

## APRENDICES Y MAESTROS.

### La nueva cultura del aprendizaje

Pozo Muncio, Ignacio (1996, 1998); Psicología y Educación, Alianza Editorial, Madrid

#### CAPÍTULO 5: LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA COGNITIVO

Hay que haber comenzado a perder la memoria, aunque sea sólo a retazos para darse cuenta de que esta memoria es lo que constituye toda nuestra vida. Una vida sin memoria no sería vida, como una inteligencia sin posibilidad de expresarse no sería inteligencia. Nuestra memoria es nuestra coherencia, nuestra razón, nuestra acción, nuestro sentimiento. Sin ella no somos nada... La memoria, indispensable y portentosa, es también frágil y vulnerable. No está amenazada sólo por el olvido, su viejo enemigo, sino también por los falsos recuerdos que van invadiéndola día tras día... La memoria es invadida continuamente por la imaginación y el ensueño y, puesto que existe la tentación de creer en la realidad de lo imaginario, acabamos por hacer una verdad de nuestra mentira. Lo cual, por otra parte, no tiene sino una importancia relativa, ya que tan vital y personal es la una como la otra.

LUIS BUÑUEL, *Mi último suspiro*

Locke, en el siglo xvii, postuló (y reprobó) un idioma imposible en el que cada cosa individual, cada piedra, cada pájaro y cada rama tuviera un nombre propio; Funes proyectó alguna vez un idioma análogo. Pero lo desechó por parecerle demasiado general, demasiado ambiguo. En efecto. Funes no sólo recordaba cada hora de cada árbol, de cada monte, sino cada una de las veces que la había percibido o imaginado. Resolvió reducir cada una de sus jornadas pretéritas a unos setenta mil recuerdos, que definiría luego por cifras. Lo disuadieron dos consideraciones: la conciencia de que la tarea era interminable, la conciencia de que era inútil. Pensó que en la hora de la muerte no habría acabado aún de clasificar todos los recuerdos de la niñez.

JORGE LUIS BORGES, *Funes el memorioso*

#### La representación del conocimiento: los sistemas de memoria

Durante muchos años la psicología científica supuso que los seres humanos, como el resto de los organismos, éramos espejos de la realidad, de la organización de los estímulos y las respuestas en el ambiente, de tal forma que para estudiar el conocimiento no era necesario imaginar ningún tipo de estructuras intermedias entre esos estímulos y respuestas. En la era de la larga “glaciación conductista”, los principios de correspondencia y equipotencialidad de la conducta, presentados en el capítulo 2 y con más detalle en POZO (1989), justificaban una concepción del aprendizaje según la cual bastaba con manipular adecuadamente los estímulos ambientales, los premios y castigos, para lograr cambios correspondientes en la conducta. El sistema cognitivo, la mente humana, si es que existía, era un mero reflejo de la estructura estimular del mundo: “no necesitamos llevar el estímulo al interior del cuerpo, o ver cómo se convierte en respuesta, ni el estímulo ni la respuesta están nunca en el cuerpo en un sentido literal. Como una forma de conocimiento, la información se puede tratar más efectivamente como un repertorio comportamental” (SKINNER, 1974, pág. 134 de la trad. cast).

Sin embargo, el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información tras la Segunda Guerra Mundial introdujo la preocupación y el interés por los procesos mediante los que se transmite, codifica y recibe esa información. La radio, la televisión y sobre todo el ordenador requieren estructuras y procesos que transformen la señal informativa recibida en representaciones inteligibles. Algo parecido debe suceder en la mente humana. La conducta no puede ser un reflejo directo de los estímulos sino de la forma en que se procesan y transforman. A pesar del desdén con el que el conductismo recibe al nuevo enfoque cognitivo (según SKINNER, 1974, pág. 134 de la trad. cast., “la práctica externa de almacenar y luego buscar se utiliza metafóricamente para representar el supuesto proceso mental de almacenamiento y recuperación de la información”... “La teoría de la información, respecto del comportamiento del individuo, es simplemente una versión refinada de la teoría de la copia”, a la que aludíamos al analizar la concepción empirista en el Capítulo 2), acaba por imponerse la idea de que son las representaciones del mundo, y no el mundo en sí, las que determinan la conducta.

Este interés por las representaciones y la forma en que los sistemas de conocimiento las adquieren, almacenan y recuperan ha supuesto curiosamente un retorno a la cultura de la memoria, pero en un sentido bien diferente al tradicional. En el capítulo 1 veíamos cómo la memoria sirvió tradicionalmente

como archivo cultural, primando el recuerdo literal, la reproducción exacta de ese acervo cultural, y cómo esa función social de la memoria se degradó poco a poco a medida que aparecían nuevos soportes de la información, más fieles y menos perecederos, en especial la imprenta.

En la nueva sociedad de la información y la representación, la memoria resurge como una forma de reconstruir o imaginar el mundo más que de registrarlo o reproducirlo. Aunque sigue habiendo en nuestra cultura del aprendizaje vestigios abundantes de aquella concepción tradicional de la memoria (decimos de forma impropia “memorizar” o “aprender de memoria” como sinónimos de falta de comprensión), en la psicología y cada vez más en la cultura está imponiéndose una forma más constructiva de entender la memoria. Como refleja Luis Buñuel, en la cita anterior, tomada de sus *memorias*, sin memoria no somos nada. De hecho, buena parte de la literatura del siglo XX, desde Proust a Nabokov, de Julio Llamazares a Antonio Muñoz Molina, se apoya en esta percepción de que no somos sino memoria, y de que cada vez que intentamos evocarla, la estamos renovando e inventando un poco. Conocer es siempre recordar, pero no lo que fuimos o supimos, sino lo que somos y sabemos ahora.

Una convicción similar ha guiado en las últimas décadas la investigación psicológica sobre el sistema cognitivo humano. Si queremos comprender no sólo cómo aprendemos, sino también cómo percibimos el mundo, nos emocionamos o comprendemos una frase como ésta, debemos asumir que las personas estamos dotadas de –en realidad consistimos en– varios sistemas de memoria interconectados. Aunque esos sistemas de memoria guardan una cierta analogía con el funcionamiento de otros sistemas artificiales de conocimiento, como vimos en el capítulo 4, lo cierto es que la mente humana es el sistema de representación más completo, complejo y versátil que conocemos. Aunque pueda programarse un ordenador capaz de superarnos en múltiples tareas (las máquinas de jugar al ajedrez arrollan ya a la inmensa mayoría de sus potenciales rivales humanos) es difícil imaginar que ningún otro sistema llegue a emular los rasgos esenciales de la conducta y el conocimiento humanos, presentados en la figura 5.1, y que, según NEWELL, ROSENBLUM y LAIRD (1989), debe explicar cualquier modelo o “arquitectura” de la mente humana que a estas alturas quiera resultar creíble. Como se observará, muchos de esos rasgos reflejan la diversidad de resultados del aprendizaje humano presentados en el capítulo anterior.

1. Comportarse de modo flexible en función del entrenamiento.
2. Exhibir conducta adaptativa (racional, orientada hacia metas).
3. Operar en tiempo real.
4. Operar en entornos ricos, complejos y detallados:
  - a) percibir una inmensa cantidad de detalles cambiantes.
  - b) usar grandes cantidades de conocimientos.
  - c) controlar un sistema motor con muchos grados de libertad.
5. Usar símbolos y abstracciones.
6. Usar lenguajes, tanto naturales como artificiales.
7. Aprender del entorno y de la experiencia.
8. Adquirir capacidades a través del desarrollo.
9. Vivir de modo autónomo dentro de una comunidad social.
10. Exhibir autoconciencia y un sentido del yo.

FIGURA 5.1. *Algunos de los logros fundamentales que hace posible el aprendizaje humano, según Newell, Rosenbloom y Laird, 1989.*

El análisis de la mente humana como sistema de conocimiento y aprendizaje puede realizarse, como hice en otro apartado del capítulo anterior, en varios niveles de descripción o explicación diferentes. Habría un primer nivel fisiológico en el que podrían analizarse las estructuras cerebrales que sustentan la memoria y el aprendizaje (SEJNOWSKI y CHURCHLAND, 1989). Todos los cambios en nuestro conocimiento son, al fin y al cabo, procesos bioquímicos. Pero eso no quiere decir que nuestra conducta esté causada o determinada a un nivel bioquímico (al igual que sucede con los cambios en la memoria de mi ordenador; por ejemplo, estas líneas que escribo, se registran en un circuito electrónico, sin que por ello debamos suponer que las ideas que expreso tienen un origen electrónico). Aunque la química pueda influir en nuestro aprendizaje, y de hecho lo hace, hay un nivel cognitivo, en el que podemos analizar los procesos psicológicos mediante los que cambian nuestras representaciones. A su vez, ese nivel cognitivo puede subdividirse en otros niveles de análisis diferentes, a los que aludí ya en el capítulo anterior. Cada uno de esos niveles ofrecería un mapa, más o menos detallado, de la estructura cognitiva humana, desde las redes neuronales a los sistemas de memoria, y desde éstos a la conciencia reflexiva y la interacción social. Sin desdeñar otros posibles análisis, y sin reiterar la justificación presentada en su momento, el nivel adecuado aquí es el de la adquisición y recuperación de representaciones en la memoria, que suele ser el nivel *estándar* (SIMON y KAPLAN, 1989), la versión clásica de cómo funciona

el sistema cognitivo humano, sin el cual otros niveles de descripción, el modelo representacional de la mente, también llamado simbólico, ya que esas representaciones están construidas por símbolos (RIVIÈRE, 1991; SIMON y KAPLAN, 1989), pueda resultar insuficiente o demasiado global, se ajusta bastante bien a las coordenadas que definen nuestro mundo cotidiano, nuestro *mesocosmos*, al utilizar criterios de organización espacial (por ej., almacenes de memoria, distancias semánticas, etc.) y temporal (memorias a corto y a largo plazo). Otras arquitecturas alternativas, como el conexionismo o incluso el socioconstructivismo, implican una concepción del conocimiento distribuido en el espacio y en el tiempo, más propia de un gas o de un fluido, que sitúa a la psicología más cerca de las ideas dinámicas del orden regido por el caos y la incertidumbre propias de la ciencia moderna (LORENZ, 1993; RIVIÈRE, 1991), pero que hace poco probable que el lector desprevenido las asimile con facilidad si no se esfuerza en realizar un verdadero cambio conceptual en sus categorías de análisis, siguiendo los procesos descritos en el capítulo 10. La concepción clásica del procesamiento de información puede ser un buen punto de partida para ese trayecto.

Según esta versión clásica, la “arquitectura” básica de la mente humana consistiría en dos sistemas de memoria interconectados, con características y funciones diferentes: una *memoria de trabajo* (durante cierto tiempo llamada memoria a corto plazo, por su carácter transitorio) y una *memoria permanente* (o memoria a largo plazo). Existiría un tercer sistema de memoria más elemental, de carácter sensorial, cuya función estaría ligada más a la percepción y el reconocimiento de los estímulos, por lo que aquí no voy a detenerme en él. El lector interesado en trascender la limitada exposición que prosigue y conocer con todo lujo de detalles las técnicas y los modelos teóricos más relevantes dispone de excelentes fuentes en castellano, como los libros de DE VEGA (1984), RUIZ VARGAS (1994), TUDELA (1985) o de forma más resumida y desde luego muy amena en el libro de BADDELEY (1982).

El símil entre un ordenador y la mente humana, en el que se sustenta buena parte de la psicología cognitiva reciente, con todas sus debilidades y limitaciones (MATEOS, 1995; POZO, 1989; RIVIÈRE, 1991; DE VEGA, 1985) puede ayudarnos a entender fácilmente la naturaleza de esos dos sistemas de memoria, sus rasgos principales y los procesos mediante los que están conectadas. Como un ordenador personal al uso, disponemos de un “espacio de trabajo”, con una determinada capacidad, en el que activamos (o cargamos) programas para procesar o elaborar información que puede provenir de “fuera” del sistema (el teclado) o del propio sistema, mediante la recuperación de información

contenida en un almacén o sistema de memoria más permanente. La figura 5.2 ilustra de una forma un tanto *naïve* este doble sistema de memoria. Veamos en qué consisten ambos sistemas para ver luego cómo pueden utilizarse más eficazmente.

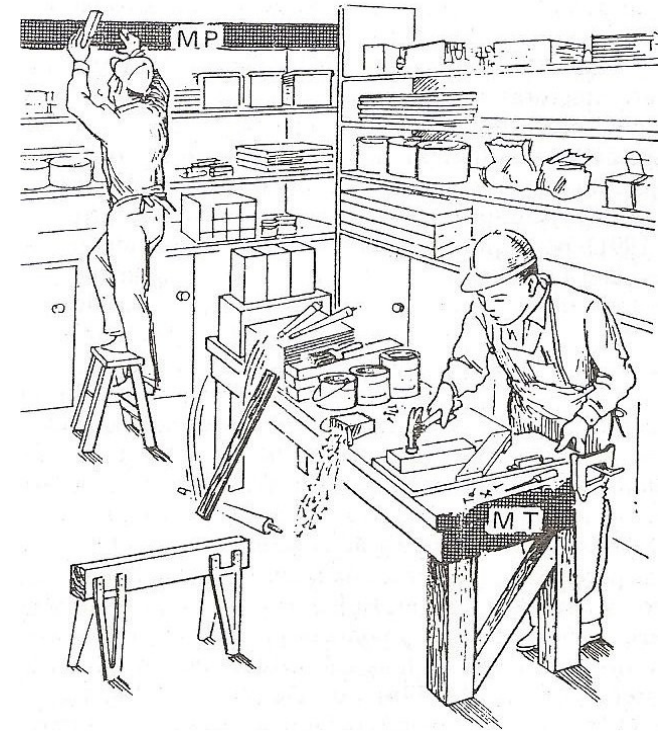


FIGURA 5.2. Los dos sistemas de la memoria humana, el banco o memoria de trabajo (MT), donde se realizan muchas de las tareas y operaciones intelectuales, y la Memoria Permanente (MP), el banco de recursos y conocimientos almacenados, que podemos recuperar para realizar esas tareas (tomado de E. Gagné, 1985).

### La memoria de trabajo

Hay diversas versiones o teorías (cómo no, dirá el paciente lector, cuya tolerancia ante la incertidumbre debe estar ya agotándose) para interpretar el

funcionamiento de la memoria de trabajo. Cuando se trata de analizar su influencia en el aprendizaje, el modelo funcional de la *memoria de trabajo* (o *working memory*) de BADDELEY (1990) resulta más adecuado que la clásica concepción de la *memoria a corto plazo* dentro del sistema de almacenes múltiples de ATKINSON y SHIFFRIN (1968). De hecho, además de cómo una estructura de memoria, un almacén en que conservar transitoriamente la información, la memoria de trabajo puede considerarse también como un proceso funcional de distribución de recursos, muy cercano, si no idéntico, a lo que conocemos por atención (BADDELEY, 1990). Sería la cabina de mando desde la que se distribuyen los recursos cognitivos, siempre limitados, de la mente humana para ejecutar las múltiples tareas a las que se enfrenta. O si se prefiere, según la viñeta anterior, nuestra mesa de trabajo, en la que debemos disponer todas las herramientas y materiales necesarios para construir nuestro conocimiento.

### Un sistema de capacidad limitada

Lo cierto es que esa mesa de trabajo es realmente pequeña. La cantidad de elementos de información que podemos mantener simultáneamente activos es muy reducida, sobre todo si la comparamos con la de un ordenador. Intente el lector aprender las series de cifras que se presentan en la figura 5.3. Al prin-

---

8 1 5  
 3 1 8  
 1 8 5 2  
 8 3 7 1  
 9 4 3 2 5  
 2 6 3 7 4  
 5 2 9 7 1 8  
 1 9 5 2 8 7  
 4 8 3 7 5 9 2  
 5 3 7 8 1 2 6  
 4 9 1 3 8 6 5 7  
 5 3 1 7 9 2 6 4  
 2 9 3 7 1 8 5 4 6  
 4 7 2 5 3 1 9 6 8  
 3 8 1 4 9 2 5 8 6 7  
 2 9 1 8 6 4 3 2 7 5  
 7 3 1 9 2 6 8 4 5 1 6  
 3 1 7 2 8 4 9 2 6 1 5

---

FIGURA 5.3. Intente el lector aprender estas series de números, leyéndolas cada una de ellas cifra por cifra y luego, con los ojos cerrados, trate de recordar toda la serie en el orden correcto. Normalmente nuestra amplitud de memoria se agota con las series de seis o siete cifras. La paciencia puede que se nos acabe incluso antes.

cipio, con tres o cuatro cifras, la tarea resulta bastante sencilla, pero cuando vamos aumentando la cantidad de números, la tarea, además de empezar a aburrirnos, llega a hacerse realmente difícil, ya que excede la *amplitud* de nuestra memoria de trabajo. Un célebre trabajo de GEORGE MILLER (1956) estableció que esa amplitud, en las personas adultas con una memoria normal, ronda los siete elementos independientes de información. Se sabe también que esa capacidad aumenta con la edad y el desarrollo cognitivo, pero el lector, a no ser que sea sorprendentemente precoz, no debe hacerse demasiadas ilusiones: aumenta un *ítem* o elemento cada dos años, hasta alcanzar el techo en torno a los 15-16 años con esos siete famosos elementos (PASCUAL-LEONE, 1980; CASE, 1985). Actualmente hay dudas de que pueda establecerse un límite absoluto a la amplitud de la memoria de trabajo, ya que como sucede con otras capacidades humanas, como la inteligencia, tiende a creerse que esa amplitud no es un valor *urbi et orbe* sino una magnitud dependiente del contexto y de la tarea, aunque, en todo caso, sigue siendo una magnitud realmente muy limitada.

Cuando una tarea requiere manejar simultáneamente más información de la que “cabe” en la memoria de trabajo, la tarea se hace lenta y difícil. Si intentamos una multiplicación como  $23 \times 14$ , la dificultad de la tarea reside no en que hay que realizar operaciones complejas ni recurrir a conocimientos que nos son extraños, sino en que desborda nuestra memoria de trabajo. Un simple papel y un lápiz hacen que la tarea sea muy fácil, ya que proporcionan una *prótesis* cognitiva a nuestra limitada memoria de trabajo (con una calculadora es aún más sencilla). Cuando una tarea de aprendizaje presenta demasiada información nueva o independiente, nuestra memoria de trabajo se sobrecarga, la mesa se llena, y el rendimiento decae de modo alarmante, como sucedía en la tarea de la figura 5.3. Si nos regalan el típico reloj con más funciones que teclas, o recibimos una clase de inglés que presenta muchas palabras nuevas, cuyo significado desconocemos, que tampoco sabemos pronunciar y que además están insertas en expresiones nuevas incomprensibles, cabe esperar que los resultados del aprendizaje sean bastante pobres. La situación de aprendizaje será más eficaz si el maestro gradúa o distribuye mejor la nueva información, de forma que no sature o exceda los recursos cognitivos disponibles de los aprendices. Igualmente, los aprendices pueden obtener un mejor resultado de su aprendizaje si distribuyen mejor sus limitados recursos, focalizando la *atención* en aquellos aspectos que resulten más relevantes y que luego pueden ayudarles a adquirir más adelante otros conocimientos.

La limitación en la capacidad de la memoria de trabajo es uno de los rasgos más característicos del sistema cognitivo humano y uno de los que más influye en nuestras dificultades de aprendizaje (HULME y MACKENZIE, 1992). La limitación en la amplitud de memoria (mediante tareas similares a la anteriormente planteada, en las que, utilizando materiales arbitrarios, sin significado, se calcula el número de elementos independientes que recuerda una persona, a las que se le impide “aprender” activamente ese material exigiéndoles realizar a la vez una tarea distractora) es una variable predictora del rendimiento en muchas tareas de aprendizaje, desde la lectura o la aritmética, a la adquisición del vocabulario o la lectura de mapas geográficos. De hecho, según BADDELEY (1982, 1990) la memoria de trabajo está compuesta por tres subsistemas especializados en funciones distintas. Un primer sistema, llamado “lazo articulatorio”, sirve para procesar la información de naturaleza esencialmente fonológica, por lo que su interrupción, bloqueo o sobrecarga durante la realización de tareas como la lectura o la adquisición de vocabulario producirá una merma considerable al aprendizaje. Un divertido ejemplo de ello se presenta en la película *After hours* de Martin Scorsese cuando el pobre hombre está intentando llamar a la policía y cada vez que busca el número en la guía y lo está repasando para marcarlo, un gracioso a su lado recita números al azar, cuyo procesamiento interfiere en el repaso haciendo que se equivoque una y otra vez al marcar, hasta la desesperación. Un segundo subsistema, una “agenda visoespacial”, está especializado en procesar información de naturaleza espacial como el diseño gráfico o el ajedrez. Si se impide funcionar correctamente a este subsistema, mediante una tarea distractora o por sobrecarga del mismo, el rendimiento de los jugadores de ajedrez decae notablemente (BADDELEY, 1990; HOLDING, 1985). Por último, un tercer subsistema, el “ejecutivo central”, ejerce el gobierno del sistema de memoria, ya que su función es gestionar y distribuir los recursos cognitivos disponibles, asignándolos a los otros subsistemas o a la búsqueda de información relevante en la memoria permanente. Dado que es el sistema responsable del control de los recursos cognitivos, lo que conocemos habitualmente como procesos de *atención*, su bloqueo reduce notablemente la efectividad del aprendizaje en muchas tareas, especialmente en aquellas que requieren comprensión (BADDELEY, 1990), sólo posible, como se verá en el próximo capítulo, mediante una activación selectiva de conocimientos almacenados en la memoria permanente. Además de la posible sobrecarga ocasional en tareas concretas, cualquier daño permanente o limitación adicional en la capacidad de la memoria de trabajo, debido a una lesión o a un deterioro cerebral, supone una merma significativa en la capacidad de aprendizaje en domi-

nios concretos, dependiendo de la naturaleza de la lesión y del subsistema de la memoria de trabajo afectado (BADDELEY, 1990; HULME y MACKENZIE, 1992).

Por fortuna las relaciones entre memoria de trabajo y aprendizaje no se agotan en las restricciones impuestas por la memoria de trabajo disponible a la capacidad de aprendizaje. Son unas relaciones más funcionales o dinámicas, producto de una interacción, más que de una relación unidireccional. También el aprendizaje afecta a la utilización que se hace de la memoria de trabajo. Una de las funciones del aprendizaje humano es precisamente, como se verá más adelante, incrementar el “especie mental” disponible, no aumentando la capacidad estructural de la memoria de trabajo (que, salvo el incremento debido al desarrollo cognitivo, no puede hacerse más grande: nuestra mesa de trabajo no es extensible), sino su disponibilidad funcional para tareas concretas (utilizando mejor los escasos recursos disponibles, organizando mejor la mesa de trabajo, quitando cosas de ella, apilando otras, etc.). La capacidad de aprendizaje es una solución muy ingeniosa que nos ha proporcionado la selección natural para superar o trascender los severos límites que nos imponen nuestros exiguos recursos cognitivos. Aunque otros sistemas cognitivos tengan un banco de trabajo infinitamente más extenso que el nuestro (por ej., las máquinas que juegan al ajedrez computan miles de posibilidades más que un jugador profesional) su rendimiento en tareas concretas se ve superado aún por la versatilidad que ofrece la capacidad humana de aprendizaje (Kasparov sigue aún defendiendo, con uñas y dientes, pero también con su capacidad de aprendizaje, el “honor” de la especie humana por encima del empuje y de la fuerza bruta computacional de las máquinas). Los límites de “espacio” en la memoria humana quedan trascendidos por nuestros procesos de aprendizaje. Otro tanto sucede con los límites “temporales” de la memoria de trabajo.

### *Un sistema de duración limitada*

Además de consistir en un sistema de recursos (limitados) de procesamiento, la memoria de trabajo tiene una segunda propiedad o función cognitiva: sirve de almacén transitorio de la información, por lo que también se la conoce como *memoria a corto plazo*, para diferenciarla de ese otro sistema de memoria permanente, al que nos referiremos luego. Esa información que está siendo procesada activamente en un momento dado, la que tenemos sobre nuestra mesa de trabajo, se retiene durante unos segundos. El número de teléfono que buscamos en la agenda y retenemos hasta que lo marcamos, el precio del libro que vamos a pagar, el nombre del cliente al que queremos localizar se

mantienen brevemente en nuestra memoria. Aquí también nuestra memoria de trabajo difiere de la de un ordenador, que mantiene fielmente la información hasta que desconectamos el ordenador, o se produce un apagón traicionero que se lleva por delante varias horas de trabajo. La memoria humana sufre un apagón cada diez o veinte segundos, dependiendo no sólo de la naturaleza y cantidad del material de aprendizaje, sino de lo que hayamos hecho entretanto. Si el lector ha tenido la amabilidad de intentar la tarea anterior (de la figura 5.3) y luego ha seguido leyendo, seguramente ahora no recordará ninguna serie de números, ni la más breve siquiera. No ha habido verdadero aprendizaje, porque los resultados obtenidos han sido muy efímeros.

Si queremos evitar los fulminantes efectos de ese periódico apagón cognitivo y aprender realmente, tendremos que hacer algo activamente con el material de aprendizaje una vez que lo hemos procesado. Si el número de teléfono que estamos marcando comunica o el dependiente está ocupado, podemos retener el número de teléfono o el precio del libro repasándolo hasta que nos atiendan. Si queremos conservar la información que se halla en la memoria transitoria del ordenador (por ej., el documento que ahora estoy escribiendo) debemos realizar una operación para “salvar” esa información y enviarla, tal cual, al disco duro, con el fin de poder recuperarla más tarde.

Otro tanto sucede con la memoria humana, con la diferencia de que las “operaciones” de almacenamiento son mucho más complejas, menos lineales, que dar a tres o cuatro teclas. De hecho, el tránsito de la información desde la memoria de trabajo a la memoria permanente está mediado por un conjunto de procesos de *adquisición* (o aprendizaje propiamente dicho, como se verá en el próximo capítulo) que pueden ocupar un libro como éste, o incluso otros más voluminosos. La esencia del aprendizaje humano reside ahí: qué secuencia de operaciones o procesos realiza nuestro sistema cognitivo para incorporar una información que está siendo procesada a nuestro bagaje más o menos permanente de conocimientos, hábitos, emociones, etc., y cómo podemos intervenir de modo deliberado o intencional sobre esos procesos para hacerlos más eficientes, de forma que, según los criterios establecidos en el capítulo 3, lo que aprendamos sea más duradero y se recupere con más facilidad y flexibilidad cuando nos sea útil. Prácticamente todo lo que aprendemos pasa por nuestra memoria de trabajo, pero no todo lo que pasa por nuestra memoria de trabajo acaba siendo aprendido de modo duradero y transferible. Se requiere además que la información acceda a ese otro sistema de memoria más permanente. La calidad y cantidad del aprendizaje dependerá no sólo de los recursos cognitivos

que le dediquemos en nuestra “mesa” de trabajo sino sobre todo en la forma, más o menos organizada, en que lo traslademos a la memoria permanente.

## La memoria permanente

A diferencia de la memoria de trabajo, que se define como un sistema limitado, la memoria permanente se concibe como un sistema casi ilimitado en capacidad y duración. A poco que nos detengamos a pensarlo, la cantidad de información de todo tipo que conservamos en nuestra memoria es inabarcable. Necesitaríamos toda una vida para rememorar lo que la vida nos ha hecho aprender hasta ahora. Somos una inmensa memoria. Pero no siempre encontramos en ella lo que buscamos. A diferencia de esos otros sistemas de conocimiento tan constantes y predecibles que son los ordenadores, las personas olvidamos con frecuencia mucho de lo que hemos aprendido o vivido.

Puede pensarse que sin olvido no habría problemas de aprendizaje. Recordaríamos y evocaríamos todo fielmente con sólo haberlo procesado. Pero seguramente es al revés, podemos aprender *porque olvidamos*, porque nuestra memoria permanente está organizada para cumplir una función selectiva, que nos permite reconstruir nuestro pasado y nuestros aprendizajes anteriores en función de nuestras metas actuales, de forma que no nos perdamos en una infinidad de recuerdos amontonados unos sobre otros, como hojas muertas. Nuestra memoria no es sólo un mecanismo, es un sistema dinámico que revive y reconstruye lo que hemos aprendido hasta llenarlo de sentido. Como pensaba tan certeramente Luis Buñuel, no sólo olvidamos, también recordamos cosas que nunca sucedieron, producto no de nuestra imaginación, sino del lento fluir de la memoria.

Cuando recuperamos aprendizajes anteriores solemos distorsionar el recuerdo por diferentes procesos (SCHACTER, 1989): *selección* (recordando sólo los aspectos más esenciales y olvidando o deformando los restantes), *interpretación* (recordamos no lo que sucedió, sino lo que creemos que sucedió) e *integración* (ese aprendizaje se combina en nuestra memoria con otros aprendizajes anteriores y posteriores, alejando nuestro recuerdo cada vez más de la situación “real” de aprendizaje). La memoria humana, como muy bien suponía Buñuel, no es demasiado fiable, pero no sólo en la recuperación de cuerpos complejos de conocimiento (¿quién diablos se acuerda ahora de todas las enigmáticas figuras que adoptaban caprichosos los silogismos, *bárbara*, *darii* y demás jeroglíficos?) sino incluso en el recuerdo de sucesos concretos que hemos vivido intensamente. Los estudios sobre el recuerdo y el testimonio de

testigos en procesos judiciales son bastante ilustrativos e inquietantes, ya que muestran abundantes y sistemáticas distorsiones como las antes descritas (DIGES y ALONSO-QUECUTY, 1993). Quien ha asistido a un atraco o simplemente a un accidente de tráfico recuerda lo ocurrido bajo la espesa niebla de sus prejuicios, emociones y creencias. Parafraseando a Koffka podemos decir que no recordamos las cosas tal como fueron, sino como somos nosotros. El niño que recordamos haber sido nunca existió. Nos lo estamos inventando ahora a partir de fragmentos dispersos. Como Julio Llamazares cuando reconstruye en *Escenas de cine mudo* su infancia a través de un álbum de fotos añejas y va descubriendo en cada una de ellas no sólo el niño que fue sino el adulto plagado de nostalgia que es ahora: “Desde cada fotografía, nos miran siempre los ojos de un fantasma. A veces, ese fantasma tiene nuestros mismos ojos, nuestro mismo rostro, incluso nuestros mismos nombres y apellidos. Pero, a pesar de ello, los dos somos para el otro dos absolutos desconocidos”. Otro tanto sucede con nuestros recuerdos, con el producto vivo y dinámico de nuestros aprendizajes.

### *Olvidar para aprender*

Si la memoria humana permanente tiene algún límite de capacidad o en la duración de lo aprendido no se conoce todavía. Eso no significa que cualquier cosa que aprendamos tenga garantía de por vida. Como hemos visto, olvidamos mucho de lo que aprendemos. Aunque muchas veces resulte frustrante (¿cómo diablos se llama la medicina que he venido a buscar?), embarazoso (¿pero quién es este individuo que me saluda con tanta confianza?), desastroso (¿cómo se calcula el área de un triángulo escaleno?) o simplemente estúpido (¿qué he venido yo a hacer en la cocina?), el olvido es también un mecanismo adaptativo de nuestro sistema cognitivo, que está vinculado con el propio funcionamiento de la memoria y no con posibles límites en su capacidad (RUIZ VARGAS, 1994). La memoria humana no sólo sirve para representar y recordar lo aprendido sino también para olvidarlo cuando deja de ser útil o eficaz. El olvido tiene un alto valor adaptativo, ya que nos permite, entre otras cosas, eludir el peso abrumador de nuestros recuerdos o la inútil carga de tantos y tantos conocimientos inútiles que algún día tuvimos que aprender. Si nuestra memoria no fuera también un sistema diseñado para el olvido nos sucedería como a Funes el memorioso, ese personaje misterioso como todos los inventados por Borges, condenado a recordar todos los detalles de su vida, lo que le impedía, perdido en la inmediatez de lo concreto, percibir el fluir constante del mundo, su sentido.

Como en los tangos, hay muchas razones para olvidar. Las teorías de la memoria destacan, de modo alternativo o complementario, dos explicaciones principales para el olvido (BADDELEY, 1982, 1990). Según un primer mecanismo, que podemos traducir un tanto poéticamente por el *desvanecimiento de la huella*, el tiempo simplemente borra las huellas de memoria, como el viento barre las hojas muertas. Una metáfora muy antigua (recuérdese la idea empirista del aprendizaje como una huella impresa en una tablilla de cera, relatada en el capítulo 1) nos dice que las experiencias van dejando huellas en nuestra memoria y que, según otro conocimiento ancestral, el tiempo todo lo cura. Pero tal vez no sea el transcurso del tiempo, sino lo que ocurre en ese tiempo, lo que provoca el olvido. Esta es la teoría de la *interferencia*, olvidamos porque nuevos aprendizajes vienen a depositarse sobre los anteriores, borrando y difuminando su recuerdo. Nuestro aprendizaje se ve deformado por una interferencia *proactiva* (o hacia adelante) en la que todo nuevo aprendizaje se asimila y somete a la fuerza de aprendizajes anteriores. Cuando intentamos aprender alemán o inglés, lo hacemos desde nuestra lengua nativa, con lo que lo teñimos de un inconfundible y pegajoso acento español. Pero también hay una interferencia *retroactiva* (o hacia atrás): los nuevos aprendizajes modifican a los anteriores, les dan un nuevo sentido. Un nuevo desengaño amoroso nos hace recordar de manera bien distinta nuestro primer desamor.

Aunque ambos mecanismos de olvido tienen un cierto apoyo empírico en la investigación (BADDELEY, 1990), la idea de la memoria permanente como un sistema dinámico, en continuo fluir, debe hacernos concebir el olvido como un producto de la interacción entre conocimientos, más próxima a la teoría de la interferencia. Todo nuevo aprendizaje modifica nuestra memoria al tiempo que es modificado por ella, ya que, de acuerdo con las modernas teorías conexionistas de la memoria distribuida (RUMELHART, MCCLELLAND y grupo PDP, 1986), los resultados de ese aprendizaje modifican la probabilidad de activar o evocar otros conocimientos anteriores, al tiempo que se ven modificados por su conexión con otras unidades de conocimiento activas. Al fin y al cabo, como en el tango (sin duda una compleja cultura del olvido) podemos decir que nada se olvida, simplemente no somos capaces de recuperarlo, hasta que un día, un olor a hierba recién segada, el sabor de una magdalena mojada en café, un gesto dibujado levemente por una mano, enciende la chispa y activa ese viejo aprendizaje que creíamos perdido y se hallaba en realidad inerte, dormido sobre el fondo gris de una red neuronal. Es la red de conexiones que subyace a nuestras representaciones, conectadas a su vez con una red de indicios o estímulos ligados a ellas, la que explicaría la probabilidad de recuperar lo aprendi-

do. El recuerdo y con él el olvido son funciones de la organización de nuestras representaciones en la memoria.

### La organización de la memoria

Nuestra memoria contiene tanta y tan variada información que sin un mínimo de organización sería imposible recuperar nada de lo que hay en ella. Los indicios o estímulos externos nos sirven como “pista” para facilitar la recuperación de lo aprendido, haciéndolo más duradero. Pero aun así, dada la gran cantidad de resultados de aprendizaje que se almacenan en ella, si queremos encontrar o evocar un recuerdo o un conocimiento debemos almacenar esos aprendizajes de una forma ordenada. El rasgo más relevante de nuestra memoria permanente es su organización. Buena parte de las teorías psicológicas han asumido tradicionalmente que nuestra memoria permanente tiene una organización jerárquica (DE VEGA, 1984). La figura 5.4 ilustra una típica estructura de red semántica organizada en varios niveles jerárquicos. Muchas teorías suponen que gran parte de nuestro conocimiento sobre el mundo estaría “empaquetado” en forma de conceptos, esquemas (o en general representaciones) que se encajarían, como en esa red semántica, de forma jerárquica, unas en otras, en forma de árboles de conocimiento, de manera tal que para recuperar un contenido de la memoria deberíamos movernos por esas redes laboriosamente tejidas por nuestro aprendizaje. El significado de un concepto dependería de sus relaciones con el resto de los elementos que componen esa “red semántica”.

Aprender en un dominio de conocimiento implicaría tejer redes más complejas y mejor organizadas. Los expertos en un dominio organizan su memoria de forma bien diferente a los novatos, al adquirir ciertos principios generales organizadores del dominio (por ej., las leyes de Newton o los principios que rigen el funcionamiento de la memoria humana), situados en el nivel más elevado de la jerarquía, junto con muchos conocimientos específicos, en muchos casos de detalle, que ensanchan mucho los niveles inferiores de la jerarquía, facilitando el reconocimiento de nuevos casos como situaciones familiares (CHI, GLASER y FARR, 1988). El jugador experto de ajedrez no sólo tiene mucha más información y conocimiento empaquetado (sobre aperturas, variantes y finales) sino que la tiene organizada jerárquicamente bajo ciertos principios que estructuran y dirigen de modo estratégico su juego.

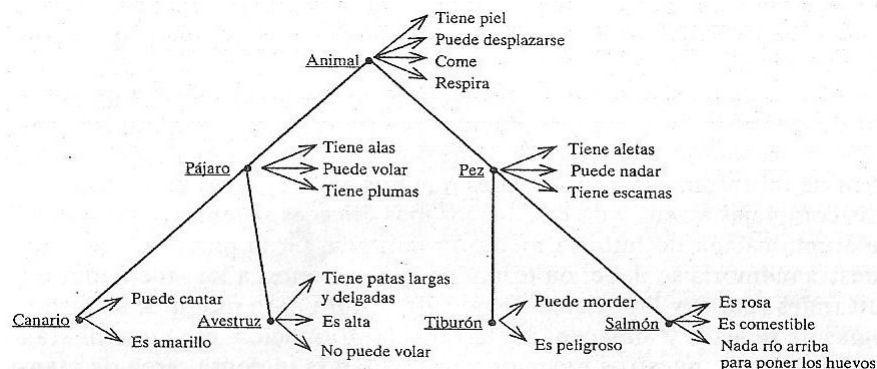


FIGURA 5.4. Ejemplo de red semántica, que organiza jerárquicamente los conocimientos almacenados en la memoria permanente sobre algunas especies animales, según Collins y Quillian (1969)

Esta organización jerárquica de algunos contenidos de la memoria humana, aquellos que tienen una naturaleza conceptual, ha llevado a suponer que nuestra memoria está organizada como un diccionario, o aún mejor como una biblioteca, como la que ingenuamente representa, unas páginas más atrás, la figura 5.2, constituida por un archivo que organiza temáticamente todos nuestros contenidos de memoria a partir de unos descriptores o “palabras claves” fundamentales que señalarían la ruta de búsqueda más adecuada para localizar cada conocimiento (como el índice temático que hay al final de este libro). Sin embargo, las cosas no son tan simples. Otros resultados del aprendizaje contenidos en nuestra memoria adoptan formas de organización bien diferentes, desde la organización en el tiempo y en el espacio de los aprendizajes episódicos (TULVING, 1983) o de nuestra propia memoria personal, autobiográfica (COHEN, 1989), cuyos “descriptores” o índices de búsqueda pueden ser tanto emocionales como temáticos, hasta las más sutiles formas de organización implícita que las teorías conexionistas del aprendizaje atribuyen a la memoria como un sistema de conocimiento distribuido (RUMELHART, MCCLELLAND y grupos PDP, 1986). Según estas últimas, son las conexiones entre las unidades, más que la forma o estructura global, las que determinan cada estado transitorio de organización dentro del sistema. Este tipo, dinámico de organización, regido por los principios que guían la activación de esas unidades, se halla más cercano a las caprichosas formas de los sistemas caóticos, ilustradas de modo



brillante por LORENZ (1993), que a la organizada simetría de una red jerárquica. Tal vez no sea muy reconfortante para el lector pensar que su memoria tiene una organización un tanto caótica o que la figura 5.5 representa gráficamente las relaciones entre varios conceptos comunes en la memoria humana, según RUMELHART *et al.* (1986). Pero a veces el caos produce las más sutiles armonías. En todo caso, sin necesidad de sumergirse en las ondulantes aguas del caos, ni adquirir unas “gafas mágicas” para percibir figuras pluridimensionales, el lector podrá captar algunos de los rasgos de estas formas de organización implícita en el capítulo 8 al tratar el aprendizaje de las teorías implícitas, que responden en parte a una organización de este tipo (POZO *et al.*, 1992; RODRIGO, 1993).

De cualquier manera, aunque los resultados del aprendizaje adopten en nuestra memoria las más variadas formas de organización, sí parece claro que adquirir el conocimiento de forma organizada, como un sistema explícitamente relacionado, en vez de cómo unidades de información yuxtapuestas, produce un aprendizaje más eficaz y una recuperación más frecuente y probable. La información que aprendemos con un significado, como parte de una organización de conocimientos más amplia, se recuerda mejor que los datos que adquirimos aisladamente (en los capítulos 10 y 11 hay ejemplos de aprendizajes verbales y procedimentales a los que se aplica este principio). Un proceso de *adquisición* muy eficaz es relacionar una nueva información con representaciones ya contenidas en la memoria en lugar de adquirirlo como un elemento de información independiente.

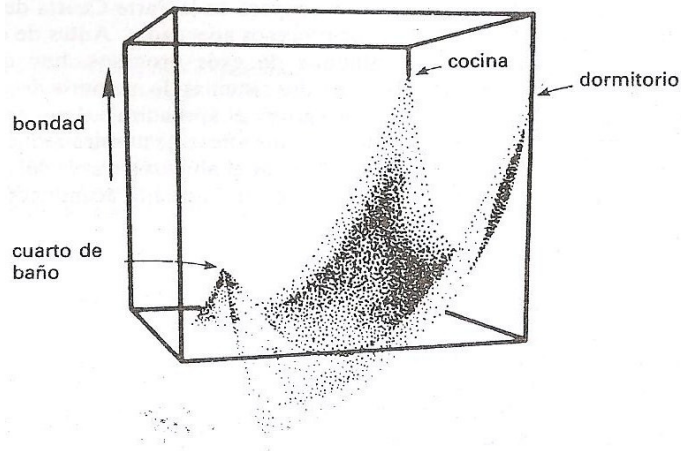


FIGURA 5.5. Paisaje representacional, en tres dimensiones, de la “bondad de ajuste” de algunas categorías familiares de acuerdo con el modelo conexionista de Rumelhart, McClelland y el grupo P.D.P. (1986). Los conceptos no se representan en un plano jerárquico único, estable, como el que refleja la figura 5.4 anteriormente, sino que conforman extrañas figuras, que se mueven, ondulan caóticamente de un plano a otro.

La realización de actividades de aprendizaje con una organización y unas metas explícitas favorece no sólo el aprendizaje de esos materiales sino sobre todo la reorganización de las propias estructuras de memoria. Aunque buena parte de nuestros aprendizajes cotidianos estén organizados de forma implícita, la instrucción debe promover el cambio de esos conocimientos previos de naturaleza implícita mediante actividades planificadas deliberadamente (de las que me ocuparé en la Parte cuarta dedicada a las condiciones) que activen los procesos adecuados. Antes de detallar, en el próximo capítulo, algunos de esos procesos, hay que profundizar más en la conexión entre los dos sistemas de memoria descritos, como una estrategia eficaz para promover el aprendizaje. La memoria permanente puede ser un amplificador muy eficaz de nuestra reducida memoria de trabajo, pero esta a su vez debe ser el altavoz a través del que oímos la voz de nuestra memoria, de nuestros aprendizajes acumulados y organizados.

### La conexión entre ambos sistemas de memoria a través del aprendizaje

Tal vez resulte sorprendente que un sistema de aprendizaje tan sofisticado y potente como el que caracteriza a la especie humana esté “montado” sobre una arquitectura en apariencia tan débil. Tomados por separado, ambos sistemas de memoria resultan bastante deficientes. Los recursos de la memoria de trabajo son tan escasos que apenas nos permiten realizar, sin ayuda externa, una multiplicación de dos cifras o recordar dentro de medio minuto el número de teléfono que nos acaban de dar. Y nuestra memoria permanente, bueno sí, es ilimitada, pero está tan abarrotada y muchas veces tan desordenada como un inmenso desván lleno de objetos polvorientos, que en fin, con frecuencia no encontramos lo que vamos a buscar, y cuando lo encontramos, resulta que sin darnos cuenta, en las tinieblas de ese desván neblinoso, nos llevamos un objeto equivocado.

No parece un sistema muy eficaz, pero de hecho constituye un sistema de adquisición y representación de conocimiento extraordinariamente potente. La conjunción o conexión entre ambas memorias multiplica de tal forma sus posibilidades que nos hace capaces de realizar las más complejas tareas y de diseñar los más eficaces sistemas “culturales” de amplificación de nuestra memoria limitada. Gran parte del éxito de nuestra memoria se debe, en términos vygotskianos, a los “mediadores” culturales (papel y lápiz, cuando no calculadora para multiplicar, tecnologías de registro y almacenamiento de la información, etc.) que liberan buena parte de nuestros recursos y nos evitan la inmensa tarea de mantener un registro fiel del mundo en nuestra cabeza. En la nueva cultura del aprendizaje esbozada en el capítulo 1, gran parte de nuestro conocimiento está en el mundo (Norman, 1988) y nosotros lo recuperamos de ahí a través de los indicios adecuados. Las nuevas tecnologías liberan a nuestra memoria de las labores más esclavas y rutinarias, permitiéndonos dedicar nuestros limitados recursos a más nobles empeños, como dice Norman (1988, pág. 238 de la trad cast): “En general, yo celebro cualquier adelanto tecnológico que reduzca mi necesidad de trabajo mental pero siga aportándome el control y el disfrute de la tarea. Así puedo ejercitar mis esfuerzos mentales en la clave de la tarea, en lo que debo recordar, en el objetivo de la aritmética o de la música. Quiero utilizar mi capacidad mental para las cosas importantes, y no para las minucias mecánicas”.

Las nuevas tecnologías de la información, en vez de esclavizarnos y someterlos a sus huecas rutinas, como suponían algunos negros presagios y aún cree mucha gente, multiplican nuestras posibilidades cognitivas y nos permiten acceder a una nueva cultura del aprendizaje. Pero esas nuevas tecnologías no podrían usarse y menos aún diseñarse si la mente humana no hubiera sido dotada, con la inestimable ayuda de la selección natural, de unos procesos de aprendizaje que permiten movilizar, activar, nuestros sistemas de memoria con una eficacia realmente extraordinaria. De esos procesos de aprendizaje, que se analizan a continuación, en el próximo capítulo, hay tres mecanismos básicos de conexión entre los sistemas representacional del sistema, haciendo posible aprendizajes tan complejos como los que se analizan en la Tercera Parte del libro. Se trata de la *condensación de chunks*, o “*piezas*” de información a partir de unidades más elementales, la *automatización* de conocimientos de forma que su activación apenas consuma recursos cognitivos y la atribución de *significado* a la información mediante su conexión con conocimientos ya existentes en la memoria.

De hecho, estos tres mecanismos forman parte de un mismo proceso común de adquisición, por lo que describen con más detalle en el capítulo próximo. Lo que tienen en común estos tres mecanismos es utilizar los conocimientos almacenados en la memoria permanente para hacer más eficaz el procesamiento de la información que accede a la memoria de trabajo. Al unir distintos elementos en una misma “pieza” de información se reduce la demanda cognitiva de la tarea, ya que la cantidad de información que debe atenderse es menor (recuérdese que la memoria de trabajo sólo puede atender a un número limitado de elementos o *clientes independientes* que acuden a la vez, una familia que va junta es, a efectos de recursos cognitivos, un solo cliente). La automatización, que es también un resultado del aprendizaje repetitivo almacenado en nuestra memoria permanente, permite ejecutar sin apenas consumo atencional tareas que inicialmente producían mucho gasto, liberando los recursos de la memoria de trabajo para hacer simultáneamente o *en paralelo* otras tareas. Y por último la búsqueda del significado de las tareas, mediante su conexión con estructuras organizadas de la memoria permanente, nos permite seleccionar y controlar de manera más adecuada y estratégica la realización de las tareas, pero sobre todo nos permite modificar, a través de su activación en la memoria de trabajo, esas estructuras de memoria evitando que se queden obsoletas o se pierdan para siempre en el olvidado y remoto desván del conocimiento inerte. De esta forma, un sistema de almacenamiento y representación de la información bastante limitado, si lo comparamos con los sistemas artificiales ya disponibles, se convierte en la más perfecta y acabada máquina de aprender que se conoce y probablemente se llegue a conocer nunca. Aunque, eso sí, siga pasando sus estrecheces a la hora de lograr ciertos resultados del aprendizaje porque las condiciones en que se le exige activar cada uno de esos procesos no siempre son las idóneas. En el capítulo próximo se analizan con mayor detalle los procesos de aprendizaje mediante los que nuestro sistema cognitivo amplifica y desarrolla sus capacidades para representarse el mundo.