



La memoria

Agradezcamos por la memoria. No le prestamos atención, a menos que funcione mal. Pero es nuestra memoria la que registra el tiempo y define nuestra vida. Es nuestra memoria la que nos permite reconocer a nuestra familia, hablar nuestro idioma, volver a casa y encontrar el alimento y el agua. Es nuestra memoria la que nos permite disfrutar una experiencia y luego revivirla mentalmente para volver a disfrutarla. Son nuestros recuerdos compartidos los que nos unen como irlandeses o australianos, como serbios o albaneses. Y nuestros recuerdos en ocasiones nos incitan a pelear contra aquellos cuyas ofensas no podemos olvidar.

En gran medida, uno es lo que recuerda. Sin la memoria, el almacén en el que se acumula el aprendizaje, no podríamos saborear los momentos felices vividos, no sentiríamos culpa o enojo ante los recuerdos dolorosos. En lugar de esto, viviríamos continuamente en el presente y cada momento sería nuevo. Pero cada persona sería un extraño, cada idioma sería extranjero, cada tarea –vestirse, cocinar, andar en bicicleta– representaría un desafío. Incluso usted sería un extraño para usted mismo sin el sentido continuo de su yo que va desde su pasado lejano hasta el presente momentáneo. “Si se pierde la capacidad de recordar, no hay vida”, sugirió el investigador y

neurobiólogo James McGaugh (2003). “Sería lo mismo ser un nabo o un repollo”.

El fenómeno de la memoria

PARA UN PSICÓLOGO, la **memoria** es el aprendizaje que persiste a través del tiempo, la información que se ha almacenado y puede recuperarse.

El estudio de los extremos de esta función ha ayudado a los investigadores a entender su funcionamiento. A los 92 años, mi padre sufrió un accidente isquémico transitorio que produjo un solo efecto peculiar. Su personalidad afable permaneció intacta. Seguía activo como antes. Nos reconocía y al mirar las fotos del álbum familiar podía recordar los detalles de su pasado. Pero perdió gran parte de la capacidad que tenía para almacenar recuerdos nuevos de conversaciones y episodios cotidianos. No podía decirme qué día de la semana era. Aunque se le contó varias veces acerca de la muerte de su cuñado, demostraba sorpresa cada vez que escuchaba la noticia.

En el otro extremo están las personas que obtendrían una medalla de oro en las olimpiadas de la memoria, como el periodista ruso, Shereshevskii, o S, quien sólo necesitaba escuchar mientras otros periodistas tomaban notas (Luria, 1968). Mientras que usted y yo podríamos repetir una serie de hasta 7 dígitos, o 9 como máximo, S podía repetir hasta 70 dígitos o palabras, siempre que se los leyera cada tres segundos en una habitación en silencio. Además, podía recordarlos con la misma facilidad hacia adelante que hacia atrás. Su precisión era infalible, aun cuando le pedían que recordara una lista hasta 15 años después, tras haber memorizado centenares de otras listas. “Sí, sí”, podía recordar. “Era una serie que me diste una vez cuando estábamos en tu departamento... Tú estabas sentado a la mesa y yo en la mecedora... Tú usabas un traje gris y me mirabas así...”.



“Camarero, quisiera hacer un pedido, pero si ya comí, tráigame la cuenta”.

© The New Yorker Collection, 1992.
Robert Mankoff de cartoonbank.com.
Todos los derechos reservados.

EL FENÓMENO DE LA MEMORIA

EL ESTUDIO DE LA MEMORIA: MODELOS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

LA CODIFICACIÓN: INCORPORAR LA INFORMACIÓN

Cómo codificamos

Qué codificamos

EL ALMACENAMIENTO: RETENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La memoria sensorial

La memoria activa a corto plazo

La memoria a largo plazo

El almacenamiento de los recuerdos en el cerebro

LA RECUPERACIÓN: EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Claves para la recuperación

EL OLVIDO

Fallas de la codificación

El deterioro del almacenamiento

Fallas de la recuperación

En detalle: Recuperación de claves

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS RECUERDOS

Los efectos de la información errónea y la imaginación

Amnesia de la fuente

El discernimiento entre los recuerdos verdaderos y falsos

El recuerdo de los niños que han sido testigos oculares

Los recuerdos del abuso, ¿se reprimen o se construyen?

MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA

∴ **memoria** persistencia del aprendizaje a través del tiempo mediante el almacenamiento y la recuperación de la información.

► FIGURA 8.1

¿Qué es esto? Las personas que, 17 años antes, habían visto la imagen completa (en la FIGURA 8.3) presentaban más probabilidades de reconocer este fragmento, incluso si habían olvidado esta experiencia anterior (Mitchell, 2006).



experiencia, observó que estas personas tenían mayores probabilidades de identificar los objetos que habían visto con anterioridad que los individuos de un grupo control que nunca habían visto los dibujos completos. Incluso, al igual que la cigarra, que resurge de la tierra cada 17 años, el recuerdo de la imagen reapareció incluso en aquellas personas que no poseían un recuerdo consciente de haber participado en ese experimento tantos años antes.

¿Cómo logramos realizar estas hazañas de la memoria? ¿Cómo podemos recordar cosas en las que no pensábamos hacía años, y sin embargo olvidar el nombre de alguien que conocimos hace un minuto? ¿Cómo se almacenan los recuerdos en nuestro cerebro? ¿Por qué algunos recuerdos dolorosos persisten como invitados desagradables, mientras que otros recuerdos desaparecen rápidamente? ¿Cómo es posible que dos recuerdos del mismo acontecimiento sean tan diferentes? ¿Por qué es probable que usted no pueda recordar correctamente esta frase después de leer el capítulo: “*El rebelde enfurecido arrojó la piedra contra la ventana*”? ¿Cómo se puede mejorar la memoria? Éstas serán algunas de las preguntas que surgirán a medida que revisemos las investigaciones sobre la memoria realizadas a lo largo de más de un siglo.

El estudio de la memoria: modelos de procesamiento de información

1: ¿De qué manera describen los psicólogos el sistema de memoria humano?

MEDIANTE UN MODELO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MEMORIA podemos pensar en cómo formamos y recuperamos los recuerdos. Un modelo empleado con frecuencia es el sistema de procesamiento de información de un ordenador. Para recordar cualquier acontecimiento es necesario *enviar información al cerebro (codificación)*, *retener* esa información (*almacenamiento*) y, por último, *recuperarla (recuperación)*. Un ordenador también *codifica, almacena y recupera* la información. En primer lugar, traduce los datos introducidos (las pulsaciones sobre el teclado) a un lenguaje electrónico, de manera muy parecida a la forma en la que el cerebro codifica la información sensorial a un lenguaje neuronal. El ordenador almacena permanentemente grandes cantidades de información en un disco, desde el cual luego se puede recuperar.

Sin embargo, como con todas las analogías, el modelo del ordenador tiene sus límites. Nuestros recuerdos son menos literales y más frágiles que los de un ordenador. Además, la mayoría de los ordenadores procesan información con mayor rapidez pero en secuencia, incluso mientras alternan entre tareas. El cerebro es más lento pero hace muchas cosas a la vez, de manera paralela.

Los psicólogos han propuesto varios modelos de procesamiento de la información aplicables a la memoria. Un modelo moderno, el *conexionismo*, considera que la memoria surge de una serie de redes neuronales interconectadas. Los recuerdos específicos son el resultado de patrones de activación específicos dentro de estas redes. Un modelo más antiguo pero más sencillo de imaginar es el propuesto por Richard Atkinson y Richard Shiffrin (1968), según el cual producimos los recuerdos en tres etapas:

:: **codificación** procesamiento de la información en el sistema de la memoria, por ejemplo, mediante la extracción del significado.

:: **almacenamiento** retención de la información codificada a través del tiempo.

:: **recuperación** proceso de obtención de información a partir del almacenamiento de los recuerdos.

1. Primero grabamos información para ser recordada como una **memoria sensorial** veloz.
2. A partir de ésta, procesamos la información en un depósito de **memoria a corto plazo**, donde la codificamos mediante el *ensayo*.
3. Finalmente, la información se instala en la **memoria a largo plazo**, desde la cual la recuperamos.

Aunque se trata de un modelo de importancia histórica y de sencilla utilidad, este proceso de tres pasos resulta limitado y falible. En este capítulo, utilizamos una *versión modificada del modelo de procesamiento de la memoria en tres etapas* (FIGURA 8.2). Este modelo actualizado incorpora dos conceptos nuevos importantes:

- Cierta información, como se desarrollará más adelante en este capítulo, saltea las dos primeras etapas del modelo de Atkinson y Shiffrin y es procesada de manera directa y automática en la memoria a largo plazo, sin percepción consciente.
- La **memoria activa**, una nueva concepción de la segunda etapa del modelo de Atkinson y Shiffrin, se concentra en el procesamiento activo de la información en este estadio intermedio. Ya que nos es posible concentrarnos al mismo tiempo en toda la información que bombardea nuestros sentidos, dirigimos nuestra atención hacia determinados estímulos externos que ingresan, en general aquellos nuevos o importantes. Estos estímulos, junto con la información que recuperamos de la memoria a largo plazo, se procesan en la memoria activa temporaria. La memoria activa asocia la información nueva con la antigua y resuelve los problemas (Baddeley, 2001, 2002; Engle, 2002).

La capacidad de la memoria activa es diferente en todas las personas. Imagine que le muestran una letra del abecedario, luego le hacen una pregunta simple, luego le muestran otra letra y le formulan otra pregunta, y así sucesivamente. Aquellos individuos que logran recordar la mayor cantidad de letras a pesar de las interrupciones tienden a demostrar en la vida diaria un mayor nivel de inteligencia y un mejor mantenimiento de la concentración en las tareas (Kane y cols., 2007; Unsworth y Engle, 2007). Al ser convocados en distintos momentos para verificar su nivel de recuerdos, estas personas poseen menos probabilidades de informar una distracción mental de su actividad presente.

Ahora utilicemos nuestro modelo actualizado para observar con más detenimiento el proceso mediante el cual se codifica, almacena y recupera la información.

:: **memoria sensorial** registro inmediato y breve de la información sensorial en el sistema de la memoria.

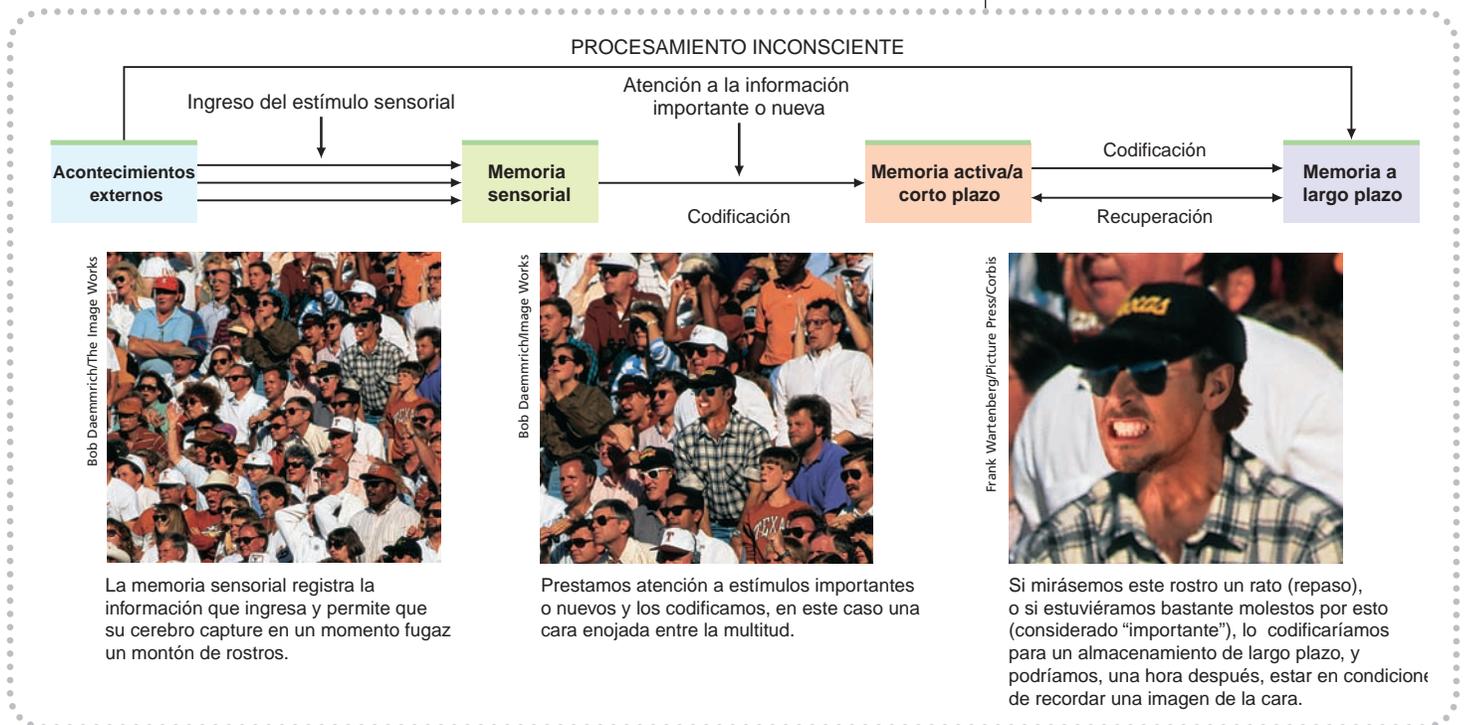
:: **memoria a corto plazo** memoria activada que retiene algunos elementos durante un período corto, como los siete dígitos de un número de teléfono al marcarlo, antes de almacenar la información o perderla.

:: **memoria a largo plazo** almacenamiento relativamente permanente e ilimitado en el sistema de la memoria. Incluye conocimientos, habilidades y experiencias.

:: **memoria activa** concepto que deviene de una nueva comprensión de la memoria a corto plazo; se concentra en el procesamiento consciente y activo de la información auditiva y visuoespacial entrante, y de la información recuperada de la memoria a largo plazo.

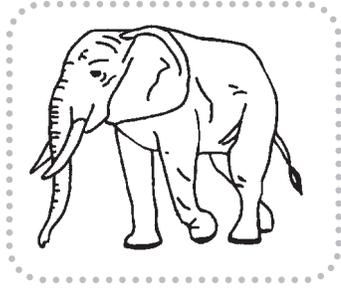
► FIGURA 8.2

Esquema modificado del modelo de procesamiento de la información en tres etapas El modelo clásico en tres etapas de Atkinson y Shiffrin nos ayuda a pensar en la manera en la que se procesan nuestros recuerdos; pero hoy en día, los investigadores reconocen otras formas en las que se forman los recuerdos a largo plazo. Por ejemplo, cierta información se filtra en nuestra memoria a largo plazo a través de una “puerta trasera”, sin que prestemos atención consciente. Y ya que es tanto el procesamiento activo que ocurre en el estadio de la memoria a corto plazo, actualmente se suele preferir el concepto de *memoria activa*.



► FIGURA 8.3

Ahora lo sabe Las personas que habían visto esta imagen completa tuvieron, 17 años más tarde, mayores probabilidades de reconocer el fragmento de la Figura 8.1.



ANTES DE CONTINUAR...

► PREGUNTAS

¿De qué manera ha empleado las tres partes de su sistema de memoria (codificación, almacenamiento y recuperación) para aprender algo nuevo hoy?

► AUTOEVALUACIÓN 1

La memoria incluye (por orden alfabético) a la memoria a largo plazo, la memoria sensorial y la memoria activa/a corto plazo. ¿Cuál es el orden correcto de estos estadios de la memoria?

Las respuestas a estas preguntas se hallan en el Apéndice B, al final del libro.

La codificación: incorporar la información

2: ¿Qué información codificamos automáticamente? ¿Qué información codificamos con esfuerzo y cómo influye la distribución de la práctica en la retención?

Cómo codificamos

Cierta información, tal como el camino que tomó para ir a su última clase, se procesa con gran facilidad, para liberar al sistema de memoria y permitirle concentrarse en eventos menos familiares. Pero para retener información nueva, tal como el nuevo número de celular de un amigo, es necesario prestar atención y hacer un esfuerzo.

Procesamiento automático

Gracias a la capacidad del cerebro de realizar actividades simultáneas (para el procesamiento paralelo), ejecutamos gran cantidad de tareas sin participación de la atención consciente. Por ejemplo, es posible **procesar automáticamente** sin esfuerzo consciente información acerca de los siguientes aspectos:

- *espacio*. Mientras usted estudia, con frecuencia codifica el lugar que cierto material ocupa dentro de una página; al esforzarse por recordar esa información, es posible visualizar el lugar en el que aparecía.
- *tiempo*. Al repasar los eventos del día, es posible notar su secuencia involuntariamente. Más tarde, al darse cuenta de que ha olvidado su abrigo en alguna parte, usted puede recrear la secuencia y “volver sobre sus pasos”.
- *frecuencia*. Sin esfuerzo alguno, es posible registrar la cantidad de veces que ocurre algo, lo que le permite darse cuenta de que “ésta es la tercera vez en el día que se ha encontrado con esa persona”.
- *información incorporada*. Por ejemplo, al ver palabras en su idioma nativo, tal vez en un camión de carga, no puede evitar registrar su significado. A veces, el procesamiento automático ocurre con tanta facilidad, que es difícil desconectarlo.

Descifrar palabras no siempre resultó fácil. Al aprender a leer, usted pronunciaba cada letra individualmente para tratar de descubrir qué palabras formaban. Con gran esfuerzo, apenas lograba descifrar de 20 a 50 palabras en una página. Leer, al igual que algunas otras formas de procesamiento, requiere inicialmente atención y esfuerzo, pero con la experiencia y la práctica, se vuelve una acción automática. Imagínesse ahora tener que aprender a leer oraciones invertidas como la siguiente:

.ocitámotua ne esritrevnoc edeup odazrofse otniemasecorp IE.

Al principio, tal actividad requiere esfuerzo, pero con suficiente práctica también lograría hacerlo de manera más automática. Son muchas las habilidades que desarrollamos de esta manera. Aprendemos a conducir, a enviar mensajes de texto, a hablar un nuevo idioma, todo con gran esfuerzo al principio y luego en forma más automática.

:: procesamiento automático codificación inconsciente de información incidental como el espacio, el tiempo y la frecuencia y de la información conocida, como los significados de las palabras.

Procesamiento intencionado

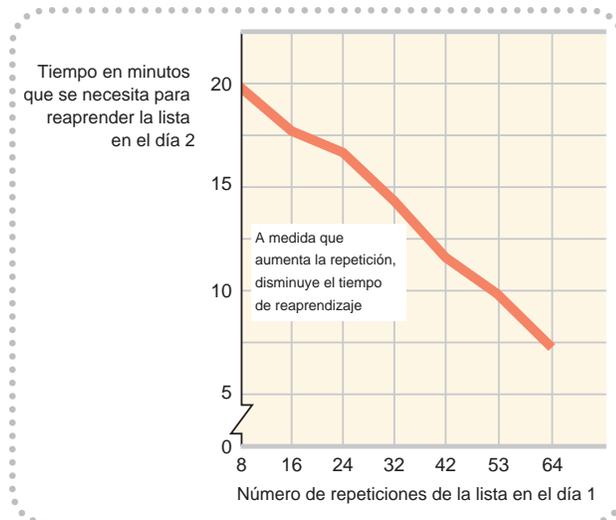
Codificamos y retenemos gran cantidad de información en forma automática, pero recordar otros tipos de información, como los conceptos explicados en este capítulo, requiere de esfuerzo y atención (FIGURA 8.4). El **procesamiento intencionado** suele generar recuerdos durables y accesibles.

Cuando recibimos información nueva, como por ejemplo un nombre, podemos estimular nuestra memoria a través del **repaso** o la repetición consciente. El investigador pionero de la memoria verbal, el filósofo alemán Hermann Ebbinghaus (1850-1909), fue quien demostró esto: impaciente acerca de las especulaciones filosóficas sobre la memoria, decidió que estudiaría de modo científico su propio proceso de aprendizaje y olvido de materiales verbales nuevos.

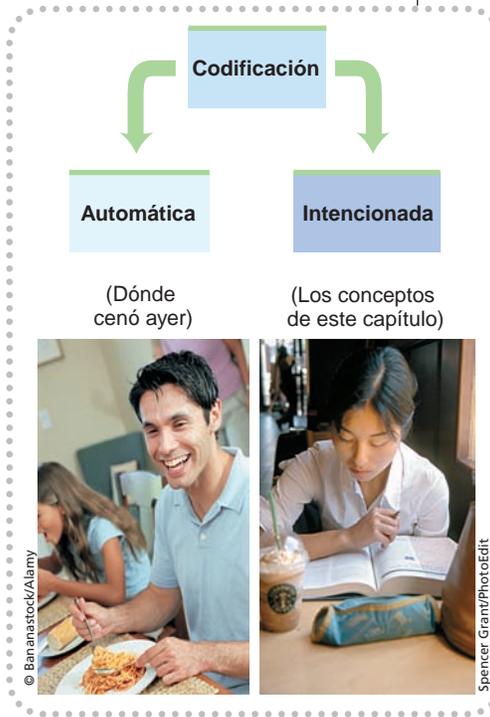
Para crear material verbal nuevo para sus experimentos sobre aprendizaje, Ebbinghaus confeccionó una lista de todas las sílabas sin sentido posibles, intercalando una vocal entre dos consonantes. Luego seleccionó al azar una muestra de sílabas, las practicó y se evaluó a sí mismo. Para tener una idea de cómo eran las pruebas que hacía Ebbinghaus, lea rápidamente en voz alta la siguiente lista, ocho veces (de Baddeley, 1982). Luego trate de recordar las sílabas:

JIH, BAZ, FUB, YOX, SUJ, XIR, DAX, LEQ, VUM, PID, KEL, WAV, TUV, ZOF, GEK, HIW.

Al día siguiente de haber aprendido una lista como ésta, Ebbinghaus pudo recordar pocas sílabas, pero ¿las había olvidado por completo? Como se muestra en la FIGURA 8.5, con cuanta más frecuencia repetía la lista en voz alta el primer día, menos repeticiones necesitaba para volver a aprenderla el segundo día. Aquí halló, entonces, un principio básico: *La cantidad recordada depende del tiempo dedicado a su aprendizaje*. Incluso después de aprender el material, el repaso adicional (*exceso de aprendizaje*) aumenta la retención. *Lo que debemos recordar*: con la práctica –el procesamiento intencionado– se consigue perfeccionar el recuerdo de la información verbal nueva.



► FIGURA 8.5
La curva de retención de Ebbinghaus Ebbinghaus descubrió que cuantas más veces repetía una lista de sílabas sin sentido el primer día, menos repeticiones necesitaba el segundo día para aprenderla. Dijo que, simplemente, cuanto más tiempo empleamos aprendiendo información nueva, más retenemos (de Baddeley, 1982).



► FIGURA 8.4
Procesamiento automático versus procesamiento intencionado Alguna información, como dónde comió ayer, se procesa automáticamente. Otra información, como la de los conceptos de este capítulo, requiere un esfuerzo para codificarlos y recordarlos.

"Debería probar su memoria recitando los versos".
Abdur-Rahman Abdul Khaliq,
Memorizando el Corán

- :: **procesamiento intencionado** codificación que requiere atención y esfuerzo consciente.
- :: **repaso** repetición consciente de información, sea para mantenerla en la conciencia o para codificarla y almacenarla.

:: **efecto de aprendizaje espaciado** tendencia a distribuir el estudio o la práctica para conseguir una mejor retención en el largo plazo que la conseguida mediante una práctica o un estudio más intensivo.

:: **efecto de la posición seriada** nuestra tendencia a recordar mejor el primer y el último elemento de una lista.

"La mente es lenta en desaprender lo que le llevó mucho tiempo aprender".

Séneca, filósofo romano
(4 a.C.-65 d.C.)

Algunas investigaciones posteriores revelaron más aspectos acerca de la manera en la que es posible establecer recuerdos durables. Parafraseando a Ebbinghaus (1885), quienes aprenden muy rápido también olvidan muy rápido. Retenemos mejor la información cuando el repaso se distribuye a lo largo del tiempo (como cuando aprendemos los nombres de nuestros compañeros de clase), un fenómeno denominado **efecto de aprendizaje espaciado**. Durante el último siglo, se llevaron a cabo más de 300 experimentos que revelan los beneficios del aprendizaje espaciado (Cepeda y cols., 2006). La *práctica intensiva* (estudiar apresuradamente) redundante en el aprendizaje rápido a corto plazo y genera un sentimiento de confianza. Pero el estudio distribuido a lo largo del tiempo asegura una mayor memoria a largo plazo. Según Doug Rohrer y Harold Pashler (2007), una vez que se ha estudiado lo suficiente como para dominar el tema, continuar estudiando resulta ineficaz. Es mejor postergar ese tiempo de repaso: repasar al día siguiente si se necesita recordar la información 10 días más tarde, o un mes después si se necesita recordarla 6 meses más tarde.

En un experimento que duró 9 años, Harry Bahrick y tres miembros de su familia (1993) practicaron traducciones de palabras de una lengua extranjera una cantidad determinada de veces, a intervalos que oscilaban entre los 14 y los 56 días. El resultado obtenido fue coherente: cuanto más espaciadas habían sido las sesiones de práctica, mejor fue la retención hasta unos 5 años más tarde. La deducción práctica: repartir el aprendizaje –a lo largo de un semestre o un año, en vez de en plazos más cortos– no sólo ayuda en los exámenes finales, sino que aumenta la retención de la información para toda la vida. Ejercitar el material previamente aprendido mediante la repetición de preguntas y respuestas también resulta de utilidad; éste es un fenómeno que Henry Roediger y Jeffrey Karpicke (2006) denominaron *efecto examen*, a lo que agregan: "los exámenes son una forma muy eficaz de mejorar el aprendizaje; no sólo de evaluarlo". En uno de los estudios que llevaron a cabo, los estudiantes lograron recordar el significado de 40 palabras en idioma swahili aprendidas con anterioridad con mucha más eficacia si se las evaluaba repetidamente que si se invertía el mismo tiempo en volverlas a estudiar (Karpicke y Roediger, 2008). *Y éste es otro aspecto que vale la pena recordar*: el aprendizaje espaciado y la autoevaluación superan a la práctica intensiva (estudio apresurado).

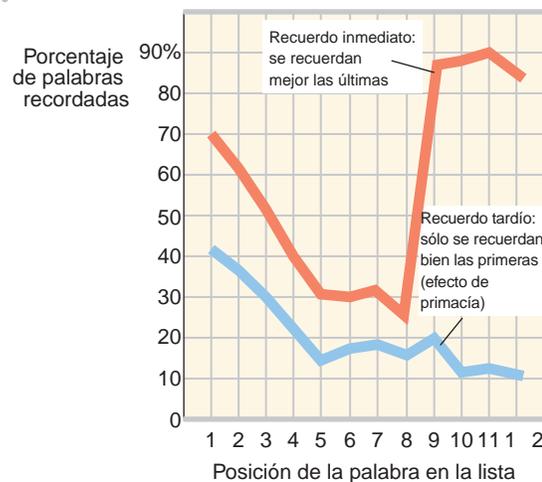
Otro fenómeno, el **efecto de la posición seriada**, ilustra también los beneficios del repaso. Como ejemplo cotidiano, imagine que es su primer día en un empleo nuevo y su director le presenta a sus compañeros de trabajo. A medida que conoce a cada uno, usted repite (repara) todos sus nombres comenzando desde el principio. Para el momento en el que haya conocido a la última persona, usted habrá pasado más tiempo repasando los primeros nombres que los últimos; de esta manera, al día siguiente probablemente recordará con más facilidad los nombres de las primeras personas que conoció. Además, el aprendizaje de los primeros nombres puede interferir con el aprendizaje de los últimos.

Los experimentadores han demostrado el efecto de la posición seriada mostrándole a los participantes una lista de elementos (palabras, nombres, fechas e incluso olores) y de inmediato les pidieron que los repitieran en cualquier orden (Reed, 2000). Al esforzarse por recordar la lista, las personas solían recordar mejor el último y el primer elemento que los

► FIGURA 8.6

El efecto de la posición seriada

Inmediatamente después de que el primer ministro australiano Kevin Rudd le presente a esta larga fila de funcionarios al presidente de Afganistán Hamid Karzai, el presidente Karzai probablemente recuerde mejor los nombres de las últimas personas, pero más tarde, es más seguro que recuerde mejor los nombres de las primeras personas que conoció (De Craik y Watkins, 1973).



AP Photo/Musadeq Saadeq, Pool

que están en el medio (FIGURA 8.6). Tal vez como los últimos elementos todavía están en la memoria activa, las personas los recuerdan de manera especialmente rápida y sin errores (*efecto de recencia*). Pero después de un rato, después de haber distraído la atención de los últimos elementos, su recuerdo es mejor para los primeros elementos (*efecto de primacia*).

A veces, sin embargo, el repaso no resulta suficiente para almacenar nueva información y recordarla más tarde (Craik y Watkins, 1973; Greene, 1987). Para comprender la razón de que esto ocurra, necesitamos conocer más acerca del mecanismo mediante el cual codificamos la información para procesarla y convertirla en memoria a largo plazo.

Qué codificamos

3: ¿Qué métodos de procesamiento intencionado colaboran en la formación de recuerdos?

El procesamiento de la información sensorial es como clasificar el correo electrónico. Algunos mensajes se descartan en el acto. Otros, los abrimos, los leemos y los retenemos. Procesamos la información codificando su significado y su imagen, u organizándola mentalmente.

Niveles de procesamiento

Cuando procesamos información verbal para almacenar, por lo general codificamos su significado, asociándolo con algo que ya sabemos o imaginamos. Escuchar “vello” o “bello” depende de cómo el contexto y nuestra experiencia nos ayudan a interpretar y codificar los sonidos. (Cabe recordar que nuestros recuerdos activos interactúan con nuestros recuerdos a largo plazo).

¿Puede reproducir la frase acerca del agresor presentada al principio de este capítulo? (“El rebelde enfurecido arrojó...”). Tal vez, al igual que los participantes de un experimento de William Brewer (1977), recuerde la frase del agresor según el significado que codificó cuando la leyó (por ejemplo, “El rebelde enfurecido arrojó la piedra *por* la ventana”), en lugar de cómo estaba escrita (“El rebelde enfurecido arrojó la piedra *contra* la ventana”). En referencia a este tipo de recuerdos, Gordon Bower y Daniel Morrow (1990) comparan la mente humana con un director de teatro, quien, cuando recibe un guión, imagina toda la puesta en escena de la obra. Cuando más tarde nos preguntan qué escuchamos o leímos, no recordamos el texto literalmente, sino *lo que codificamos*. De la misma manera, cuando estudia para un examen, usted puede recordar los apuntes que tomó sobre un artículo, más que el artículo en sí mismo.

¿Qué tipo de codificación cree que conduce a recordar mejor la información verbal? ¿La **codificación visual** de las imágenes? ¿La **codificación acústica** del sonido? ¿La **codificación semántica** del significado? Cada uno de estos niveles de procesamiento posee un sistema propio a nivel cerebral (Poldrack y Wagner, 2004) y todos son útiles. Por ejemplo, la codificación acústica aumenta la capacidad de recordar y la verosimilitud de los aforismos que riman. Por lo tanto, decir que “Lo que la sobriedad oculta, el alcohol lo revela” parece más exacto que “lo que la sobriedad muestra, el alcohol lo revela” (McGlone y Tofiqbakhsh, 2000). El alegato propuesto por el abogado Johnnie Cochran frente al jurado en el juicio a O. J. Simpson –“Si el guante no se ajusta a la mano, deben absolverlo”– fue recordado más fácilmente que si Cochran hubiera dicho “Si el guante no se ajusta a la mano, ¡deben declararlo inocente!”.

Para comparar la codificación visual, acústica y semántica, Fergus Craik y Endel Tulving (1975) les mostraron una palabra a un grupo de personas. Luego les formularon una pregunta que requería que procesaran las palabras 1) visualmente (el aspecto de las letras), 2) acústicamente (el sonido de las palabras), o 3) semánticamente (el significado de las palabras). Para experimentar la prueba, conteste rápidamente las siguientes preguntas:

Muestra de preguntas para promover el procesamiento

	Palabra	Sí	No
1. ¿La palabra está escrita con mayúsculas?	SILLA	—	—
2. ¿Rima con ratón?	Camión	—	—
3. ¿Podría colocarla en esta frase?: La niña puso el ___ sobre la mesa.	Arma	—	—

• Aquí tenemos otra frase sobre la cual luego le haré preguntas: El pez atacó al nadador. •

:: **codificación visual** codificación de imágenes visuales.

:: **codificación acústica** codificación del sonido, especialmente el de las palabras.

:: **codificación semántica** codificación del significado, que incluye el significado de las palabras.

• ¿Cuántas letras H hay en la siguiente frase?

HACER LOS EJERCICIOS AHORRANDO TIEMPO ES UN HECHO QUE SE OLVIDAN DE HACER MUCHOS ESTUDIANTES APLICADOS. Véase la respuesta invertida a continuación. •

Es probable que como su procesamiento inicial de las letras es más acústico-visual, no haya reparado en alguna de las seis letras H, sobre todo las que aparecen al principio de la palabra porque no se pronuncian.

¿Qué tipo de procesamiento lo prepararía mejor para reconocer las palabras más adelante? En el experimento de Craik y Tulving, la codificación semántica –la pregunta 3–, más profunda, obtuvo mejores resultados mnemónicos que el “procesamiento superficial” promovido por la pregunta 2 y sobre todo por la pregunta 1 (**FIGURA 8.7**).

Para experimentar la importancia del significado de la memoria verbal, póngase en el lugar de los estudiantes a quienes John Bransford y Marcia Johnson (1972) les pidieron que recordaran el siguiente fragmento grabado:

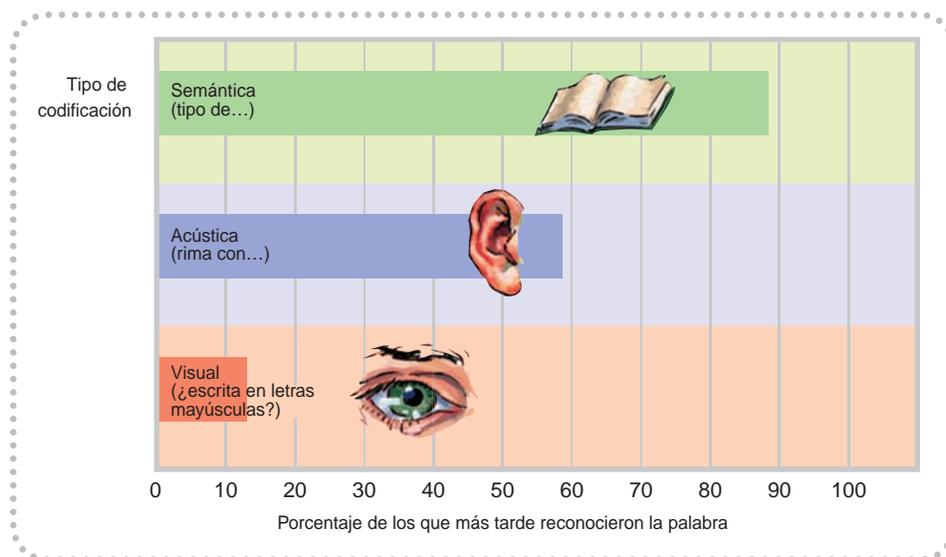
El procedimiento es en realidad bastante simple. Primero separe las cosas en grupos diferentes. Obviamente, un montón puede ser bastante, pero esto depende de cuánto hay que hacer... Después de que se termina el procedimiento, vuelva a separar los materiales en grupos diferentes. Entonces se pueden poner en sus lugares correspondientes. Luego se usarán una vez más y el ciclo completo deberá repetirse. No obstante, esto es parte de la vida.

Cuando los estudiantes escucharon el párrafo que usted acaba de leer, fuera de un contexto significativo, no lograron recordar mucho. Cuando les dijeron que el párrafo describía el procedimiento del lavado de ropa (algo que para ellos tenía sentido) recordaron mucho más, como probablemente le sucedería a usted si volviera a leerlo. El procesamiento profundo de una palabra –por su significado (*codificación semántica*)– genera un mejor reconocimiento posterior que el procesamiento superficial, como ocurre con el aspecto del vocablo (*codificación visual*) o su sonido (*codificación acústica*) (Craik y Tulving, 1975).

Este tipo de investigación sugiere los beneficios de reformular lo que escuchamos o leemos en términos significativos. La gente suele preguntarle a los actores de qué manera aprenden “todas esas líneas”. Según el equipo conformado por la psicóloga y el actor Helga Noice y Tony Noice (2006), lo hacen intentando en primera instancia comprender el flujo del significado. “Un actor dividió la mitad de una página de diálogo en tres [intenciones]: ‘halagar’, ‘provocar’ y ‘calmar sus miedos.’” Teniendo en mente esta secuencia significativa, el actor logra recordar las líneas con mayor facilidad.

A partir de aplicar los experimentos sobre sí mismo, Ebbinghaus calculó que, comparado con el aprendizaje del material sin sentido, el aprendizaje del material significativo requería sólo la décima parte del esfuerzo. Como afirmó el investigador de la memoria Wayne Wickelgren (1997, p. 346), “el tiempo que emplea para pensar sobre el material que está leyendo y relacionarlo con el material almacenado antes es prácticamente lo mejor que se puede hacer para aprender cualquier tema nuevo”. *Lo que debemos recordar*: la cantidad de información recordada depende del tiempo invertido en aprenderla y de poder elaborarla de manera significativa.

Recordamos muy bien la información que podemos relacionar significativamente con nosotros mismos. Si nos preguntan cuán acertadamente ciertos adjetivos describen a otra persona, es habitual que los olvidemos; pero si nos piden que evaluemos cómo nos describen a nosotros –especialmente si provenimos de culturas occidentales individualistas–,



► **FIGURA 8.7**

Niveles de procesamiento El procesamiento profundo de una palabra –mediante su significado (codificación semántica)– nos permite reconocerla mejor que el procesamiento superficial, o sea, mediante la codificación de su aspecto o sonido (de Craik y Tulving, 1975).

recordamos bien las palabras. Este fenómeno se denomina *efecto de autorreferencia* (Symons y Johnson, 1997; Wagar y Cohen, 2003). Por eso, es ventajoso emplear tiempo para encontrar un significado personal a lo que estamos estudiando. La información considerada “importante para mí” se procesa más profundamente y permanece más accesible en la memoria.

Codificación visual

¿Por qué razón nos esforzamos para memorizar fórmulas, definiciones y fechas y sin embargo, podemos describir fácilmente dónde estuvimos ayer, con quién estuvimos, dónde nos sentamos y qué llevábamos puesto? Una diferencia es la mayor facilidad para recordar imágenes visuales. Nuestros primeros recuerdos, quizá sobre algo que pasó cuando teníamos 3 o 4 años, incluyen **imaginiería** visual. Recordamos mejor las palabras concretas, que podemos representar en imágenes, que las que son abstractas, es decir, las que son difíciles de representar con imágenes. (Cuando le pida más adelante que recuerde tres de estas palabras: *máquina de escribir, vacío, cigarrillo, inherente, fuego, proceso*, ¿cuáles recordará con más probabilidad?). Si aún recuerda la frase sobre el rebelde que arroja la piedra, probablemente sea no sólo por el significado que codificó, sino también porque con la frase podía armar una imagen visual. La memoria para los sustantivos concretos, como “cigarrillo”, es facilitada por *ambas* codificaciones, semántica y visual (Marschark y col., 1987; Paivio, 1986). Dos códigos son mejores que uno.

Gracias a la duración de nuestras imágenes más vívidas, recordamos nuestras experiencias mediante instantáneas mentales de los mejores o los peores momentos: el mejor momento de placer o alegría y el peor momento de dolor o frustración (Fredrickson y Kahneman, 1993). Recordar los hechos importantes y olvidar los triviales puede explicar el fenómeno denominado *retrospección de color rosa* (Mitchell y col., 1997): las personas tienden a recordar acontecimientos como las vacaciones en un campamento de manera más positiva que como las evaluaron en ese momento. De su visita a Disneylandia recuerdan más las atracciones, la comida y los juegos que el calor agobiante y las largas colas.

La imaginiería es la base de muchas estrategias **mnemotécnicas** (de *mnemotecnia*, derivado del vocablo griego para “memoria”). La mnemotecnia fue desarrollada por los antiguos estudiantes y oradores griegos como ayuda para recordar fragmentos y discursos largos. Otros recursos mnemotécnicos incluyen los códigos acústico y visual. Por ejemplo, el sistema de *palabras clave* requiere que primero memorice una canción (*jingle*): “*A la una, la aceituna; a las dos, dice adiós; a las tres, del revés; a las cuatro entra el pato; a las cinco da un brinco; a las seis no paséis*”. Sin mucho esfuerzo, pronto usted podrá contar con palabras clave en lugar de números: *aceituna, pato, brinco...* y luego asociar visualmente estas palabras con los elementos que quiera recordar. Ahora está preparado para desafiar a cualquiera a que le dé una lista de almacén para recordar. ¿Zanahorias? Imagine zanahorias con aceitunas. ¿Leche? Piense en una botella de leche diciendo adiós. ¿Servilletas de papel? Imagine un paquete de servilletas de papel al revés. Piense en “*aceituna, adiós y del revés*” y verá sus imágenes asociadas. Con pocos errores (Bugelski y col., 1968), usted estará en condiciones de recordar los elementos en cualquier orden y nombrar cualquier elemento. Los memoristas expertos conocen el poder de estos sistemas. Un estudio realizado sobre los mejores memoristas en el Campeonato Mundial de Memoria demostró que estas personas no poseían una inteligencia excepcional, sino una capacidad superior en el uso de estrategias mnemotécnicas espaciales (Maguire y col., 2003).

Organización de la información para su codificación

Los recursos mnemotécnicos ayudan también a organizar el material para su recuperación posterior. Cuando el párrafo de Bransford y Johnson sobre el lavado de ropa cobró sentido, pudimos organizar mentalmente sus frases en una secuencia. Procesamos la información con más facilidad cuando la organizamos en unidades o estructuras significativas.

Fragmentación Observe durante unos pocos segundos la primera línea de la **FIGURA 8.8**, luego deje de mirarla y trate de reproducir lo que vio. ¿Es imposible, verdad? Pero usted puede reproducir fácilmente la segunda línea, que no es menos compleja. Asimismo, seguramente encontrará la línea 4 mucho más fácil para recordar que la línea 3, aunque ambas contienen las mismas letras. Y podrá recordar la sexta línea mejor que la quinta, aunque las dos están formadas por las mismas palabras.

:: **imaginiería** imágenes mentales; es útil en el procesamiento intencionado, sobre todo cuando se combina con la codificación semántica.

:: **mnemotécnica** ayudas para memorizar, especialmente las técnicas que utilizan recursos de imaginiería visual y de organización.

► FIGURA 8.9
Un ejemplo de fragmentación para aquellos que leen chino

Después de mirar estos caracteres, ¿puede reproducirlos exactamente? Si lo consigue, usted sabe chino.



• Cuando tratamos el tema de la codificación de la imaginación, le di seis palabras sobre las que les preguntaría más tarde. ¿Cuántas de estas palabras puede recordar ahora? De todas ellas, ¿cuántas tienen un alto grado de imaginación y cuántas tienen poca imaginación? (Puede verificar su lista con las seis palabras que aparecen invertidas a continuación.) •

Máquina de escribir, vacío, cigarrillo, inherente, fuego, proceso

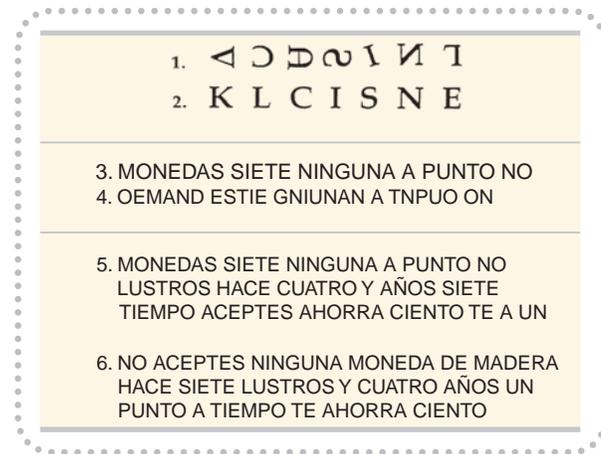
► FIGURA 8.10
La organización beneficia a la memoria

Cuando organizamos palabras o conceptos en grupos jerárquicos, como está ilustrado aquí con conceptos de este capítulo, los recordamos mejor que cuando los vemos presentados en forma aleatoria.

► FIGURA 8.8

Efectos de la fragmentación sobre la memoria

Cuando organizamos información en unidades significativas, como letras, palabras y frases, la recordamos con más facilidad (de Hintzman, 1978).

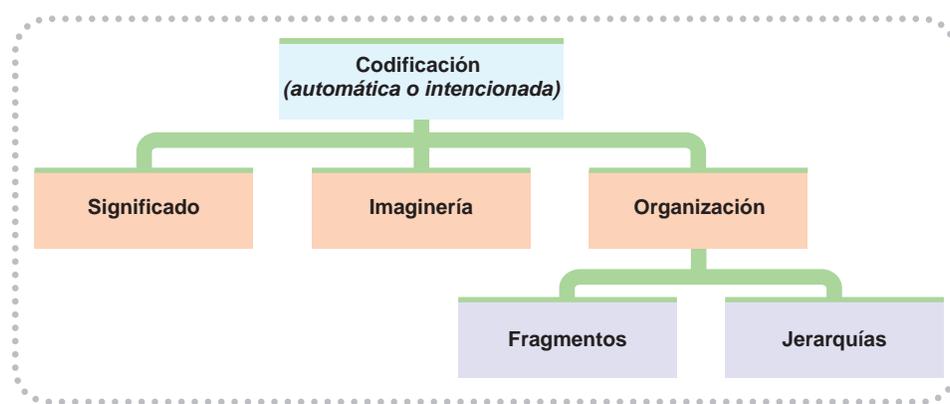


Tal como demuestra este ejercicio, recordamos más fácilmente la información cuando podemos organizarla en unidades o fragmentos significativos. La **fragmentación** sucede de manera tan natural que la damos por supuesta. Si usted habla su lengua materna, el español, puede reproducir perfectamente los 150 segmentos o más de líneas que forman las palabras en las tres frases del ítem 6 de la Figura 8.8, lo que sorprendería a alguien sin conocimientos del idioma.

Es también sorprendente la capacidad de alguien que sabe hablar chino, que con mirar la **FIGURA 8.9** logra reproducir todos estos ideogramas; o los expertos en ajedrez, quienes, después de mirar 5 segundos el tablero durante un juego, pueden recordar las posiciones exactas de la mayoría de las piezas (Chase y Simon, 1973), o de un jugador de baloncesto universitario que, luego de mirar durante 4 segundos un partido de baloncesto, puede recordar las posiciones de los jugadores (Allard y Burnett, 1985). Todos recordamos mejor la información cuando podemos organizarla en conjuntos significativos para nosotros.

La fragmentación puede emplearse también como una estrategia mnemotécnica para recordar el material desconocido. ¿Desea recordar los colores del arco iris? Piense en VIVARAN (verde, índigo, violeta, amarillo, rojo, azul, naranja). Para recordar los nombres de los cinco grandes lagos norteamericanos, sólo tiene que pensar en la palabra HEMOS (Huron, Erie, Michigan, Ontario, Superior). En cada caso, fragmentamos la información en una forma más conocida y creamos palabras (denominadas *acrónimos*) a partir de las primeras letras de los términos por recordar.

Jerarquías A medida que las personas se especializan en un área, procesan la información no sólo en fragmentos, sino también en *jerarquías* compuestas por unos pocos conceptos amplios que están divididos y subdivididos en conceptos y hechos más acotados. Este capítulo, por ejemplo, pretende no sólo instruirlo acerca de los aspectos más elementales de la memoria, sino también ayudarlo a organizar esos aspectos alrededor de principios más abarcativos, tales como *codificación*; subprincipios como *procesamiento automático e intencionado*; y conceptos aún más específicos, como *significado*, *imaginación* y *organización* (**FIGURA 8.10**).



Organizar los conocimientos en jerarquías ayuda a recuperar la información de manera más eficaz. Gordon Bower y sus colaboradores (1969) demostraron las ventajas de la organización jerárquica presentando palabras, ya sea en forma aleatorizada o agrupadas en categorías. Cuando las palabras estaban organizadas en grupos, recordarlas resultaba dos o tres veces más fácil. Estos resultados muestran las ventajas de organizar lo que se estudia, y de prestar especial atención a los esquemas, los títulos, los repasos, los resúmenes y las preguntas de autoevaluación. Si usted logra dominar los conceptos de un capítulo dentro de su organización general, le resultará más fácil recordar en el momento del examen. También es útil tomar notas en forma de sinopsis, que es un tipo de organización jerárquica.

ANTES DE CONTINUAR...

► PREGUNTAS

¿Se le ocurren tres maneras de utilizar los principios explicados en esta sección para mejorar su propio aprendizaje y retención de las ideas importantes?

► AUTOEVALUACIÓN 2

¿Cuál sería la estrategia más eficaz para aprender y retener una lista con los nombres de personajes históricos clave durante una semana? ¿Y durante un año?

Las respuestas a estas preguntas se hallan en el Apéndice B, al final del libro.

:: **fragmentación** organización de elementos en unidades conocidas y manejables; suele producirse automáticamente.

:: **memoria icónica** memoria sensorial momentánea de estímulos visuales; una memoria de imágenes fotográficas o de dibujos que no dura más que unas décimas de segundo.

El almacenamiento: retención de la información

EL ALMACENAMIENTO ES EL CORAZÓN DE LA MEMORIA. Si usted puede recordar algo que ha experimentado es porque, de alguna manera, lo ha almacenado y recuperado. Cualquier cosa que esté almacenada en la memoria a largo plazo permanece en estado latente, esperando una señal para despertar. ¿Cuál es nuestra capacidad de almacenamiento de recuerdos? Comencemos con el primer almacén de la memoria indicado en el modelo del procesamiento de tres etapas (Figura 8.2): nuestra memoria sensorial efímera.

La memoria sensorial

4: ¿Qué es la memoria sensorial?

¿Cuánto de esta página podría usted percibir y recordar si la observara durante menos de lo que dura un relámpago? El investigador George Sperling (1960) le solicitó a los participantes de un experimento que hicieran algo similar al mostrarles tres filas de tres letras cada una durante sólo la vigésima parte de un segundo (**FIGURA 8.11**). Luego de que las nueve letras desaparecieron de la pantalla, las personas pudieron recordar sólo la mitad.

¿Esto sucedió porque tuvieron poco tiempo para mirarlas? No, Sperling demostró de un modo ingenioso que las personas *pudieron* ver y recordar todas las letras, pero sólo momentáneamente. En lugar de pedirles que recordaran las nueve letras al mismo tiempo, Sperling produjo un sonido agudo, medio o bajo, inmediatamente *después* de mostrar las nueve letras. Esta señal dirigía a los participantes a informar sólo las letras de la línea superior, media o inferior, respectivamente. En esta ocasión, pocas veces no recordaron alguna letra, lo cual demostró que se podían recordar momentáneamente las nueve letras.

El experimento de Sperling reveló que disponemos de una memoria fotográfica fugaz denominada **memoria icónica**. Durante unas pocas décimas de segundo, nuestros ojos registran una representación exacta de una escena y podemos recordar cualquier parte de ésta con una precisión asombrosa. Pero si Sperling demoraba la señal acústica por más de medio segundo, la imagen se desvanecía y los participantes volvían a recordar sólo la mitad de las letras. Nuestra pantalla visual desaparece con rapidez a medida que las imágenes nuevas se superponen a las anteriores.

► FIGURA 8.11

La memoria fotográfica momentánea

Cuando George Sperling iluminó un grupo de letras similares a éstas durante la vigésima parte de un segundo, las personas pudieron recordar sólo alrededor de la mitad de las letras. Pero cuando se les pidió que recordaran inmediatamente una sola fila luego de que las letras habían desaparecido, lo consiguieron con una precisión casi total.

K	Z	R
Q	B	T
S	G	N

• **memoria ecoica** memoria sensorial momentánea de los estímulos auditivos; aunque prestemos atención a otras cosas, los sonidos y las palabras se pueden recordar al cabo de 3 o 4 segundos.

• El Mágico Número Siete significó una contribución de la psicología a una interesante lista de sietes mágicos –las siete maravillas del mundo, los siete mares, los siete pecados capitales, los siete colores primarios, las siete notas musicales, los siete días de la semana–, siete mágicos sietes. •

También tenemos una memoria impecable, aunque efímera, para los estímulos auditivos, denominada **memoria ecoica** (Cowan, 1988; Lu y col., 1992). Imagínese a usted mismo en una conversación, mientras dirige su atención a la televisión. Si su interlocutor, un poco aburrido, le pregunta “¿qué acabo de decir?”, usted recuperará lo último que dijo desde la cámara ecoica de su mente. Los ecos auditivos tienden a persistir durante 3 o 4 segundos. Los experimentos llevados a cabo sobre la memoria icónica y la memoria ecoica nos han ayudado a comprender el mecanismo del registro inicial de la información sensitiva en el sistema mnémico.

La memoria activa/a corto plazo

5: ¿Cuál es la duración y la capacidad de la memoria a corto plazo y a largo plazo?

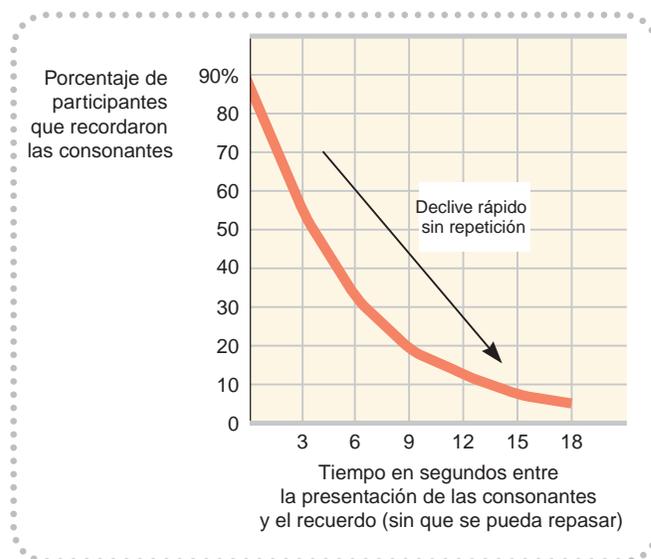
De la enorme cantidad de información que registra nuestra memoria sensorial, destacamos sólo una parte con nuestra atención. También recuperamos información de almacenamiento a largo plazo para mostrarla “en pantalla”. Pero, a menos que nuestra memoria activa codifique esa información de manera significativa o la repase, desaparece rápidamente del almacenamiento a corto plazo. En el tiempo que transcurre entre buscar un número telefónico y marcarlo, el recuerdo de ese número puede evaporarse.

Para saber a qué velocidad desaparece la memoria a corto plazo, Lloyd Peterson y Margaret Peterson (1959) les pidieron a algunas personas que recordaran grupos de tres consonantes, como *CHJ*. Para evitar el repaso de las letras les solicitaron que comenzaran por 100 y contaran en voz alta de a tres hacia atrás. Después de 3 segundos, las personas recordaron las letras sólo la mitad de las veces; después de 12 segundos, casi no las recordaban (**FIGURA 8.12**). Sin un procesamiento activo, los recuerdos a corto plazo tienen una duración limitada.

La memoria a corto plazo no sólo está limitada por la duración, sino también por la capacidad, y por lo general almacena sólo alrededor de siete ítems de información (más o menos dos). George Miller (1956) denomina a esta capacidad de recordar *El mágico número siete, más o menos dos*. No resultó sorprendente que cuando algunas compañías telefónicas comenzaron a pedir que los usuarios marcaran un código de área de tres dígitos además de un número de siete dígitos, muchas personas comentaron que tenían problemas para retener el número recién buscado.

Nuestra memoria a corto plazo retiene un poco más fácilmente los dígitos al azar (como los de un número de teléfono) que las letras aleatorias, que algunas veces tienen sonidos similares. También retiene un poco mejor lo que escuchamos que lo que vemos. Tanto los niños como los adultos tienen recuerdos a corto plazo para casi todas las palabras que pueden decir en dos segundos (Cowan, 1994; Hulme y Tordoff, 1989). En comparación con la pronunciación de las palabras en inglés, lleva más tiempo articular las señas del sistema de

➤ **FIGURA 8.12**
Declive de la memoria a corto plazo A menos que se repase, la información verbal se olvida rápidamente (de Peterson y Peterson, 1959; véase también Brown, 1958).



lenguaje de señas estadounidense. Y probablemente, la memoria a corto plazo puede retener menor cantidad de señas que palabras pronunciadas (Wilson y Emmorey, 2006).

Sin repasar, la mayoría de las personas logramos retener sólo cuatro segmentos de información en la memoria a corto plazo (p. ej., letras agrupadas significativamente como BBC, FBI, KGB, CIA) (Cowan, 2001; Jonides y col., 2008). Suprimir el repaso diciendo “*el, el, el*” mientras se escuchan dígitos aleatorios también reduce la memoria a aproximadamente cuatro elementos. El principio básico: *en cualquier momento dado, podemos procesar de modo consciente sólo una cantidad muy limitada de información.*

La memoria a largo plazo

En la novela de Arthur Conan Doyle, *Estudio en escarlata*, Sherlock Holmes presenta una teoría popular sobre la capacidad de la memoria:

Creo que la mente humana es originalmente como un pequeño altillo vacío donde usted puede acumular los muebles que quiera... Es un error pensar que esa pequeña habitación tiene paredes elásticas que se pueden estirar sin límite. Llega a momento en el que para agregar más conocimientos hay que olvidar algo que ya se sabía.

A diferencia de lo que creía Sherlock Holmes, nuestra capacidad para almacenar recuerdos a largo plazo es básicamente ilimitada. Nuestros cerebros *no* son como altillos en los que no se pueden introducir objetos nuevos a menos que se desechen algunos de los viejos.

Este hecho lo ilustran vívidamente aquellos que han tenido logros memorísticos extraordinarios (CUADRO 8.1). Un ejemplo es el caso de las pruebas realizadas en los años noventa por el psicólogo Rajan Mahadevan. Ante una serie de 10 dígitos de los primeros 30.000 dígitos del número pi, y después de unos segundos de procesamiento mental, Rajan podía seguir la serie a partir de allí y disparar los números como si fueran tiros de una pistola (Delaney y col., 1999; Thompson y col., 1993). También era capaz de repetir 50 números al azar, hacia atrás. Afirmaba que no se trataba de un talento heredado y que cualquiera podría aprender a hacerlo. Pero dada la influencia genética en tantos rasgos humanos y, sabiendo que el padre de Rajan había memorizado las obras completas de Shakespeare, uno no puede menos que dudar. Debemos tener en cuenta que muchos fenómenos psicológicos, entre ellos la capacidad de la memoria, pueden estudiarse mediante diferentes niveles de análisis, incluido el aspecto biológico.

CUADRO 8.1

RÉCORDS DEL CAMPEONATO MUNDIAL DE MEMORIA

A continuación se enumeran algunos de los récords actuales de las competencias mundiales de memoria, hasta el 2008:

Concurso/Descripción	Récord
Memorización rápida de barajas Memorización de un mazo de 52 barajas en el menor tiempo posible.	26 segundos
Barajas en una hora Memorización de la mayor cantidad de barajas posible en una hora (52 puntos por cada mazo correcto; 26 puntos con un error)	1.404 puntos
Memorización rápida de números Memorización de la mayor cantidad de números al azar en 5 minutos	396 dígitos
Nombres y rostros Memorización de la mayor cantidad de nombres y apellidos posible es 15 minutos luego de visualizar tarjetas con rostros (1 punto por cada nombre o apellido deletreado correctamente; 1/2 punto por cada nombre bien pronunciado pero mal deletreado)	181 puntos
Dígitos binarios Memorización de la mayor cantidad de dígitos binarios (101101, etc.) posible en 30 minutos al visualizar filas de 30 dígitos	4.140 dígitos

Fuentes: usamemoriad.com y worldmemorychampionship.com



R.J. Erwin/Photo Researchers

El picapinos En el reino animal, un contrincante para el campeón de la memoria sería el picapinos, que durante el invierno y comienzos de la primavera puede localizar hasta 6.000 escondites de piñones enterrados (Shettleworth, 1993).

• **Pi en el cielo:** cuando se publicó este libro, el récord mundial para memorizar decimales del número pi pertenecía al japonés Akira Haraguchi, quien en 2006 recitó los primeros 100.000 dígitos correctamente (Associated Press, 2006).

:: **potenciación a largo plazo (PLP)** incremento del potencial de activación sináptica después de una estimulación breve y rápida. Se cree que constituye una base neuronal para el aprendizaje y la memoria.

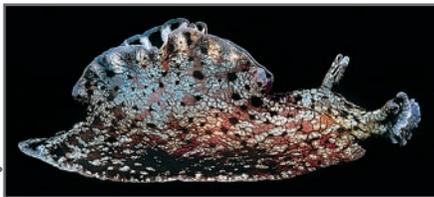
"Nuestros recuerdos son flexibles y se pueden superponer; son como una pizarra panorámica con una cantidad infinita de tizas y borradores".

Elizabeth Loftus y Katherine Ketcham, *The Myth of Repressed Memory (El mito de la memoria reprimida)*, 1994

"La biología de la mente será tan importante en el aspecto científico para este [nuevo] siglo como la biología genética [lo fue] para el siglo xx".

Eric Kandel, discurso de agradecimiento del Premio Nobel de 2000

Jeff Rortman



Aplysia californica Este caracol de mar, estudiado durante 45 años por el neurocientífico Eric Kandel, aumentó nuestro conocimiento respecto de las bases neuronales del aprendizaje.

El almacenamiento de los recuerdos en el cerebro

6: ¿De qué manera almacena los recuerdos nuestro cerebro?

Admiré mucho a mi anciana suegra, una pianista y organista jubilada. A los 88 años, sus ojos ciegos ya no podían leer música. Pero si se sentaba frente a un teclado podía tocar a la perfección cualquiera de los cientos de himnos, incluidos aquellos que hacía veinte años que no tocaba. ¿Dónde había almacenado su cerebro esas miles de notas en secuencia?

Durante un tiempo, algunos cirujanos e investigadores de la memoria creyeron que las escenas retrospectivas (*flashbacks*) provocadas por la estimulación cerebral durante una cirugía indicaban que todo nuestro pasado, no sólo la música bien practicada, está "allí", con todos los detalles, esperando que lo hagan revivir. Pero cuando Elizabeth Loftus y Geoffrey Loftus (1980) analizaron los "recuerdos" vívidos provocados por la estimulación cerebral, descubrieron que las supuestas escenas retrospectivas parecían haber sido inventadas, no revividas. El psicólogo Karl Lashley (1950) demostró además que los recuerdos no se encuentran en áreas únicas y específicas. Entrenó a un grupo de ratas para encontrar la salida de un laberinto; luego reseco secciones de sus cortezas cerebrales y evaluó nuevamente su memoria. De manera sorprendente, independientemente del área reseca, las ratas demostraron retener una parte de la memoria de cómo navegar el laberinto. Por ende, a pesar de la enorme capacidad de almacenamiento del cerebro, no almacenamos la información de la misma manera que una biblioteca almacena los libros, en lugares únicos y específicos.

Los cambios sinápticos

En búsqueda de claves para comprender el sistema de almacenamiento cerebral, los investigadores contemporáneos han buscado un *rastros de la memoria*. Aunque el cerebro almacena un recuerdo en grupos de neuronas distribuidos, esas células nerviosas deben comunicarse a través de sus sinapsis (Tsien, 2007). Por lo tanto, la búsqueda para entender la base física de la memoria –cómo la información se encarna en la materia– ha impulsado el estudio de los sitios sinápticos en los que las neuronas se comunican entre sí a través de sus mensajeros, los neurotransmisores.

Sabemos que la experiencia modifica las redes neuronales del cerebro; una mayor actividad en una vía específica redundante en la formación o el fortalecimiento de las interconexiones neuronales (véase el capítulo 4). Eric Kandel y James Schwartz (1982) observaron tales cambios en las neuronas transmisoras de un animal simple, el caracol de mar de California, *Aplysia californica*. Sus aproximadamente 20.000 células nerviosas extraordinariamente grandes y accesibles permiten que los investigadores observen los cambios sinápticos durante el aprendizaje. En el capítulo 7 vimos cómo se produce el condicionamiento clásico en el caracol de mar (con descargas eléctricas) para que retire sus branquias en forma refleja al rociarlo con agua, al igual que un soldado veterano se levanta de un salto al oír el ruido seco de una ramita al partirse. Mediante la observación de las conexiones neuronales del caracol de mar antes del condicionamiento y después de éste, Kandel y Schwartz descubrieron cambios. Cuando se produce el aprendizaje, el caracol de mar libera más cantidad del neurotransmisor *serotonina* en determinadas sinapsis, que se tornan más eficientes en la transmisión de señales.

El aumento de la eficiencia sináptica contribuye a que los circuitos neuronales se vuelvan más eficaces. En algunos experimentos, la estimulación rápida de ciertas conexiones de los circuitos de la memoria ha aumentado su sensibilidad en las horas o incluso en las semanas siguientes. La neurona transmisora ahora necesita menos estimulación para liberar su neurotransmisor y los sitios receptores pueden incrementarse (**FIGURA 8.13**). Este fortalecimiento prolongado de la activación del potencial neuronal, denominado **potenciación a largo plazo (PLP)**, proporciona una base neuronal para aprender asociaciones y recordarlas (Lynch, 2002; Whitlock y col., 2006). Existen varias líneas de evidencia que confirman que la PLP constituye una base física de la memoria:

- Los fármacos que bloquean la PLP interfieren con el aprendizaje (Lynch y Staubli, 1991).
- Los ratones sobre los que se realiza una mutación para que no puedan generar una enzima necesaria para la PLP no logran aprender la forma de salir del laberinto (Silva y col., 1992).
- Las ratas a las que se les administra un fármaco que estimula la PLP aprenden a conocer el laberinto con la mitad de los errores habituales (Service, 1994).
- Si se inyecta a las ratas una sustancia química que bloquea la preservación de la PLP, se borra el aprendizaje reciente (Pastalkova y col., 2006).