición necesaria, aunque no suficiente. Uno puede ser muy original intentando resolver un problema, y al mismo tiempo fracasar en dicho intento. Las respuestas serían inútiles. Por lo tanto, los criterios para considerar un producto de nuestro pensamiento como creativo son al menos dos: *originalidad* y *utilidad*. Weisberg (1986/1987) dice que “una persona da a un

---

<sup>6</sup> Después de pocos segundos, un niño escribía en la pizarra :  $9 - (-1) = 10$ . Otro decía: “el 9 en números romanos es IX, de modo que si quitamos I, tenemos X, 10 en números romanos”. Un tercero decía: “esto es muy tonto, si tu escribes 9 y quitas uno, la línea vertical, y la colocas delante del número modificado, tienes 10 (el director comentaba que no entendía por qué esta solución era muy tonta; comparto su opinión). Otro respondía escribiendo la palabra nueve –“NINE”– y borrándole la segunda letra, I, quedando N NE, y añadía: “si cuentas el número de líneas rectas de las letras que quedan tendrás 10, 3 en cada N y 4 en la E”. El director del centro recogía muchas más respuestas, que estas. Creemos que es suficiente con las anteriores para ilustrar en enorme potencial creativo de estos niños.

problema una «solución creativa» cuando genera una respuesta de *nuevo* cuño, que no conocía con anterioridad y que *resuelve* el problema de que se trate” (p. 5).

Anteriormente, señalábamos que el pensamiento creativo es la actividad implicada en la solución de problemas mal definidos, es decir, toda actividad encaminada a resolver situaciones en las cuales alguna parte o aspecto no están claros, son ambiguos o borrosos. Bajo estas circunstancias, el procesos de solución debe ser de considerable creatividad. Cuando los problemas son difíciles, la solución depende de elecciones e iniciativas particularmente imaginativas. Entendido así el pensamiento creativo, podemos considerarlo como un caso especial del proceso de solución de problemas, particularmente, de problemas mal definidos (Voss & Means, 1989).

Dado el enorme solapamiento de características y de conceptos, resulta útil describir unos en relación con otros. Cuando analizábamos el concepto de pensamiento, lo relacionábamos con otros afines, no para lograr una definición precisa, sino para aproximarnos a una idea de trabajo. Si no olvidamos que la creatividad es una clase de pensamiento, nos puede resultar conceptualmente útil la comparación que Sternberg (1990) establece entre *sabiduría*, *inteligencia* y *creatividad*. Para realizarla, parte de las teorías implícitas que las personas construyen sobre estos conceptos. Las *teorías implícitas* son concepciones que la gente tiene en su mente. Las *teorías explícitas* son concepciones que los científicos poseen y que están basadas en datos que las apoyan. Conocer lo que la gente cree que son determinadas cosas o conceptos resulta útil, entre otras razones, porque nos ayuda a comprender y probar las teorías explícitas.

Utilizando procedimientos de escalamiento multidimensional<sup>7</sup> extrae una serie de características que describen lo que la gente cree que es sabiduría, inteligencia y creatividad. Con estos datos, Sternberg elabora una descripción de estos conceptos a partir los siguientes factores o variables: *conocimiento*, *procesos cognitivos*, *estilo intelectual*, *personalidad*, *motivación* y *ambiente* (ver tabla 2). Comparativamente, podemos considerar que el tipo de *conocimiento* de una persona sabia es fundamentalmente *metaconocimiento*, comprensión de los supuestos de su

---

<sup>7</sup> El escalamiento multidimensional es una técnica que analiza varios aspectos o dimensiones de varios estímulos (o conceptos) cuantificando las semejanzas que existen entre ellos comparándolos de dos en dos.

significado más profundo. Una persona inteligente “*utiliza el conocimiento*”, recuerda, analiza y usa el conocimiento. El creativo *va más allá del conocimiento* que existe.

**Tabla 2.. Comparación entre sabiduría, inteligencia y creatividad.**

ASPECTO	CONSTRUCTO		
	Sabiduría	Inteligencia	Creatividad
<b>Conocimiento</b>	Comprensión de sus presuposiciones y significado, así como sus limitaciones	Recuerdo, análisis y uso	Ir más allá de lo que está disponible
<b>Procesos</b>	Comprensión de lo que es automático y por qué	Automatización del procedimiento	Aplicado a tareas nuevas
<b>Estilo intelectual primario</b>	Judicial	Ejecutivo	Legislativo
<b>Personalidad</b>	Comprender la ambigüedad y los obstáculos	Eliminar la ambigüedad y superar los obstáculos dentro de un marco convencional	Tolerancia a la ambigüedad y redefinición de los obstáculos
<b>Motivación</b>	A comprender lo que es conocido y lo que significa	A comprender y usar lo que es conocido	A ir más allá de lo que es conocido
<b>Ambiente</b>	Apreciación de la profundidad de comprensión	Apreciación de la extensión y amplitud de la comprensión	Apreciación de ir más allá de lo normalmente comprendido

(En Sternberg, 1990, p. 152)

Los *procesos cognitivos* implicados en la sabiduría, en la inteligencia y en la creatividad son los mismos. La diferencia descansa en que en la sabiduría hay una mayor *resistencia a la automatización* del pensamiento porque se busca la máxima comprensión. La conducta inteligente consiste en *automatizar procedimientos*, en utilizar rutinas de análisis. La creatividad se caracteriza por un deseo continuo de *tratar con la novedad*, de aplicar el conocimiento.

Los *estilos intelectuales* o de pensamiento se refieren al modo de utilizar las habilidades intelectuales, al auto-control mental. Sternberg aquí utiliza la metáfora de los tres poderes del

estado. La sabiduría está más próxima a lo *judicial* porque hay una preocupación constante por la valoración del conocimiento, se evalúa continuamente. La inteligencia supone un estilo de actuación intelectual más próximo al *jurídico* porque hay una continua aplicación del conocimiento sin demasiado cuestionamiento. La creatividad es esencialmente *legislativa*, promulga o inventa nuevos procedimientos.

Existen también diferentes formas de manejar la *ambigüedad* por parte de estos tres estilos mentales. Ellos además manifiestan diferentes estrategias de enfrentamiento ante los *obstáculos*. La mente sabia no se siente incómoda con la ambigüedad, con el desconocimiento o la duda, en realidad la busca con el fin de ir más allá de lo aparente; intenta *comprender* los obstáculos para poder superarlos. Por el contrario, la mente inteligente ve la ambigüedad como una *incomodidad* que hay que resolver cuanto antes, y lo mismo le sucede con los obstáculos, busca eludirlos. El creativo aprende a *tolerar la ambigüedad* y a *redefinir* los obstáculos.

Las *metas* que guían la actividad sabia, inteligente y creativa son distintas. Los móviles o motivos, las *motivaciones* determinan los recursos (habilidades) que utilizan y los resultados (conocimientos) que poseen. La mente sabia busca la *comprensión más profunda* de las cosas, los supuestos, busca lo genuino, la calidad. Por su parte, a la inteligencia le es propio conocer muchas cosas, *conocer más fenómenos*, se busca la cantidad. Y la creatividad la estimula el conocimiento de lo nuevo, el *conocimiento de fenómenos nuevos*. El *ambiente* regula estas características reforzándolas, ignorándolas o devaluándolas. Sin el refrendo del entorno es muy poco probable que se desarrollen estos estilos adecuadamente.

Las características que describen cada concepto deben tomarse como que lo poseen en mayor medida, no exclusivamente. Existe un cierto grado de solapamiento entre los rasgos de los tres conceptos, pero unos rasgos están más presentes que los demás en unos conceptos y menos en otros. Lo importante en esta visión que nos ofrece de la creatividad es el considerarla en función de una serie de *componentes o recursos internos y externos* (desde el conocimiento hasta el ambiente). El esfuerzo y el producto creativo necesita de la presencia de esos recursos, algo que sucede pocas veces. Cuando sucede, cuando están presentes, hacen que una persona sea creativa. Esto no es frecuente porque para ser creativo hay que “invertir” esfuerzo y habilidades en ideas nuevas y de alta calidad. Sternberg & Lubart (1991) desarrollan una visión de la

creatividad fundamentada en esta idea de la inversión y de los recursos. Dentro de esta visión, elaboran las ideas anteriores con más detalle.

El punto de partida de Sternberg & Lubart (1991) para el análisis de la creatividad es muy simple: la relación que existe entre inversión y creatividad. Un inversor financiero y una persona creativa, paradójicamente, hacen lo mismo: “*comprar barato y vender caro*”. Esta metáfora, según ellos, recoge lo sustancial de la creatividad, la *inversión* de habilidades y esfuerzo en ideas originales y útiles. Como los inversores, la persona creativa debe comprar a bajo precio y vender a alto precio. Y del mismo modo que en el mundo de las finanzas, todos conocen la “receta”, pero sólo unos pocos consiguen una alta rentabilidad. Para que la creatividad surja debe aplicarse el mismo principio (metafóricamente, claro) y disponer de ciertas condiciones, (igual que en mercado bursátil). Las *condiciones o los recursos* necesarios para que el esfuerzo creativo tenga lugar son los señalados anteriormente respecto a los procesos, al conocimiento, al estilo intelectual o de pensamiento, a los aspectos de personalidad, a las metas o propósitos y a los condicionantes ambientales. Anotemos brevemente los recursos o requisitos de la creatividad que Sternberg & Lubart (1991) no señalan.

### ***B. Un enfoque de la creatividad***

La creatividad no es un fenómeno que nace de modo súbito, sino que se va urdiendo gradualmente a través de los recursos que lo hacen posible. Los *procesos mentales* más activos son los dirigidos hacia la aplicación del conocimiento a situaciones nuevas, todos implicados en la *redefinición o reconceptualización* de la situación, aquellos que buscan nuevas perspectivas. El *conocimiento* que sustenta la creatividad consiste en ir más allá de lo que se sabe. Dada la búsqueda de nuevas perspectivas, el conocimiento en el que se apoya la creatividad no es tan amplio, por ejemplo como el de los especialistas o expertos en un campo o dominio. Parece existir una relación en *U-invertida entre conocimiento y creatividad*: está es más probable cuando los niveles de conocimiento son intermedios. La explicación que Sternberg y Lubart dan sobre esta relación consiste en entender que para que la creatividad tenga lugar debe existir un ajuste entre conocimiento procedimental automatizado (a partir de cierto nivel de conocimiento o pericia) y flexibilidad en su utilización.

El *estilo de pensamiento* se refiere a la tendencia a usar las habilidades en una determinada forma. Es más un rasgo de personalidad que una habilidad en sí misma. Consiste en una forma de enfrentarse a las situaciones o los problemas. Las mentes creativas no sólo poseen una alta capacidad (inteligencia) para enfrentarse a situaciones nuevas sino que buscan verlas de forma distinta, de una manera no convencional. La creatividad se sustenta en la visión de los problemas de una forma nueva, en su redefinición o invención de otros en su lugar. Esta actividad requiere un estilo de *pensamiento global*, una visión amplia de la situación. Pero para que este estilo se dé, es necesario salirse de lo establecido, de las normas, por esta razón la persona creativa prefiere seguir o establecer sus propias reglas, seguir sus propias ideas; como señalábamos, su estilo es eminentemente “*legislativo*”.

La creatividad guarda también una estrecha relación con cinco rasgos de *personalidad*. Estos contribuyen de un modo especial a que el esfuerzo creativo sea continuado y no ocasional. La *tolerancia a la ambigüedad* es una de las propiedades que permite sostener durante largos periodos ese esfuerzo. La actividad creativa no es ni regular ni lineal, pasa por periodos de oscuridad durante los cuales se pretende reformular o replantear la situación o el problema, pero no se acaba de lograr. Durante estos periodos de incubación, en los que la tensión y la ansiedad son considerables, es necesario que la persona creativa sea capaz de tolerar esa incertidumbre para evitar la renuncia y el abandono.

No sólo es importante que la mente creativa tolere la incertidumbre de los periodos de incubación para que el desánimo no la anule, sino que debe existir también el firme *deseo de vencer los obstáculos* y los problemas. La actividad creativa se mueve con frecuencia fuera de lo convencional y de lo establecido; en este terreno, los obstáculos son mayores, por lo que se requiere de un fuerte convencimiento sobre lo que se quiere, para eliminar las barreras y las dificultades. No olvidemos que las ideas creativas no se aceptan socialmente de manera inmediata, incluso pueden pasar al más absoluto de los olvidos.

El *deseo de superarse*, de desarrollarse o de mejorar, es otro rasgo fundamental en la creatividad. Sin él, ésta sería ocasional, puramente incidental. Una persona creativa invierte mucho esfuerzo y no se conforma o continúa cuando produce unas pocas buenas ideas, mantiene ese empeño durante mucho tiempo, con el fin de superarse y progresar; se mantiene siempre

abierto a nuevas experiencias. Pero lograr mantener este reto continuo, esta tensión, es necesario que la mente creativa sea capaz de arriesgarse, es decir, debe poseer un claro *deseo de asumir riesgos*. Sin este rasgo, es muy difícil que se logre una estabilidad o permanencia de la actividad creativa. Debemos pensar que no todos los esfuerzos llegan a ser creativos. Muchas iniciativas fracasan, por lo que es importante asumir “pérdidas”, para recuperarlas en otra ocasión. Es importante, pues, saber esperar los buenos resultados.

Esta capacidad de aceptar los fracasos o contratiempos no sería posible si no estuviera apoyada en otra característica importante, el convencimiento personal en lo que uno hace. Normalmente, el fracaso hace que abandonemos determinadas opciones o enfoques, la mente creativa se mantiene a pesar de los fracasos en sus planteamientos gracias a la sólida *confianza en sí misma* que posee. La persona creativa se cree lo que hace, está convencida de que al final conseguirá un resultado innovador.

Estas características de personalidad señalan una determinada clase de *motivación*. La mente creativa, como indicábamos, no se conforma con unos pocos y buenos resultados, busca progresar y desarrollarse. Su actividad, por lo tanto, está *orientada hacia la tarea* en sí, antes que a una meta concreta. Es decir, su *motivación es intrínseca*, no extrínseca. El esfuerzo creativo no es un medio de conseguir un fin, es un fin en sí mismo. La persona creativa no busca la recompensa (el éxito) por sus logros, porque estos son su recompensa y su fin último.

Finalmente, la creatividad no existe sólo en las mentes creativas, se manifiesta en el *ambiente*. Y éste desempeña un papel esencial. Hay unos ambientes o contextos más propicios que otros, lo que condiciona que la creatividad se desarrolle en mayor o menor medida. El ambiente puede estimular la creatividad, al menos, de tres formas: provocándola, soportándola y corrigiéndola. Un ambiente propicio puede *precipitar o provocar* las ideas creativas. El ambiente puede también alimentar, *sustentar o soportar* las mentes creativas, debe nutrirlas. Y por último, el ambiente puede servir también como base para la *valoración o evaluación* de las ideas creativas y su *corrección* o mejora posterior. En última instancia, como señalábamos, las ideas creativas deben ser no sólo nuevas sino útiles, deben servir socialmente.

Si la creatividad requiere de todos estos determinantes, es razonable suponer que la presencia de todos ellos sea difícil. Esta es la razón de la escasez (al menos conocida) de mentes

o personas realmente creativas. Originales podemos serlo todos; efectivos unos pocos. La necesaria confluencia de todos estos factores o recursos reduce considerablemente los esfuerzos y los resultados creativos. Esto no se opone al hecho de que todo el mundo puede ser creativo en ciertos dominios. En determinados ámbitos, todos somos creativos en cierta medida. Lo que pretendemos señalar es que la creatividad se expresa en cierto grado o magnitud, dependiendo de qué recursos estén presentes o confluyan.

El resumen de la visión anterior sobre la creatividad nos ayuda a identificar algunos de sus rasgos fundamentales. Debemos pensar que la naturaleza de la creatividad se nos escapa porque es multicomponencial, ya que implica al menos cuatro aspectos: el proceso creativo, el producto creativo, la persona creativa, y la situación creativa (Brown, 1989). El enfoque anterior los considera todos. Por lo tanto, es un enfoque ambicioso, y como siempre sucede, la amplitud permite ver a lo lejos, pero con poca precisión.

A lo largo de los apartados anteriores, nos hemos esforzado en recoger y comentar aquellos aspectos que de una u otra forma están presentes (o pueden o deberían estarlo) en los programas de instrucción en solución de problemas. Los fundamentos de la instrucción que hemos considerado en la sección anterior serán nuestro punto de referencia en la siguiente. En ella, consideraremos los programas de intervención desde el análisis de los aspectos del pensamiento que intentan mejorar. Lo que pretendemos es *evaluar conceptualmente* los programas desde los fundamentos anteriormente desarrollados. Una vez realizada esta valoración, estaremos en condiciones, en el apartado siguiente, de abordar la evaluación de los programas a partir de sus resultados, es decir, a partir de la *evaluación de la transferencia*. Ocupémonos de la evaluación en el ámbito de la instrucción

## VI. EVALUACIÓN E INSTRUCCIÓN

Los esfuerzos por enseñar a pensar o solucionar problemas de una manera programada y formalizada se remonta a los comienzos mismos de la psicología, como indicábamos anteriormente. Siempre ha existido una especial sensibilización para mejorar nuestro pensamiento, conseguir que pensemos más y mejor. Las publicaciones son muy elocuentes sobre esto, ha habido y hay muchas iniciativas dirigidas a la mejora del pensamiento, muchos

programas diseñados para incrementar nuestra habilidades o capacidades intelectuales. Mencionemos algunos.

Concretamente, se han desarrollado *cursos de solución de problemas*, *cursos o programas de adiestramiento componencial* y *programas de formación de expertos*. Los *cursos de solución de problemas* más divulgados son: *los programas de pensamiento productivo* (como el de Covington, 1985 y Covington, Crutchfield, Davies & Olton, 1974), el *programa de enriquecimiento instrumental* (Feuerstein, 1980; Feuerstein y col., 1985), el *programa de pensamiento CoRT* -"Cognitive Research Trust"- (De Bono, 1976,1985), y *programas de patrones de solución de problemas* (Rubinstein, 1975, 1980). Estos cursos persiguen el desarrollo de habilidades generales, sobre todo los dirigidos al incremento de la creatividad.

Los *programas de adiestramiento componencial* (como los de: Holzman, Glaser y Pellegrino, 1976; Sternberg, 1988; Sternberg y Ketron, 1982) buscan el desarrollo de habilidades concretas, como el razonamiento analógico o de series. Y los *programas de formación de expertos* (Chi, Glaser y Farr, 1988; Hoffman, 1992), por su parte, son mucho más ambiciosos que los anteriores, buscan el desarrollo del mayor conocimiento en un ámbito determinado y son además programas largos.

Ahora bien, estos esfuerzos considerables que se llevan a cabo para mejorar nuestra capacidad de pensar o de solución de problemas no deben inducirnos a omitir la siguiente pregunta: ¿Se ha conseguido que las personas instruidas para mejorar su pensamiento realmente después piensen mejor? Las revisiones que se han hecho sobre la eficacia de estos programas han puesto de manifiesto logros muy modestos (con la excepción de los programas de formación de expertos), logros que no guardan desde luego proporción con el esfuerzo invertido en la instrucción (véanse las revisiones hechas en: Detterman & Sternberg, 1982, 1993; Nickerson, Perkins & Smith, 1985/1987; Segal, Chipman & Glaser, 1985; Singley & Anderson, 1989). Lo que necesitamos saber es ¿cuáles son las razones de este moderado éxito (o relativo fracaso, depende como lo miremos), a pesar de los importantes esfuerzos realizados? Esta es cuestión la fundamental en la *evaluación* de la instrucción: Por qué la intervención no funciona o funciona poco y qué cambios hay que introducir en la instrucción para incrementar su eficacia.

Lo primero que se debe considerar en toda evaluación es *el momento* en el que se realiza. La evaluación debe tener lugar normalmente *durante* el proceso de elaboración de programas de instrucción y *después* de ésta. Estos dos tipos de evaluación son los que Nickerson, Perkins & Smith (1985/1987) denominan *evaluación formativa y de recapitulación*. La primera, se lleva a cabo con la finalidad de desarrollar un programa, con el propósito de optimizar su construcción. En la evaluación de recapitulación se busca probar la eficacia del programa ya construido, es decir, si el programa tiene algún efecto o no. Esta evaluación, en realidad, es una *evaluación de la transferencia*.

Lo que nos debe llamar la atención en estas dos clases de evaluación es su naturaleza. La evaluación que se realiza durante la fase de desarrollo de un programa es fundamentalmente *cualitativa*, esto es, una *evaluación conceptual*, en la que se considera y decide sobre los elementos que se deben incluir en el programa o sobre qué habilidades se deben estimular. Por el contrario, la evaluación que se realiza una vez aplicado el programa es esencialmente *cuantitativa, empírica*. En ella, normalmente, se comparan grupos que han recibido la instrucción con otros que no la han recibido. Con esta comparación se observa si el programa produce algún efecto o no.

## 1. EVALUACIÓN CONCEPTUAL

La evaluación conceptual es posible llevarla a cabo no sólo durante la elaboración de un programa, sino con posterioridad. Esta se realiza con la finalidad de seleccionar un programa entre varios. Si se necesita utilizar un programa, sería deseable elegir el más adecuado. Los criterios seguidos en los dos casos, es decir, en el caso de la evaluación durante la fase de creación del programa y en la que tiene lugar después de su finalización, son semejantes. Por consiguiente, los que vamos a describir a continuación son aplicables tanto a la construcción de un programa como a la elección de uno ya existente.

Lo primero que debemos considerar son criterios generales como a *quién* va dirigido el programa y a *qué* va dirigido. El primero se refiere a la población destinataria del programa. Aquí debemos considerar fundamentalmente aspectos de naturaleza evolutiva: de qué edad o etapa son las personas que van a recibir la instrucción. Evidentemente, no es lo mismo adiestrar a

niños de 2º ciclo de E.G.B. que a personas mayores jubiladas. Hay por lo tanto que considerar todos los aspectos importantes del desarrollo. Estos, no obstante, no serán objeto de consideración por nuestra parte. El segundo criterio, a qué se dirige la intervención, debe tratarse a su vez respondiendo a las siguientes preguntas: ¿Qué es lo que se enseña? ¿Cómo se enseña? y ¿Dónde se enseña? (Mayer, 1989). Veamos y comentemos la tabla 3, para ahondar en este criterio.

**Tabla 3. Cuestiones fundamentales en la evaluación conceptual de programas de instrucción .**

CUESTIÓN	Alternativas
1. ¿Qué es lo que se enseña?	¿Pensamiento como una <i>única</i> capacidad intelectual o como un conjunto de <i>varias</i> capacidades específicas?
2. ¿Como se enseña?	¿Se centra en el <i>producto</i> (contenido) a través del reforzamiento de las respuestas correcta o en los <i>procesos</i> que el estudiante aprende a modelar?
3. ¿Dónde se enseña?	¿En cursos <i>independientes de dominios</i> o dentro de las <i>áreas de materias específicas</i> existentes?

Adaptado de Mayer, 1989, p. 143).

En la primera pregunta de Mayer se nos señala *qué* es lo que *debería* enseñarse, en un programa ¿Se concibe el pensamiento como una habilidad general o una serie de habilidades específicas? Los datos de la evaluación de varios programas muestran resultados mejores de transferencia en aquellos programas que enseñan *habilidades específicas* (la transferencia será tratada más adelante). Por lo que se refiere a la segunda cuestión, *cómo* se enseña en un programa, es decir, si se enfatiza el *producto* o *el proceso*, nuevamente, los datos parecen inclinarse hacia la mayor eficacia de los *procesos*. Y la última cuestión de Mayer es *dónde* se enseña: un programa ¿es *independiente de dominios* o se integra en algún *área específica*? Los programas *específicos* de un dominio muestran resultados altamente satisfactorios; no así los independientes del ámbito.

Una primera valoración de los aspectos del pensamiento que se deben considerar en la instrucción o de los objetivos a los que ha de dirigirse debería consistir en buscar una intervención enfocada hacia las habilidades específicas, en la cual sobre todo se adiestre en los procesos, y que sea dependiente de un dominio. Ahora bien ¿qué habilidades y qué procesos? La gran dificultad con esta elección se encuentra en que no disponemos de una teoría de la mente, y por lo tanto, no tenemos aspectos claros sobre ella que se puedan aplicar. No obstante, no nos desanimemos, y no vayamos a esperar hasta disponer de una teoría relativamente articulada porque nos podría pasar como al monje que resolvía el problema original de la Torre de Hanoi, es decir, que se nos acabaría el mundo.

Las habilidades y procesos que debemos encontrar en un programa de instrucción, o incluir en uno que fuéramos a desarrollar, son los que hemos tratado a lo largo de este trabajo. Las dos aspectos fundamentales que hemos considerado anteriormente son los relacionados con la comprensión y solución de toda situación que deseemos cambiar para conseguir alguna meta.

Respecto a la comprensión, nos hemos centrado en el papel fundamental que desempeña la identificación de la información relevante y los factores que la dificultan. En un programa de instrucción se deben recoger procedimientos que eviten o al menos aminoren estas deficiencias. Otro aspecto que señalábamos era el papel tan importante que desempeñaba una buena representación de la información. Es necesario enseñar el uso de los diferentes modos de representación y la selección del más adecuado para cada situación.

Respecto al proceso de solución de problemas, lo más importante es formar para el conocimiento y uso de las estrategias más adecuadas en cada momento. Indicábamos la importancia de buscar el modo de reducir las diferencias entre una situación de partida y la meta que queremos alcanzar; pero también la necesidad de incrementar temporalmente en ocasiones esas diferencias. El instruir en el uso de las analogías supone posibilitar el descubrimiento de las estructura de una situación o problema que puede llevar a la inmediata solución del mismo. En general, es importante atender al mayor número de estrategias posibles. No olvidemos que el conocimiento procedimental es esencial en la mejora del pensamiento.

Algunos programas de los que hemos citado anteriormente ofrecen un desarrollo del pensamiento creativo. Somos bastante escépticos acerca de esta posibilidad. La creatividad,

como hemos visto, es un caso especial del pensamiento en general, y surge de los mismos mecanismos. Sin embargo, los factores que la determinan son tantos y tan heterogéneos, que hacen dudosos los logros de su instrucción, por más que iniciativas como el programa de pensamiento CoRT de deBono lo defiendan de un modo entusiasta.

Se ha insistido en diferentes momentos sobre la importancia que posee el conocimiento de estrategias y el metaconocimiento en la instrucción. Los programas deben incorporar particularmente el conocimiento de esta clase, la mayor parte del mismo. A propósito de las estrategias, ya hemos señalado la necesidad de entrenar para ellas. El adiestramiento debe desarrollar especialmente las habilidades de planificación. La incorporación de todos estos aspectos al adiestramiento en un ámbito o dominio concreto permite elegir las mejores formas de representación y seleccionar las estrategias de actuación más idóneas.

La evaluación conceptual, por lo tanto, debe seguir lo más escrupulosamente posible todas aquellas reflexiones realizadas en la fundamentación de la instrucción. En la medida en la que nos apartemos de ellas corremos el riesgo de efectuar una elección poco idónea. Esta evaluación permite apostar por la mayor eficacia. Sin embargo, ésta no pasa de ser una suposición o una hipótesis hasta que no se compruebe. ¿Cómo podemos realizar tal comprobación? La evaluación empírica nos proporciona la línea a seguir.

## 2. EVALUACIÓN EMPÍRICA

La contrastación de un programa de instrucción no se diferencia de la comprobación de cualquier otra iniciativa de intervención. En todos los casos, lo que buscamos es probar la *eficacia* de un tratamiento. Lo que buscamos es medir si se ha producido algún *cambio* con posterioridad a la intervención. Por lo tanto, el diseño siempre incluirá dos momentos: *antes* de la intervención y *después* de la intervención. Un momento en el que obtengamos un línea base de comparación y otro posterior con el que comparemos esa línea base.

Como sucede con todo tratamiento, el mayor problema lo constituye el factor tiempo, es decir, el intervalo que hay entre esos dos momentos es enormemente problemático. No sabemos lo que sucede en él, no conocemos qué factores están actuando y, por consiguiente, si el cambio que vamos a registrar después es debido a la intervención o a otros factores bien diferentes. Este

problema puede ocultar la eficacia real del tratamiento o manifestar una totalmente ficticia.

Ahora bien ¿qué es la eficacia de la instrucción? Realicemos una sencilla reflexión. La instrucción, decíamos, pretende mejorar nuestra capacidad de pensar. Se desea que la persona que ha recibido la instrucción piense mejor en el mayor número de situaciones posibles *distintas* de aquella de la instrucción misma. Lo que buscamos, pues, no es otra cosa que la *transferencia* de ciertas habilidades de una situación (la de la instrucción) a otra u otras. La evaluación empírica, por lo tanto, *es la identificación o constatación de la transferencia*. Lo que necesitamos establecer es si lo que la gente ha adquirido en una situación de instrucción lo utiliza en otras situaciones diferentes o nuevas.

El problema de la transferencia tiene una larga y apasionante historia que demuestra su enorme importancia (una revisión histórica amplia puede encontrarse en Singley & Anderson, 1989). Decíamos que la transferencia es la aplicación de un conocimiento adquirido en una situación a otra u otras nuevas. O “Transferencia es el grado en el que una conducta será repetida en una situación nueva” (Detterman, 1993, p. 4). “El estudio de la transferencia es el estudio de cómo el conocimiento adquirido en una situación se aplica (o fracasa su aplicación) a otras situaciones” (Singley & Anderson, 1989, p. 1).

Normalmente, se habla de varias clases de transferencia: *transferencia próxima y lejana, específica o general* (Detterman, 1993; Gick & Holyoak, 1987). La transferencia *próxima* es aquella que se da entre situaciones semejantes, que difieren sólo en algunos aspectos. La transferencia *lejana* es la que tiene lugar entre situaciones distintas. Otra distinción que se suele establecer es la que existe entre transferencia específica y general, una distinción parecida a la anterior. Pongamos algunos ejemplos. La enseñanza del razonamiento analógico, realizado en programas de adiestramiento componencial, incrementa esta capacidad y se espera que cuando la persona se enfrente a problemas nuevos de razonamiento analógico rinda mejor. Estamos ante un caso de transferencia próxima o específica. Los programas de patrones de solución de problemas desarrollan (dicen) capacidades de razonamiento que se espera que se apliquen en todas las situaciones. Este sería un ejemplo de transferencia lejana o general.

La distinción de *semejanza superficial o estructural (o irrelevancia–relevancia pragmática)* entre situaciones es una distinción más reciente que parte de los estudios sobre

analogías, y que se emplea como un criterio de transferencia (Bassok & Holyoak, 1993). Concretamente, parte de los trabajos mencionados en el apartado sobre estas estrategias. Si recordamos, varios estudios empleaban “el problema de Duncker” y “el asedio de un castillo”. Estos dos problemas eran diferentes superficialmente, las historias eran distintas (tratamiento de un cáncer y la toma del castillo), pero estructuralmente idénticos. Si la solución de uno hubiera mejorado la del otro, se habría obtenido una transferencia estructural.

En el fondo, estas clases de transferencia establecen dos clases de criterios: uno *débil* y otro *fuerte*. Lo deseable siempre es conseguir aplicar el criterio fuerte, es decir, la transferencia lejana, general o estructural. Conseguir una transferencia débil es una especie de premio de consolación. Ahora bien, alguien puede decir “más vale esto que nada”. Y quizás tenga razón. Los estudios que han intentado conseguir una transferencia general son muy escasos, tanto que nos podrían aproximar al pesimismo de Detterman (1993) quien afirma que la única evidencia sólida que hay es sobre la transferencia específica. Los datos que apoyan una transferencia general se refieren a expertos, los cuales son capaces de aplicar principios o reglas generales a la mayoría de los problemas de su dominio. Pero como Detterman apuntilla, los expertos lo son porque han aprendido muchos más ejemplos y han contactado con muchas más situaciones que los novatos. Lo que la evidencia sugiere, pues, es que convertirse en un experto es cuestión de tiempo y tomar contacto con muchas situaciones.

En los casos en los que se dice que se logra transferencia general (Brown & Kane, 1988; Novick, 1990) o en varios estudios sobre solución de problemas analógicos como los ya comentados de Gick y Holyoak, siempre hay una indicación por parte del experimentador para que se ayude con otros problemas semejantes. Como Detterman (1993) comenta, y con razón, “decir a los sujetos que utilicen un principio no es transferencia” (p. 10).

El buscar una transferencia general no es un capricho sino una cuestión de economía cognitiva, si enseñando unas pocas habilidades conseguimos un rendimiento idóneo en muchas situaciones, problemas o tareas, no necesitamos invertir tiempo en la enseñanza de destrezas específicas de situaciones. Esta es la razón de tantos esfuerzos para conseguirla, y también porque nos resistimos a pensar que no sea posible aplicar determinados conocimientos a otros ámbitos. Pero ¿realmente es posible la transferencia general? Esta pregunta no se puede contestar

en este momento. Pero lo que no se ha podido contradecir es la conclusión Thorndike de principios de siglo: “la transferencia es rara y su probabilidad de ocurrencia está directamente relacionada con la similitud entre las dos situaciones (a mayor similitud, mayor probabilidad de ocurrencia, y viceversa)” (Detterman, 1993, p.15). La consecuencia de esta conclusión es clara: “lo que quieras que alguien conozca, enséñaselo” (Detterman, 1993, p.15).

Existe otra postura menos pesimista, que consiste en suponer que la transferencia es posible y preguntarse por qué no se consigue, indagar qué mecanismos son los responsables de la transferencia y bajo qué condiciones es más probable que ocurra. Esta es la postura de Sternberg & Frensch (1993). Proponen varios mecanismos como responsables de la transferencia y la mejora de cada uno de ellos.

Nuestra posición a este respecto es parecida, mejorar los procesos. La diferencia está en que consideramos que el mejorar el pensamiento debe atender a muchos más mecanismos de los que Sternberg y Frensch consideran. En la línea de nuestro análisis anterior, es importante considerar todos los factores implicados en la buena comprensión (atención y formas de representación) y las formas de la solución de problemas (las principales estrategias de pensamiento).

Volvamos a nuestra pregunta del principio ¿Cómo medir la eficacia de la instrucción? ¿Cómo medir la transferencia? Ya señalábamos que la medida del cambio producido por una intervención impone cierto *tipo de diseños*. Recordemos que, si deseamos medir el efecto de la instrucción, necesitamos disponer de una línea base de comparación, precisamos una medida antes y otra medida después de la instrucción. Y además, con la instrucción que busca una generalización de los resultados de una clase de práctica a otra bien distinta, debemos disponer de medidas o tareas diferentes para cada tipo. Con estas observaciones en la mente, vamos a comentar los diseños que normalmente se utilizan en la instrucción que ambiciona la generalización de sus efectos o la transferencia. Singley & Anderson (1989) nos los resumen muy adecuadamente en la tabla 4 que viene a continuación:

**Tabla 4. diseños de transferencia.**

Diseño	Grupo	Tarea de instrucción	Tarea de transferencia
1	Experimental	A	B
	Control	—	B
2	Experimental	A	B
	Control	B	B
3	Experimental (Pretest B')	A	B
	Control (Pretest B')	B	B
4	Experimental <sub>1</sub>	A	B
	Experimental <sub>2</sub>	B	A

(Adaptado de Singley & Anderson, 1989, p. 38).

El diseño más representativo y más simple es el 1. Aquí, se utilizan dos tareas y dos grupos. La medida de la transferencia se realiza hallando la diferencia entre las tareas B de cada grupo (experimental y control). La fórmula para cuantificarla es la siguiente:

$$T_D = C_B - E_B$$

La transferencia se mide en puntuaciones directas ( $T_D$ ), calculando la diferencia entre las puntuaciones del grupo control ( $C_B$ ) y el experimental ( $E_B$ ). El orden de las medidas de los grupos depende del tipo de medida dependiente que se utilice. Si son medidas de tiempo, el orden es el expuesto: con el grupo control en primer lugar; de este modo, en caso de que haya transferencia, el rendimiento del grupo control es peor, por lo que al ir en primer lugar, los valores serán positivos y manifestarán así una transferencia positiva. Si por el contrario, los valores son negativos, mostrarán una transferencia negativa (interferencia). Con medidas de precisión este orden debe invertirse, para conseguir esa correspondencia entre el signo del resultado y el tipo de transferencia. Una ecuación diferente que se ha utilizado con bastante frecuencia es:

$$T\% = \frac{C_B - E_B}{C_B} \times 100$$

En esta fórmula la transferencia ( $T\%$ ) es el porcentaje de mejora.

El diseño 1 suele resultar muy atractivo por su simplicidad. Pero por esta razón es el menos adecuado o el más débil. Posee dos deficiencias importantes: una, que no incorpora medidas anteriores al tratamiento; y la segunda, que el grupo de control no realiza ninguna tarea antes de la tarea de transferencia. Si carecemos una medida previa (pretest) al tratamiento, carecemos de una línea base de comparación para el grupo experimental. No es suficiente el grupo control solamente. La única garantía que tenemos de saber que el rendimiento posterior al tratamiento puede deberse a él, es realizar una medida previa al mismo ¿Cómo podemos asegurar si no que una hipotética ventaja del grupo experimental respecto al control no venía ya de antes? El hecho de que el grupo de control no realice ninguna tarea antes de la prueba de transferencia hace que los dos grupos no sean iguales ¿Qué garantía tenemos así de que la transferencia, caso de obtenerse, no sea consecuencia simplemente de la práctica, aunque con otra tarea, pero práctica al fin y al cabo?

Esta segunda deficiencia está solucionada en parte en el diseño 2, donde el grupo de control realiza la tarea B dos veces. Sólo que ahora la desigualdad entre los dos grupos está en la mayor práctica del grupo control. Una forma de corregir (más bien de aminorar) esta desigualdad consiste en mantener un número igual de ensayos para cada grupo.

Para este diseño, se han utilizado dos ecuaciones distintas:

$$T\%_{\text{aprendizaje}} = \frac{C_{B1} - E_{B1}}{C_{B1} - C_{B2}} \times 100 \quad \text{o} \quad T\%_{\text{aprendizaje total}} = \frac{C_{B1} - E_{B1}}{C_{B1} - \text{rendimiento límite}} \times 100$$

El rendimiento límite sólo es posible de determinar para medidas de precisión. Para un análisis pormenorizado de estas ecuaciones consúltese el libro de Singley & Anderson (1989).

Los diseños 3 y 4 corrigen las deficiencias anteriores. En el diseño 3, se incorpora una medida pretest para cada grupo, lo que permite establecer una línea base previa al tratamiento y una tarea de instrucción en el grupo de control que evita la diferencia de práctica por defecto, y cuantifica el exceso de ésta en este grupo con la medida pretest. En el diseño 4, cada grupo

experimental hace de control del otro. Las ecuaciones empleadas con estos diseños son algo diferentes a las anteriores (véase Singley & Anderon, 1989).

### 3. PROBLEMAS DE LA EVALUACIÓN

Las reflexiones que hemos realizado sobre la evaluación empírica no recogen todas las razones, ni mucho menos, que nos ayuden a entender por qué apenas existen datos fiables y válidos sobre la eficacia de la instrucción, o simplemente por qué no existen (Detterman, 1993; Nickerson, Perkins & Smith, 1985/1987). O no son todas la que deberían tenerse en cuenta a la hora de evaluar una iniciativa de intervención que deseáramos utilizar. Anotemos algunas de las dificultades más importantes que nos señalan Nickerson, Perkins & Smith (1985/1987). En primer lugar, debemos llamar la atención sobre el hecho de que en realidad apenas se realiza evaluación de las iniciativas de instrucción; en algunos casos, y por autores tan relevantes como Bruner (1968), se afirma incluso que es de escasa utilidad.

La mayor parte de las razones, no obstante tienen que ver con la *enorme dificultad* que supone el control de la evaluación en el ámbito educativo. Y éstas deben tenerse muy presentes porque es la única forma de poder reducirlas o eliminarlas. La primera dificultad es lograr la igualdad en el tratamiento aplicado y cuya eficacia se desea medir. No es fácil conseguir que todos los sujetos consigan la misma calidad de la instrucción. El segundo problema, ya lo hemos mencionado, es cómo lograr igualar al grupo control con el del tratamiento en todo menos en esto, en el tratamiento. En tercer lugar, nos encontramos con el problema de elegir una cuantificación de la transferencia que sea susceptible de comparar con la de otros estudios. Ya hemos señalado algunas de las ecuaciones que se emplean, las cuales, como se puede imaginar, arrojan índices muy diferentes para los mismos datos.

En cuarto lugar, es necesario no olvidar la enorme importancia que tiene el conseguir que los grupos que se vayan a utilizar sean comparables. Existen muchos factores que hacen que esta tarea fracase las más de las veces. En quinto lugar, no debemos olvidar todas las diferencias introducidas como consecuencia de la distinta duración de la evaluación y las debidas a la situación escolar misma.

Y por último, nos encontramos con el problema de la medida de la eficacia ¿Qué prueba utilizar para registrar el rendimiento de los grupos de comparación? ¿Qué medida dependiente empleamos: tests convencionales, pruebas desarrolladas para tal fin? Estas cuestiones no son de poca importancia. Debemos recordar que las medidas dependientes pretenden recoger el efecto de los factores o variables que estamos investigando. Si la elección no es correcta, estamos midiendo simplemente otra cosa que no tiene nada que ver con lo que se está indagando. Como se entenderá, este es uno de los problemas más serios de la evaluación: conseguir medir los efectos de la instrucción no otra cosa. Además, dada la naturaleza de toda evaluación, aquí es especialmente importante, no sólo conseguir medidas válidas, sino también fiables y sensibles.

Hay dificultades de otra naturaleza, no menos importantes y que tampoco debemos olvidar. La primera es polarizar la evaluación hacia la significación estadística solamente. Qué duda cabe de que es necesario probar si nuestros datos son producto del azar o del tratamiento que estamos evaluando. Pero no es menos necesario estimar la importancia práctica del mismo. Para los estudios de intervención es además fundamental no sólo comprobar que el efecto obtenido es estadísticamente significativo, sino también conseguir una magnitud del mismo que sea relevante, para la práctica.

Puede darse el caso que obtengamos un efecto significativo, pero tan pequeño que lo haga intrascendente desde un punto de vista práctico, que no justifique el esfuerzo realizado. Este aspecto tiene que ver con la potencia de la prueba, debemos, como nos señala Cohen (1990) entre otros, calcular la potencia del tratamiento para poder garantizarnos su rentabilidad práctica.

La segunda dificultad que no se debe pasar por alto es la importancia que tiene obtener una evaluación, no sólo de los efectos que buscamos (primarios), sino también de todos aquellos concomitantes (secundarios), que pueden ser tanto positivos como negativos. La estimación de estos hipotéticos efectos secundarios nos garantiza que no existen incompatibilidades con los objetivos que pretende lograr la intervención.

Una última dificultad es la relacionada con la duración de los efectos ¿Cuánto se mantienen? ¿Desaparecen al poco tiempo de haberse terminado la intervención o por el contrario son más duraderos? No hay que insistir en la importancia trascendental de este punto, ya que sería muy poco interesante una intervención cuyos efectos fueran pasajeros. Por lo tanto, es

imprescindible evaluar la duración de los efectos a largo plazo. Y relacionada con la duración, está la necesidad de diferenciar la ausencia de efectos a largo plazo debida a la ineficacia del tratamiento de la que se ha de atribuir a la práctica insuficiente de la intervención. Es posible que el efecto no se logre simplemente porque la instrucción no ha sido aplicada durante el tiempo necesario.

Como se puede observar, no es pequeño el esfuerzo que debemos realizar para estimar correctamente la eficacia de la intervención. La duda que a uno le acecha es si es posible la mejora del pensamiento. Nickerson, Perkins & Smith (1985/1987) terminan el libro con esta pregunta, la respuesta que dan es que debemos intentarlo. Para ello nos persuaden con el dilema de Pascal: si lo intentas y no es posible, las pérdidas son menores que si no lo intentamos y es posible. En el primer caso, las pérdidas son de tiempo y esfuerzo solamente, en el segundo éstas son de un pensamiento empobrecido en generaciones y generaciones de alumnos.

No obstante, y como ya hemos señalado, la elección no es tan extrema, se puede renunciar a los programas de instrucción “generalistas” y realizar un esfuerzo sistemático en los “particularistas”. Se logran resultados positivos cuando se aplican las recomendaciones que se han considerado anteriormente. Identificar los factores que mejoran la comprensión de un problema y las estrategias de solución más eficientes para esa situación o problema. Los programas de formación de expertos siguen este planteamiento y sus logros no son nada despreciables. Únicamente debemos tener algo más de paciencia, entre cinco y diez años, dependiendo del ámbito o dominio. Y si estas clases de instrucción se desarrollan para y dentro de un programa curricular, la duración es la de éste.

## **VII. CONSIDERACIONES FINALES**

A lo largo de este capítulo, hemos reflexionado sobre la viabilidad de enseñar a pensar. Provistos ya de una experiencia de décadas sobre esta empresa, hemos visto las enormes dificultades que dicho esfuerzo encierra, a la hora de lograr resultados que sean socialmente rentables. Siendo conscientes de estos obstáculos, hemos creído más interesante considerar por separado aquellos aspectos del pensamiento que son fundamentales en toda iniciativa de solución de problemas. Al considerar cada uno de ellos nos damos la oportunidad de analizar su

aplicabilidad en una hipotética o real iniciativa de instrucción. Al incluir la mayoría de estos en dicha iniciativa, aumentamos la posibilidad de conseguir la mejora deseada en nuestra actividad de pensar.

Todos los esfuerzos dirigidos a fomentar la representación más precisa de un problema, necesariamente, mejoran la comprensión del mismo directamente, e indirectamente, ayudan a la búsqueda y selección de las mejores estrategias de enfrentamiento. Todas las iniciativas encaminadas a fomentar estos dos aspectos son, a nuestro juicio, la mejor garantía de eficacia en toda iniciativa de instrucción. Aunque, como hemos revisado, son muchas las dificultades asociadas a la evaluación de los programas de intervención educativa.

No obstante, hay mucho camino por recorrer todavía, como se ha podido constatar, y necesitamos realizar más esfuerzos dirigidos a una mayor concreción de los procesos tratados a situaciones o dominios concretos. Los logros dependerán de que seamos capaces de “crear” esa especificación.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48 (1), 35-44.

Baron, J. (1988). *Thinking and deciding*. New York: Cambridge University Press.

Baron, J. B., & Sternberg, R. J. (Eds.). (1987). *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York: Freeman.

Bassok, M., & Holyoak, K. J. (1993). Pragmatic knowledge and conceptual structure: Determinants of transfer between Quantitative Domains. En D. K. Detterman, & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. (p. 68-98). Norwood, NJ: Ablex.

Binet, A. (1909). *Les idées modernes sur les enfants*. Paris: Ernest Flammarion.

Bloom, B. S., & Broder, L. J. (1950). *Problem-solving processes of college students*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Bower, G. H. (1975). Cognitive psychology: An introduction. En W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: Introduction to concepts and issues*. (Vol. 1, p. 25-80). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Bowers, K. S., Regehr, G., Balthazard, C., & Parker, K. (1990). Intuition in the context of discovery. *Cognitive Psychology*, 22 , 72-110.

Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1986). *Solución IDEAL de problemas*. Barcelona: Labor. (Traduc. L. Bou García. Original de 1984).

Brown, A. L., & Kane, L. R. (1988). Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning from example. *Cognitive Psychology*, 20 , 493-523.

Brown, R. T. (1989). Creativity: What are we to measure? En J. A. Glover, R. R. Ronning, & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity*. (p. 3-32). New York: Plenum Press.

Bruner, J. S. (1968). *Toward a theory of instruction*. New York: Norton.

- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender. Psicología del desarrollo y del cambio en la vida cotidiana*. Madrid: Alianza. (Traducc.: C. González. Original de 1984).
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45 (12), 1304-1312.
- Covington, M. V. (1985). Strategic Thinking and the fear of failure. En J. W. Segal, S. F. Chipman, & R. Glaser (Eds), *Thinking and learning skills. Relating instruction to research*. (Vol. 1, p. 389-416). New York: Erlbaum.
- Covington, M. V., Crutchfield, R. S., Davies, L. B., & Olton, R. M. (1974). *The productive thinking program*. Columbus, OH: Merrill.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4 , 55-81.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Farr, M. (Eds). (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- De Bono, E. (1976). *Teaching thinking*. London: Temple Smith.
- De Bono, E. (1985). The CoRT thinking program. En J. W. Segal, S. F. Chipman, & R. Glaser (Eds), *Thinking and learning skills. Relating instruction to research*. (Vol. 1, p. 363-388). New York: Erlbaum.
- deGroot, A. (1966). Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings. En B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving research, methods and theory*. (p. 19-50). New York: Wiley.
- Detterman, D. K. (1993). The case for the prosecution: Transfer as an epiphenomenon. En D. K. Detterman, & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. (p. 1-24). Norwood, NJ: Ablex.
- Detterman, D. K., & Sternberg, R. J. (Eds.) (1982). *How and how much can intelligence be increased*. Norwood, NJ: Ablex.
- Detterman, D. K., & Sternberg, R. J. (Eds.) (1993). *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. Norwood, NJ: Ablex.
- Duncan, C. P. (1959). Recent research on human problem solving. *Psychological Bulletin*, 56 (6), 397-429.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1984). *Protocol analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.

Feuerstein, R. (1980). *Instrumental enrichment: An intervention program for cognitive modifiability*. Baltimore: University Park Press.

Feuerstein, R., Jensen, M., Hoffman, M. B., & Rand, Y. (1985). Instrumental enrichment, an intervention program for structural cognitive modifiability: Theory and practice. En J. W. Segal, S. F. Chipman, & R. Glaser (Eds), *Thinking and learning skills. Relating instruction to research*. (Vol. 1, p. 43-83). New York: Erlbaum.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problema solving. *Cognitive Psychology*, 12 , 306-355.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15 , 1-38.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer. En S. M. Cormier, & J. D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning. Contemporary research and applications*. (p. 9-46). New York: Academic Press.

Glaser, R. (1987). Thoughts on expertise. En C. Schooler, & K. W. Schie (Eds), *Cognitive function and social structure over the life course*. (p. 81-94). Norwood, NJ: Ablex. anales.

Glaser, R. (1990). The reemergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45 (1), 29-39.

Glaser, R., & Bassok, M. (1989). Learning theory and the study of instruction. *Annual Review of Psychology*, 40 , 631-666.

Glass, A. L., & Holyoak, K. J. (1986). *Cognition*. (Second Edition). New York: Random House.

Greeno, J. G. (1977). Process of understanding in problem solving. En N. J. Castellan, D. B. Pisoni, & G. R. Potts (Ed.), *Cognitive theory*. (Vol. 2, p. 43-84). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Greeno, J. G., & Simon, H. A. (1988). Problem solving and reasoning. En R. C. Atkinson, R. J. Hernstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: Learning and cognition*. (Second Edition) (Vol. 2, p. 589-672). New York: Wiley.

Halpern, D. F. (1989). *Thought and knowledge. An introduction to critical thinking*. (Second edition). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hoffman, R. R. (Ed.). (1992). *The psychology of expertise. Cognitive research and empirical AI*. New York: Springer-Verlag.

- Holzman, T. G., Glaser, R., & Pellegrino, J. W. (1976). Process training derived from a computer simulation theory. *Memory & Cognition*, 4, 349-356.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structuralist barrier. *American Psychologist*, 47 (11), 1475-1490.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Human and machine thinking*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kahney, H. (1986). *Problem solving. A cognitive approach*. Milton Keynes: Open University Press.
- Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, 22, 374-419.
- Keren, G. (1984). On the importance of identifying the correct "problem space. *Cognition*, 16, 121-128.
- Koestler, A. (1964). *The act of creation*. London: Hutchinson.
- Kotovsky, K., & Simon, H. A. (1990). What makes some problems really hard: explorations in the problem space of difficulty. *Cognitive Psychology*, 22 (2), 143-183.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery computational explorations of the creative process*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lesgold, A. (1988). Problem solving. En R. J. Sternberg, & E. E. Smith (Eds.), *The psychology of human thought*. (pp. 188-213). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving. *Psychological Monographs*, 54 (Whole No. 248).
- Matlin, M. W. (1989). *Cognition*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Mayer, R. E. (1987). *Educational Psychology: A cognitive approach*. Boston.: Little, Brown.
- Mayer, R. E. (1989). Teaching for thinking: research on the teachability of thinking skills. En I. S. Cohen (Ed.), *The G. Stanley Hall Lecture Series*. (Vol. 9, p. 139-164). Washington, DC: American Psychological Association.
- Mayer, R. E. (1992a). Cognition and instruction: Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84 (4), 405-412.
- Mayer, R. E. (1992b). *Thinking, problem solving, cognition* (Second edition). San Francisco, CA: Freeman.

- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: A experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83 (4), 484-490.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84 (4), 444-452.
- McKinnon, J. W., & Renner, J. W. (1971). Are colleges concerned with intellectual development? *American Journal of Psychology*, 39 , 1047-1052.
- Medin, D. L., & Ross, B. H. (1992). *Cognitive psychology*. San Diego, CA: Harcourt.
- Metcalfe, J. (1986a). Feeling of knowig in memory and problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12 (2), 288-294.
- Metcalfe, J. (1986b). Premonitions of insight predict impending error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12 (4), 623-634.
- Metcalfe, J., & Wiebe, D. (1987). Intuition in insight and noninsight problem solving. *Memory & Cognition*, 15 (3), 328-246.
- Newell, A. (1980). One final word. En D. T. Tuma, & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. (pp. 175-189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Clifs, NJ: Prentice-Hall.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N., & Smith, E. E. (1987). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Madrid: Paidós/M.E.C. (Traducc. L. Romano y C. Ginard. Original de 1985).
- Novick, L. R. (1990). Representational transfer in problem solving. *Psychological Science*, 1 , 128-132.
- Pennypacker, H. S. (1992). Is behavior analysis undergoing selection by Consequences? *American Psychologist*, 47 (11), 1491-1498.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Posner, M. I. (1988). Introduction: What is it to be an expert? En M. T. H. Chi, R. Glaser, & M. Farr (Eds.), *The nature of expertise*. (pp. xxix-xxxvi). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Raphael, B. (1984). *El computador pensante*. Madrid: Cátedra. (Traducc.: C. García Trevijano. Original de 1976).

- Reed, S. K. (1977). Facilitation of problem solving. En N. J. Castellan, D. B. Pisoni, & G. R. Potts (Eds.), *Cognitive theory*. (Vol. 2, p. 3-20). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Reed, S. K., Ernst, G. W., & Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Resnick, L. B. (1989). Introduction. En L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser*. (pp. 1-24). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rimoldi, H. J. A. (1991). Solución de problemas: problemas que trae un problema. En M. R. Martínez Arias, & M. Yela (Eds.), *Pensamiento e inteligencia*. (Vol. 5, p. 349-382). De J. Mayor y J.L. Pinillos (Eds. Grals), *Tratado de psicología general*. Madrid: Alhambra.
- Rubinstein, M. F. (1975). *Patterns of problem-solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Rubinstein, M. F. (1980). A decade of experience in teaching an interdisciplinary problem-solving course. En D. L. Tuma, & F. Rief (Eds), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. (p. 25-38). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1988). Representation in memory. En R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: Learning and cognition*. (Second Edition) (Vol. 2, p. 511-587). New York: Wiley.
- Sanford, A. J. (1987). *The mind of man*. Brighton, Sussex: Harvester Press. (Existe una traducción en Alianza Editorial).
- Segal, J. W., Chipman, S. F., & Glaser, R. (Eds.) (1985). *Thinking and learning skills. Vol. 1: Relating instruction to research*. New York: Erlbaum. anales.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence*, 4 (181-201),
- Simon, H. A., & Hayes, J. R. (1976). The understanding process: Problem isomorphs. *Cognitive Psychology*, 8, 165-190.
- Simon, H. A., Newell, A., & Shaw, J. C. (1979). The processes of creative thinking. En H. A. Simon (Ed.), *Models of thought*. (p. 144-174). Haven, CT: Yale University Press. (Original de 1962).
- Singley, M. K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Solso, R. L. (1991). *Cognitive psychology*. (Third Edition). Boston, MA: Allyn & Bacon
- Steen, L. A. (1987). Mathematics education: A predictor of scientific competitiveness. *Science*, 237 (251-252).
- Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind. A new theory of human intelligence*. New York: Penguin.
- Sternberg, R. J. (1990). *Más allá del cociente intelectual. Una teoría triárquica de la inteligencia humana*. Bilbao: Desclée de Brouwer. (Traduc. M.T. Bordas López. Original de 1985).
- Sternberg, R. J. (1990). Wisdom and its relations to intelligence and creativity. En R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom. Its nature, origins, and development*. (pp. 142-159). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Frensch, P. A. (1993). Mechanisms of transfer. En D. K. Detterman, & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. (p. 25-38). Norwood, NJ: Ablex.
- Sternberg, R. J., & Ketron, J. L. (1982). Selection and implementation of strategies in reasoning by analogy. *Journal of Educational Psychology*, 74 , 399-413.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34 , 1-31.
- Thorndike, E. L. (1924). Mental discipline in high school studies. *Journal of Educational Psychology*, 15 , 1-22.
- VanLehn, K. (1989). Problem solving and cognitive skill acquisition. En M. I. Posner (Ed.), *The foundation of cognitive science*. (pp. 527-579). Cambridge, MA: MIT Press.
- Vosniadou, S., & Ortony, A. (Eds.) (1989). *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Voss, J. F., & Means, M. L. (1989). Toward a model of creativity based upon problem solving in the social sciences. En J. A. Glover, R. R. Ronning, & C. R. Reynolds (Eds), *Handbook of creativity*. (p. 399-410). New York: Plenum Press.
- Weisberg, R. W. (1987). *Creatividad. El genio y otros mitos*. Barcelona: Labor. (Traduc. L. Bou García. Original de 1986).

- Weisberg, R. W. (1992). Metacognition and insight during problem solving: Comment on Metcalfe. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18 (2), 426-431.
- Weisberg, R. W., & Alba, J. W. (1981). An examination of the alleged role of "fixation" in the solution of several "Insight" problems. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110 (2), 169-192.
- Wertheimer, M. (1991). *El pensamiento productivo*. Madrid: Paidós. (Traduc. L. Wolfson. Original de 1945).