

### Referencia en APA

Blakemore, S. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro las claves para la educación*. Ariel.

## CAPÍTULO 11

# Diferentes formas de aprendizaje

### Memoria sin significado

Una de las maneras más simples y conocidas de aprender es *de memoria* (es decir, repitiendo palabras u otros ítems una y otra vez). Podemos hacer esto si estamos familiarizados con la estructura sonora de una lengua y su gramática, aun cuando no sepamos mucho sobre el significado de las palabras que enumeramos. El aprendizaje de memoria se ha utilizado en entornos educativos de todas las épocas y culturas. El aprendizaje de los patrones de los sonidos es un modo de almacenar información; y fue el principal medio de transmisión de canciones, poemas y otras creaciones literarias antes de que existiera la escritura.

En la India, por ejemplo, los *Vedas*, los antiguos textos sagrados del hinduismo compuestos alrededor de 1500 a.C., se transmitieron oralmente de una generación a otra durante siglos. Los sacerdotes se sabían los textos sagrados de memoria y estaban preparados para recitarlos textualmente, aunque ni ellos mismos entendieran el significado de las palabras en sánscrito. Algunos eruditos incluso pensaban que era mejor no conocer el significado del texto: en las ceremonias religiosas la cuestión fundamental era recitarlo, y el significado sólo entorpecería el recitado correcto.

Por lo visto, la memorización experimenta cambios con la edad. Cuanto mayor se hace uno, más difícil es por lo visto aprender de memoria. Por otro lado, los individuos de edad avanzada a menudo pueden recitar poemas o canciones infantiles que aprendieron de niños, pese a no haber practicado nada durante su vida adulta. En casos de lesiones cerebrales podemos hallar llamativos ejemplos de distinciones entre destrezas memorizadas en etapas tempranas y de otras clases. Una mujer que aprendió galés como primera lengua y luego se trasladó a Londres, donde sólo hablaba inglés, sufrió una apoplejía. A consecuencia de ello, perdió la capacidad de hablar inglés, pero podía recitar todos los cánticos que había aprendido en galés.

Otra mujer que conocemos sufrió una apoplejía que le afectó gravemente a la memoria. No recordaba quién era, qué año era, ni nada de su vida acaecido aproximadamente en la década anterior. Sin embargo, era capaz de recitar perfectamente su receta preferida, aprendida sesenta años antes, y su poema infantil favorito.

¿Cómo funciona la memorización? ¿Tiene su propia base cerebral? Recientemente, en estudios con neuroimágenes se ha investigado cómo la repetición de palabras afecta a la actividad cerebral. Y se ha obtenido sistemáticamente el resultado de que la *corteza premotora* y la *corteza frontal inferior* del hemisferio izquierdo están implicadas en la repetición de ítems a recordar, lo cual es válido si se hace tanto en voz alta como en silencio. Ahora bien, se sabe que estas áreas cerebrales tienen que ver con la producción del habla. La repetición conlleva el uso de códigos articulatorios (internamente o en voz alta) del material a recordar, lo que quizá podría explicar por qué están activadas las áreas cerebrales que controlan la producción del habla.

## Significado y memoria a corto plazo

El lector debe mirar esta lista de letras e intentar aprenderlas repitiéndolas durante un minuto, y luego taparlas y tratar de recordarlas y ver hasta dónde llega:

D N D Y S H I W W Y A U A T W S H L A D I T S

¿Cuántas letras recuerda? Ahora le decimos que son las letras iniciales de «Duérmete niño, duérmete ya», ¿qué tal? Eche otro vistazo, tape las letras e intente recordar. Seguramente esta vez llegará más lejos. ¿Por qué? Está disfrutando de una ayuda extra porque el aprendizaje de material significativo recurre a un área cerebral adicional: la *corteza prefrontal inferior* izquierda.

Es mucho más fácil aprender la información si le damos sentido. La memoria a corto plazo sólo es buena para la repetición inmediata. También es bastante limitada —puede manejar sólo unos siete ítems de información a la vez y dura únicamente entre 15 y 20 segundos—. Por contraste, la información significativa se almacena automáticamente y es posible recordarla mucho más tiempo. Ciertos «atletas» de la memoria pueden prepararse para dotar de sentido incluso a series de números aleatorios y recordar secuencias numéricas larguísimas.

## ¿De memoria o no?

El papel de la memorización en la educación ha sido polémico durante mucho tiempo. ¿Es posible que aprender de memoria dificulte realmente el acceso al significado? La capacidad para recitar un poema, ¿reduce la capacidad para reflexionar sobre su contenido? El énfasis en cantar una canción sin fallos, ¿impide al intérprete cen-

trarse en su significado? Este tipo de preguntas pueden ser respondidas por las ciencias cerebrales, pero aún hay que llevar a cabo los estudios pertinentes.

Se ha sugerido que aprender de memoria ahoga la creatividad y reduce la individualidad. Además, la memorización resulta fácil para ciertas personas, por ejemplo, muchos autistas, pero muy difícil para otras, por ejemplo, los disléxicos. No tiene sentido obligar a las personas a aprender de memoria material que preferirían aprender de otra manera. Por otro lado, sería absurdo no dar a la gente la oportunidad de utilizar su capacidad para aprender de memoria. La memorización es muy eficaz cuando aprendemos vocabulario de un idioma extranjero, la tabla periódica, el papel en una obra dramática o un discurso. Jamás se ha oído decir que aprender información de memoria afecte a la creatividad de escritores o compositores.

Quizá debido a las evidentes disparidades individuales que existen, los educadores están divididos con respecto al uso de la memorización. A diferencia de los maestros de los antiguos *Vedas*, les preocupa también que se aprenda algo de memoria sin comprender su significado. Cuando se enseña a los niños a leer, por ejemplo, tal vez se pone tanto énfasis en la pronunciación de las palabras que al final se pierde el significado del mensaje. Curiosamente, las áreas cerebrales implicadas cuando se atiende al *significado* de las palabras son diferentes de las implicadas cuando se presta atención al *sonido*.

Antes de aprender a leer, a los niños pequeños les cuesta atender al sonido más que al significado. Es probable que el significado sea dominante para todos, por lo que se requiere cierto esfuerzo para zafarnos del mismo y prestar atención exclusivamente a características formales del lenguaje, como la gramática o el sonido. Aquí la excepción podrían ser los individuos con trastornos autistas, que normalmente están menos entusiasmados por el significado

del mensaje que por su forma. Esto se observó en el caso estudiado en las décadas de 1960 y 1970 por Beate Hermelin y Neil O'Connor, de la Universidad de Londres. Hasta ahora nadie ha investigado qué distintos patrones cerebrales están activos en las personas autistas, en comparación con otras personas, cuando recuerdan palabras.

Aprender de memoria es una cosa, y otra muy distinta integrar fragmentos de información. Si éstos son dispares, como acaso suceda en la memorización, la recuperación es difícil. Aprender de memoria es a todas luces útil para asimilar términos técnicos nuevos. Pero ¿qué hay de recordar la palabra correcta en el momento adecuado? El aprendizaje efectivo es algo más que atiborrar la cabeza de información. También debemos desarrollar nuestra capacidad para recuperar la información que es provechosa en una situación específica. El almacenamiento de información es abundante y barato, pero el acceso y la recuperación a menudo son difíciles. A juicio de muchos educadores, lo que los estudiantes necesitan son herramientas para acceder a la información almacenada.

### Uso de la imaginación para aprender

Las ciencias cerebrales están proporcionando nuevos datos para métodos de aprendizaje que van más allá de la simple memorización. Las *imágenes visuales* suponen «ver con la imaginación». ¿Cuántos cuadros hay colgados en su salón? Para responder a esta pregunta la mayoría de las personas cierran los ojos y visualizan la habitación dentro de su cabeza, exploran esta imagen mental y cuentan los cuadros. Las imágenes visuales, o *visualización*, son eficaces —la verdad es que la mayoría de los individuos son capaces de controlar su imaginación y utilizarla para echar un vistazo a los rincones de su salón.

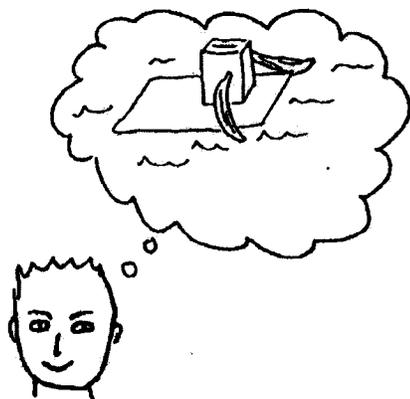


FIGURA 11.1. *Es más fácil recordar trozos dispares de información si los imaginamos interaccionando, cuanto más absurdamente mejor.*

A finales de la década de 1960, el psicólogo canadiense Alan Pavio puso de manifiesto que las palabras *concretas* (como «bosque» o «copa») son más fáciles de recordar que las *abstractas* (como «lejos» o «agradable»). Esto se atribuía al hecho de que las palabras concretas son más imaginables que las abstractas. Se sugirió que se podían usar imágenes visuales para potenciar el aprendizaje. Aprender una lista de palabras es efectivamente más fácil si las visualizamos. Como veremos, es incluso más fácil si imaginamos los objetos combinados o interaccionando unos con otros («una copa en un bosque») que si intentamos aprender las palabras de manera aislada.

Las imágenes visuales se utilizan con frecuencia como herramienta de ayuda al aprendizaje en personas cuya memoria está deteriorada. Se han desarrollado técnicas de aprendizaje para individuos con amnesia crónica a quienes se enseña a conectar ítems mediante historias «de imágenes ridículas». Por ejemplo, si quieren ir a comprar leche, un racimo de plátanos y un periódico, pueden ima-

ginarse un cartón de leche remando con dos plátanos sobre un periódico (véase figura 11.1). Al parecer, esto ayuda a recordar las palabras.

Las imágenes visuales para mejorar la memoria se han utilizado desde hace mucho tiempo, remontándose al «Arte de la Memoria», que fue inventado en la antigüedad y se practicó mucho en la Edad Media. En el uso clásico del Arte de la Memoria, las imágenes mentales se empleaban para recordar discursos largos y complicados. Se asociaban imágenes mentales abstractas un tanto estrambóticas (y, por tanto, más memorables) a partes del discurso y a características arquitectónicas de la estancia en la que se iba a pronunciar. Llegado el momento de hablar, el orador estudiaba la sala, de tal modo que los diversos detalles —estatuas, frescos, columnas, etcétera— accionarían todos los componentes de la alocución a medida que él los recorriera con la mirada. La estancia procuraría un marco de referencia que podría usarse una y otra vez en discursos diferentes.



FIGURA 11.2. *Las regiones cerebrales activadas por expertos en memoria incluyen el hipocampo y están implicadas en la memoria en todos los casos.*

Los «atletas de la memoria» de la época actual se valen de la misma técnica. Estos individuos fueron examinados recientemente en un estudio de imágenes cerebrales realizado por Eleanor Macguire, de la Universidad de Londres. La investigadora efectuó escáneres a personas que participaban en los Juegos Olímpicos de la Memoria. Estas personas, famosas por sus asombrosas destrezas memorísticas, no eran más inteligentes que las personas con memoria «normal» ni mostraban ninguna diferencia palpable en su estructura cerebral, sino que parecían haber enseñado a determinadas partes de su cerebro a almacenar y recuperar información. Todas utilizaban las imágenes mentales, como en el Arte de la Memoria. Las regiones cerebrales activadas incluían el hipocampo y estaban implicadas en la memoria en todos los casos. Si se trataba de recordar listas de números, caras y formas complejas parecidas a copos de nieve, los individuos con esta memoria superior activaban las partes cerebrales de la memoria más que las personas con memoria normal. Así, la me-

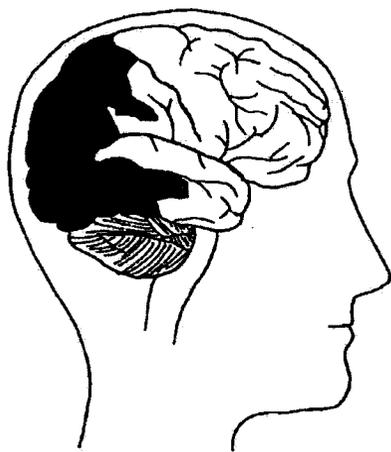


FIGURA 11.3. Buena parte del sistema visual del cerebro, mostrado en la figura, es activado por imágenes visuales.

moria a corto plazo parece ser mucho más susceptible de entrenamiento.

#### LA IMAGINACIÓN EN EL CEREBRO

Los individuos con lesiones en la parte posterior del cerebro, donde está la corteza visual, a menudo presentan problemas de memoria visual y no sacan provecho de las imágenes visuales cuando intentan memorizar palabras. Esto sugiere que para formar imágenes visuales son necesarias las regiones visuales del cerebro (*corteza temporo-occipital*). El estudio realizado en pacientes con lesiones cerebrales ha revelado la existencia en el cerebro de sistemas verbales y no verbales separados. Algunos pacientes cuyas áreas cerebrales visuales están intactas, pero que han sufrido daño en las áreas lingüísticas, no tienen dificultad alguna para identificar un objeto a partir de la imagen aunque sí les cuesta mucho identificarlo partiendo sólo de su nombre. Este tipo de pacientes aún tienen acceso al sistema no verbal (imágenes visuales), pero les cuesta acceder al sistema verbal de identidad. En la mayoría de las personas, estos dos sistemas no funcionan por separado, sino que interaccionan continuamente para posibilitar destrezas como el reconocimiento de objetos y la memoria basada en las imágenes.

Las imágenes cerebrales han procurado abundantes ideas sobre el fundamento cerebral de la memoria y el aprendizaje basados en imágenes. En estudios de neuroimágenes llevados a cabo por Steve Kosslyn y su equipo de investigadores de Harvard se ha observado que están activadas al menos dos terceras partes de las mismas áreas cerebrales cuando imaginamos un objeto y cuando lo vemos realmente. Así pues, puede que las imágenes mentales de objetos y sucesos requieran buena parte del mismo

procesamiento que se produce durante la correspondiente experiencia de percepción.

Pero ¿cómo explicamos el resultado de que la palabra concreta «copa» sea más fácil de recordar que la palabra abstracta «lejos»? Ciertos estudios de neuroimágenes han revelado diferencias en los sistemas neurales que subyacen al recuerdo de material de distintos grados de imaginabilidad. En general, se produce una mayor implicación de las áreas visuales cerebrales en el aprendizaje —basado en imágenes— de palabras concretas que en el de palabras abstractas. Además, una estructura cerebral situada en niveles profundos, denominada *circunvolución parahipocampal*, tiene que ver con la formación y el almacenamiento de recuerdos de palabras (concretas) imaginables.

Una región cerebral distinta que aparece involucrada cuando recuperamos de la memoria palabras imaginables, pero no no-imaginables, es la *corteza parietal*. El *lóbulo parietal* está implicado en el procesamiento de relaciones espaciales entre objetos y en la comprensión de los números y el aprendizaje de la música, y tiene asimismo conexiones con el resto de la corteza visual. Estas conexiones facilitarían su acceso a almacenes de memoria visual. Diferentes estructuras cerebrales participan en la codificación de palabras abstractas, las cuales no son fáciles de imaginar. Las áreas lingüísticas del *lóbulo temporal* entran en juego cuando memorizan palabras abstractas, lo que es lógico teniendo en cuenta que estas palabras sólo se pueden aprender mediante un código verbal —no es fácil visualizarlas.

Las parejas de palabras relacionadas por el significado (como «árbol» y «tronco») son más fáciles de recordar que las que no están relacionadas («manzana» y «farola»). Ciertos estudios de neuroimágenes han puesto de manifiesto que cuando hay que recordar parejas de palabras no relacionadas, están implicadas las áreas cerebrales pre-

*frontales*. Estas áreas prefrontales desempeñan un importante papel en la toma de decisiones y en la inventiva, razón por la cual acaso se vuelven activas cuando los individuos hacen un esfuerzo por conectar semánticamente palabras no relacionadas. Por tanto, se requiere actividad prefrontal adicional cuando las personas han de buscar y establecer nuevos nexos significativos entre parejas de palabras que no guardan relación. Esto es útil cuando se trata de recordar las parejas de palabras.

Si la cuestión es recordar una palabra a partir de su significado, el sonido tiene una función importante. Todos estamos familiarizados con el frustrante fenómeno de tener algo en la *punta de la lengua*, cuando sabemos el significado pero no recordamos el nombre de algo o alguien. En este caso, a menudo tenemos la sensación de identificar el sonido de la palabra, saber cuántas sílabas tiene o con qué letra empieza. La *corteza prefrontal izquierda*, que por lo visto está implicada en la recuperación de información de la memoria, se activa cuando los individuos recuperan palabras correctamente. No obstante, si tenemos una palabra en la «punta de la lengua», esta región no está activada, haciéndolo en su lugar muchas otras áreas cerebrales, lo que quizá refleje el gran esfuerzo por recordar la palabra.

### Asociación de imágenes y sonidos

Hasta ahora hemos hablado sobre aprender y recordar palabras. ¿Y qué hay de recordar cosas que no tienen nombre? En el capítulo 9 mencionamos el estudio de Désirée Gonzalo y Ray Dolan, de la Universidad de Londres, en el que se hicieron escáneres a un grupo de voluntarios después de que hubieran aprendido parejas totalmente arbitrarias de sonidos y símbolos visuales. Por ejemplo, de-

bían aprender que el color púrpura siempre iba acompañado de un graznido. Los resultados mostraban que, curiosamente, las áreas visuales del cerebro comenzaban a responder al sonido cuando los voluntarios habían aprendido que un sonido predecía un color específico. Igual de notable era el hallazgo de que la corteza auditiva, especializada en procesar sonidos, exhibía respuestas a un estímulo visual cuando éste predecía un sonido.

Estos resultados subrayan la posibilidad de que regiones cerebrales específicas, que tradicionalmente se ha creído que responden sólo a información de una modalidad sensorial, respondan también a estímulos de otras modalidades. Además, estas respuestas adaptativas pueden inducirse con gran rapidez. Los participantes en el experimento habían estado aprendiendo las parejas color-sonido durante apenas unos minutos antes de que les hicieran escáneres cerebrales. Estamos ante un ejemplo de *plasticidad* en el cerebro adulto. Hay muchos otros ejemplos de plasticidad en el cerebro, tal como describimos en el capítulo 9. La corteza auditiva de los individuos sordos que saben leer los labios empieza a responder a movimientos de la boca. En los ciegos, la corteza visual responde al tacto del Braille. Estas conclusiones ponen de relieve la capacidad del cerebro, incluso en la edad adulta, para modificar su función con arreglo al uso.

### Imágenes emocionales y aprendizaje

Si el lector es impresionable, mejor que se salte la siguiente frase. Imaginemos que conducimos por una carretera y de pronto reparamos en un niño tirado en el suelo, a un lado de la calzada, retorcido en un charco de sangre. En los seres humanos, imaginar una escena así origina diversos cambios fisiológicos, entre ellos alteraciones de los

ritmos cardíaco y respiratorio. De hecho, imaginar una situación emocionalmente aversiva puede afectar al cuerpo casi tanto como experimentarla en la realidad. Esto demuestra que las imágenes visuales afectan al cuerpo. Steve Kosslin y sus colegas han observado que imaginar escenas aversivas activa ciertas áreas cerebrales más que imaginar estímulos neutros (figurémonos que conducimos por una carretera y vemos a lo largo del arcén una franja de hierba salpicada de flores silvestres). Entre las áreas activadas se halla la *ínsula anterior*, que está implicada en registrar el estado de la actividad *autónoma* (ritmo cardíaco, ritmo respiratorio, etcétera) del cuerpo y en producir sensaciones viscerales o instintivas. Visualizar sucesos aversivos no sólo afecta al cuerpo; estos episodios imaginados también son procesados por el cerebro emocional.

El hallazgo de que las personas pueden influir en el estado emocional de su cuerpo mediante la formación de imágenes visuales tiene repercusiones en el aprendizaje. Se ha afirmado que estos procedimientos de formación de imágenes pueden afectar a muchísimas funciones corporales, incluyendo los sistemas hormonal e inmunitario. Imaginemos que nuestro equipo favorito gana un partido, debido a lo cual se elevan los niveles corporales de testosterona. El incremento en los niveles de testosterona ayuda a la navegación espacial. Así pues, quizá sería posible mejorar indirectamente la navegación espacial mediante el uso de las imágenes.

El estrés es otro ejemplo de algo que se podría controlar por medio de imágenes visuales. Se sabe que el estrés afecta al aprendizaje y a la productividad. El aprendizaje óptimo se produce bajo cierto nivel de estrés, pero si éste es excesivo perjudica al aprendizaje (véase figura 11.4). Se puede utilizar la formación de imágenes emocionales para modular los niveles de estrés. Mediante las imágenes vi-

suales para controlar el estrés, tal vez seamos capaces de mejorar nuestro aprendizaje.

No obstante, las personas difieren espectacularmente en cuanto a sus capacidades para usar imágenes visuales. Algunas afirman no ser capaces de formar imágenes visuales en absoluto. Las personas también difieren en su capacidad respecto a aspectos individuales de la formación de imágenes. Algunas pueden imaginar fácilmente que recorren con la vista su escritorio o los detalles del rostro de su madre, pero a lo mejor les resulta imposible figurarse un objeto que gira. Podemos intentarlo. Pensemos en un sillón. Imaginemos que lo rodeamos. Ahora imaginemos que nos quedamos quietos y que el sillón gira sobre su eje. Hay personas que pueden hacer ambas cosas, pero para otras es mucho más difícil una que otra, lo que pone de manifiesto que la formación de imágenes visuales no está forzosamente relacionada con la rotación mental.

### Imitación

La *imitación* —observar cómo los demás hacen cosas y luego intentar hacer lo mismo— es una arraigada estrategia de aprendizaje. Hay ejemplos de animales, incluyendo aves, que adquieren unos de otros información aprendida. Se ha publicado que ciertos monos salvajes copian de sus congéneres el modo de andar y subir a los árboles. Existen numerosos informes de chimpancés en cautividad que observan a personas utilizar herramientas como martillos y destornilladores y luego las imitan. En inglés, la palabra *ape* (simio) incluso ha llegado a tener el significado de «imitar».

Poco después de nacer, los bebés humanos ya pueden imitar algunos de los gestos comunicativos de quienes los

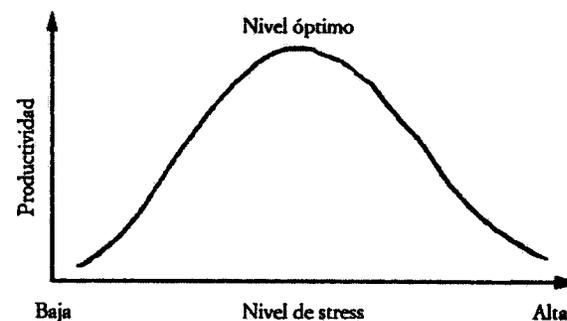


FIGURA 11.4. *Un poco de estrés es bueno para el rendimiento. Demasiado poco se traduce en complacencia; demasiado, en ansiedad no canalizada.*

rodean. Esto lo descubrió hace unos treinta años el psicólogo del desarrollo Andrew Meltzoff, de la Universidad de Washington, Seattle. Si conocemos a un bebé recién nacido, podemos llevar a cabo un experimento sorprendente. Miramos al bebé, atraemos su interés y sacamos la lengua. Con apenas unos días de vida, los bebés humanos a menudo imitan expresiones faciales, como sacar la lengua o abrir la boca. Hacia las diez semanas, empiezan a imitar las expresiones faciales mostrando emociones básicas, como felicidad (sonriendo) o enfado (frunciendo el ceño).

A diferencia de esta automática imitación temprana, las imitaciones que aparecen más adelante no se limitan a reflejar lo visto alrededor sino que son muy selectivas. Un ejemplo de selección es el efecto de los iguales o compañeros. En el aprendizaje del lenguaje, este efecto es muy fuerte. Los niños suelen adoptar el acento de sus compañeros antes que el de sus padres. Curiosamente, no imitan el acento extranjero de su madre, aunque para ellos ésta sea la principal fuente de habla.

El hecho que los bebés estén dotados de mecanismos para imitar tiene una explicación: la imitación es un im-

portante dispositivo de aprendizaje y además vincula nuestra identidad a la de los que nos rodean. Parece que captamos muy fácilmente los sentimientos y las actitudes de las personas que hay alrededor, sin ser conscientes de ello en absoluto. Este tipo de contagio podría incluso proporcionar una base para desarrollar un conocimiento de las demás personas. Ciertos estudios de psicología social sugieren que se producen efectos enormes de los grupos de compañeros y de los modelos de rol, estando los últimos a veces sólo presentes en el cine o la televisión. Los niños de todas las edades —y hasta cierto punto los adultos— tienden a hacer suyos los valores, las actitudes y las conductas de sus compañeros, sea en la vida real, los libros o la televisión.

Los adultos aún imitan de manera natural conductas básicas, como gestos y expresiones faciales, bien que con mucha menos frecuencia que los niños pequeños. La próxima vez que el lector vea una película en la que alguien simplemente dé una buena noticia, quizá repare en que, sin ningún esfuerzo por su parte, se le ha dibujado una sonrisa en el rostro. En las conversaciones, las personas imitan a menudo las posturas y las expresiones faciales de los otros sin sospecha alguna de que lo están haciendo. Esta clase de conducta social podría haber evolucionado para lograr que los individuos que están interaccionando se sientan más alineados entre sí.

Existe otra clase de imitación en la que tratamos de emular deliberadamente las actitudes, los valores y el comportamiento de personas a las que admiramos, o en la que intentamos conscientemente imitar los patrones exactos de movimiento de los instructores deportivos o de baile, por ejemplo. Evidentemente, esta capacidad es importante en la enseñanza.

## EL CEREBRO REFLEJA LO QUE VE

En cuanto a los mecanismos cerebrales que subyacen a la imitación, sabemos más cosas de los adultos que de los niños. Ciertos estudios de neuroimágenes han revelado que simplemente observar a alguien moverse activa áreas cerebrales similares a las activadas al producir movimientos uno mismo. Las *regiones motoras* del cerebro se vuelven activas gracias a la mera observación de movimientos aunque el observador permanezca totalmente quieto. Un estudio de neuroimágenes realizado por Jean Decety y sus colegas de Francia puso de manifiesto que la actividad en las regiones motoras cerebrales se incrementa si el observador ve las acciones de alguien con la intención de imitarlas más tarde. Así, cuando dos personas interaccionan una con otra, se activan simultáneamente las mismas estructuras en ambos cerebros. Cuando vemos a alguien que coge una taza de café, nuestro cerebro no se limita a procesar la percepción visual de la mano más la taza, sino que también reproduce la acción. Nuestro cerebro imita las acciones de otras personas aunque nosotros no lo hagamos.

Esto es útil porque simular en el cerebro acciones observadas quizá nos podría facilitar eventualmente la realización de estas acciones. Imaginemos que intentamos aprender a bailar sin poder observar primero a alguien bailando. Por lo general, aprender partiendo de la observación es más fácil que aprender a partir de descripciones verbales, por precisas y detalladas que sean. Esto acaso se deba a que, al observar una acción, el cerebro ya está preparado para imitarla.

## NEURONAS ESPECULARES

No sólo el cerebro humano se activa de igual forma cuando realiza acciones y cuando las observa: en los mo-

nos se da el mismo fenómeno. Giacomo Rizzolatti, de Parma, Italia, descubrió que ciertas neuronas de la *corteza premotora* (área involucrada en el control del movimiento) del cerebro de un mono «descargan» cuando éste ve a una persona (o a otro mono) coger un objeto, pongamos un cacahuete, aun cuando el propio mono no haga ningún movimiento. Estas células se denominan *neuronas especulares* porque reflejan como un espejo la conducta observada.

Curiosamente, estas neuronas no reaccionan ante la imagen de un cacahuete aislado ni la de una mano sola: lo que interesa a estas células es la visión de una acción dirigida a un objetivo, como una mano agarrando un cacahuete. El mono que contempla la acción no está imitándola, pero quizá sería capaz de aprender algo sobre el objetivo de la misma *representándosela* en el cerebro. Esto es útil porque permite al mono comprender el significado de la acción y responder con rapidez a las acciones de otros animales.

#### ¿QUÉ NOS IMPIDE IMITAR TODO LO QUE VEMOS?

Si reflejar acciones observadas es inherente a nuestro cerebro, ¿qué nos impide imitar todo lo que vemos? Ciertos estudios sobre individuos con lesiones cerebrales arrojan luz sobre este enigma. Los pacientes con la *corteza frontal* dañada exhiben a menudo una repetición excesiva de acciones de otras personas porque ya no son capaces de inhibir su conducta. Imitan continuamente acciones de otros incluso cuando ello es totalmente inadecuado. Jacques Jean Lhermitte, el neurólogo francés que habló por primera vez sobre estos pacientes, describió a un hombre que hacía todo lo que hacía el médico: beber, peinarse, arrodillarse y rezar. Esto da a entender que la capacidad para

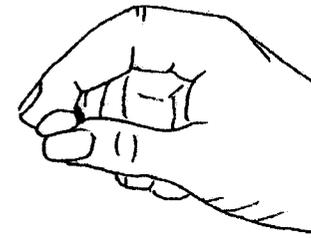


FIGURA 11.5. Las neuronas especulares, que se encuentran en la corteza premotora, están activadas tanto cuando el mono coge un cacahuete como cuando simplemente observa a una persona u otro mono cogerlo.

inhibir la conducta está controlada por los lóbulos frontales. La imitación es inherente al cerebro, y para que no se produzca es necesaria la *inhibición de los lóbulos frontales*.

Un atributo muy importante del sistema nervioso inmaduro es la falta de control inhibitorio debido a que, en el nacimiento, los lóbulos frontales están poco desarrollados. La dificultad para inhibir la imitación durante la infancia se pone de manifiesto en juegos como «Simón dice», común a muchas culturas, como lo es también la ocasionalmente desafortunada tendencia de los niños a repetir comentarios que han oído a los adultos, por groseros y privados que sean. Es verosímil que esta falta de inhibición al principio de la infancia exista por algún motivo. Si los niños fueran capaces de inhibir sus acciones, igual que los adultos, tenderían a imitar menos, y habida cuenta de que la imitación es útil para aprender, la falta de la misma quizá no sería recomendable. Los mecanismos inhibitorios del cerebro se desarrollan durante toda la infancia y la adolescencia debido al crecimiento gradual de los lóbulos frontales —tal como vimos en el capítulo 8, los lóbulos frontales no están plenamente desarrollados hasta las primeras etapas de la edad adulta—. No sorprende que las capacidades que requieren inhibición, como de-

terminados protocolos sociales o la toma de decisiones racionales, tiendan a surgir progresivamente al tiempo que se desarrollan los lóbulos frontales.

#### IMITACIÓN EN EL AULA

Un conocimiento más profundo de la imitación, su papel en el aprendizaje y sus fundamentos cerebrales tal vez nos permitiría entender cómo podemos sacarle partido para conseguir un aprendizaje beneficioso, o controlarla en los casos en que pudiera ser perjudicial.

En primer lugar, una advertencia importante: como sucede con todos los estudios neurocientíficos, es importante hacer hincapié en la diferencia entre las tareas utilizadas para investigar la imitación en el cerebro y el tipo de imitación pertinente a la educación. En la educación, imitar actitudes, mentalidades y emociones puede ser más importante que imitar movimientos sencillos. No obstante, hasta ahora los estudios de neuroimágenes sobre la imitación sólo han incluido la exploración del cerebro de individuos mientras éstos imitaban movimientos muy simples, como tamborilear con el dedo o mover un joystick. Hasta el momento, los resultados sólo pueden interpretarse en cuanto a su importancia en el aula.

Estamos predispuestos a imitar a quienes nos rodean. Esto recuerda la opinión de muchos educadores de que no deberíamos sólo dar a conocer *qué* sabemos sino también poner de manifiesto *cómo* lo sabemos. En el proceso de aprendizaje, los valores, las ideas y la actitud del maestro ante el aprendizaje podrían ser tan importantes como el material que se está enseñando. Las personas exhiben sus actitudes y creencias continuamente, a menudo sin pretenderlo. Son estas actitudes y creencias las que los alumnos captan e imitan fácilmente incluso cuando no es

ésta su intención. Naturalmente no imitamos cualquier cosa, sino con más probabilidad a aquellos a quienes admiramos. Los niños y los adultos emulan a sus modelos de rol, en especial los líderes de su grupo de iguales.

En los ámbitos educativos acaso sea útil recordar otro tipo de imitación: la *no imitación intencionada*. Las personas con frecuencia actúan a propósito de manera distinta a como lo hacen otras, en especial los jóvenes resueltos a rebelarse contra sus mayores. La imitación no basta en la educación, la cual requiere comprender y conocer la tarea que se está aprendiendo tanto como simplemente ser capaz de llevarla a cabo. Para que la flexibilidad y la originalidad trasciendan la imitación, hace falta creatividad. Por otro lado, la creatividad sin imitación quizá genere muchas ideas nuevas, aunque éstas a menudo suponen una pérdida de tiempo porque acaso no hayan tenido en cuenta lo que ya se sabe y se ha probado y examinado. Con toda evidencia, hay algunas destrezas y capacidades para las cuales la imitación es fundamental. Es casi imposible aprender a bailar, actuar, cantar, practicar un deporte o hablar una nueva lengua sin un modelo de rol a emular. Sin imitación, los seres humanos quizá nunca habrían aprendido a hablar o escribir, no digamos ya a jugar a squash ó a bailar el tango. Pero sin creatividad no se habrían concebido nuevos bailes, deportes, canciones o poemas. Si queremos aprender bien, tomar decisiones acertadas y tener inventiva, son necesarias tanto la creatividad como la imitación. Los modelos educativos suelen combinarlas.

Los solitarios y los excéntricos son tan importantes como los que siguen la moda. Algunos individuos se muestran menos inclinados a imitar y a aprender mediante la imitación. Sospechamos que existen diferencias individuales en éste y muchos otros aspectos del aprendizaje, pero ¿hasta qué punto? Los científicos cerebrales apenas

se han ocupado de cuestiones como ésta. Es comprensible que actualmente los neurocientíficos estén más preocupados por establecer hechos sólidos que sean válidos para el cerebro de casi todas las personas.

## Gimnasia mental

Hace tiempo que la psicología experimental ha establecido la importancia del *ejercicio mental* para aprender movimientos y destrezas físicas. Imaginar que hacemos movimientos sin movernos tiene realmente consecuencias perceptibles. En primer lugar, la práctica mental del movimiento puede mejorar verdaderamente la fuerza muscular y la velocidad del movimiento. En un estudio reciente se observó que los individuos que imaginaban la máxima flexión posible de uno de sus bíceps incrementaban la fuerza de dicho músculo en un 13,5 % en apenas unas semanas y conservaban este aumento de fuerza durante varios meses tras interrumpir el ejercicio mental. En segundo lugar, la ejecución prolongada de tareas en la imaginación puede dar origen a importantes cambios fisiológicos. En ciertos estudios se ha puesto de manifiesto que personas que simulaban mentalmente ejercicios de piernas incrementaban sus ritmos cardíaco y respiratorio igual que si efectuaran realmente los movimientos con las piernas.

¿Cómo es que se produce mejora durante el ejercicio mental? Una posible explicación es que la formación de imágenes motoras esté estrechamente relacionada con la preparación para el movimiento. Prepararse para el movimiento recurre a los mismos procesos implicados en imaginar que se lleva a cabo dicho movimiento. Estudios de neuroimágenes sobre formación de imágenes motoras realizados por Jean Decety y sus colegas de

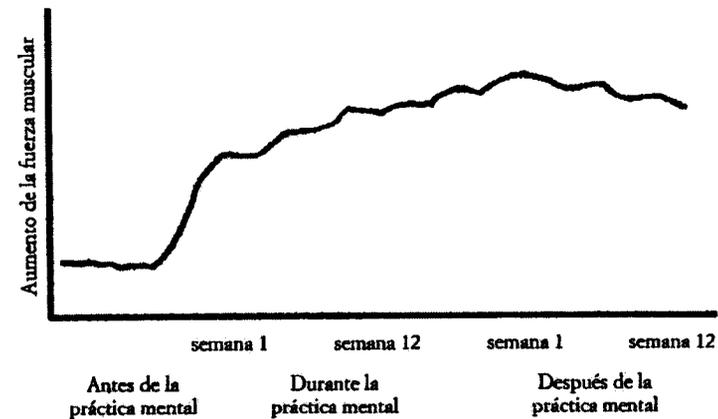


FIGURA 11.6. *El ejercicio mental incrementa por sí solo la fuerza muscular en un 13,5 %.* Fuente: adaptado de figura 2 de Ranganathan et al. *Neuropsychologia* 2004; 42(7): 944-956. Copyright © 2004 de Elsevier Science. Con autorización de los autores y Elsevier Science.

Francia ponen de relieve la actividad en un subgrupo de regiones cerebrales activadas mientras se efectúan realmente movimientos. Entre estas áreas se incluyen la *corteza motora suplementaria*, la *corteza premotora* y el *lóbulo parietal*.

Quizá el hecho de que se utilicen áreas cerebrales similares para la formación de imágenes de movimientos y para la ejecución real de éstos sea la explicación fundamental del fenómeno del aprendizaje motor mediante el ejercicio mental. Ciertas regiones cerebrales necesarias para el aprendizaje motor se activan sólo con pensar en movimientos. Se puede sacar provecho del ejercicio mental para el entrenamiento de destrezas físicas, como practicar deporte, bailar, actuar y quizá incluso pintar y dibujar. Ejercitarse uno mismo en la formación de imágenes mentales puede ser útil. En las personas de edad avanzada, la gimnasia mental tal vez ayude a mantener la fuerza

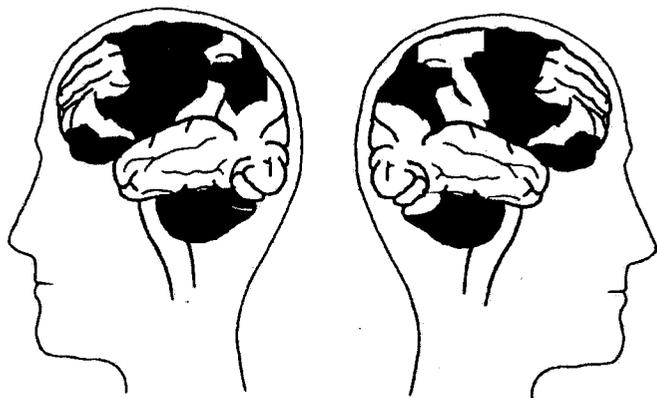


FIGURA 11.7. Regiones cerebrales similares están activas cuando realizamos un movimiento (en la izquierda de la imagen) y cuando simplemente imaginamos que lo hacemos (en la derecha).

muscular. El ejercicio mental ya se practica en diversas formas de meditación, el yoga y el tai chi. El cerebro está pensado para estar en movimiento.

#### APRENDIZAJE MEDIANTE TERAPIA

La *terapia conductual*, que a menudo resulta satisfactoria para tratar problemas como las fobias y la conducta obsesivo-compulsiva, deriva de estudios de aprendizaje en animales. El supuesto en el que se basa la terapia conductual para tratar las fobias, por ejemplo, es que la persona fóbica tuvo una experiencia negativa inicial con el objeto fóbico, y que la evitación de dicho objeto ayuda a conservar la fobia. Gracias a investigaciones sobre condicionamiento aversivo en animales, se sabe que evitar el objeto aversivo (que se percibe como desagradable o negativo) mantiene la aversión, mientras que encontrarse con el objeto y descubrir que en realidad no es perjudi-

cial la reduce. La terapia conductual a menudo incluye que el individuo fóbico deba enfrentarse al objeto fóbico (pongamos, por ejemplo, arañas) en condiciones seguras y fiables, estando totalmente relajado, para «reaprender» que no es dañino.

En vez de intentar modificar la conducta de alguien, la terapia cognitiva «reenseña» a las personas el modo de *pensar* acerca de una determinada cuestión. Por ejemplo, evidentemente es esencial convencer a los que sufren anorexia de que cambien su conducta, pero igual de importante es modificar sus actitudes hacia sí mismos y hacia la comida. Por lo general, sólo este último cambio —cognitivo— tiene efectos duraderos.

Estudios de neuroimágenes realizados por Helen Mayberg y sus colegas de Toronto han revelado que, cuando alguien experimenta terapia cognitiva, se producen cambios físicos en su cerebro. Sabemos desde hace mucho tiempo que distintos tipos de sustancias pueden afectar a la función cerebral —hace más de cincuenta años se descubrió que los fármacos antidepresivos aliviaban la depresión al afectar al sistema cerebral de la serotonina—. No obstante, el hallazgo de que enseñar a una persona a pensar de manera distinta puede tener en el cerebro efectos parecidos es fascinante.

Podemos advertir paralelismos entre las técnicas de terapia cognitiva que enseñan nuevas maneras de pensar a personas depresivas o anoréxicas y las técnicas para enseñar matemáticas, lenguaje o destrezas de tipo práctico. Del mismo modo que la terapia cognitiva modifica la función cerebral, cabe suponer que enseñar y aprender tienen efectos en el cerebro. En el futuro acaso sea provechoso desarrollar programas de formación que se propongan volver a enseñar al cerebro a aprender, igual que la terapia cognitiva «reenseña» al cerebro. Las lecciones derivadas de cómo se lleva a cabo y funciona la terapia cog-

nitiva podrían ser útiles en la rehabilitación de personas que no disfrutaron de una buena educación en la infancia, que por naturaleza aprenden con dificultad o que simplemente quieren mejorar sus capacidades de aprendizaje.

## CAPÍTULO 12

### Aprovechamiento de las capacidades de aprendizaje del cerebro

En el futuro habrá toda clase de formas nuevas y radicalmente distintas que permitan incrementar el potencial del cerebro para aprender. En este capítulo examinamos varias direcciones nuevas de investigación sobre sistemas no convencionales que usa el cerebro para aprender. Nos ocuparemos especialmente de estudios acerca de cómo el sueño, la hipnosis, la recompensa y la asunción de riesgos, así como la comida y las vitaminas, afectan a los procesos cerebrales responsables del aprendizaje. ¡Quizá algún día sea posible tragarse una píldora para aprender!

#### Sueño y aprendizaje

¿Por qué generalmente estamos despiertos de día y dormimos de noche? El ciclo sueño-vigilia es una parte importante del sistema de patrones corporales diarios, que reciben el nombre de *ritmos circadianos*, expresión que viene del latín y significa «ciclo diario». Además del sueño, los ritmos circadianos también regulan la actitud alerta, la capacidad cognitiva y el funcionamiento de los movimientos. El estrés y la ansiedad pueden alterar los ritmos circadianos, lo cual