

Cerebro y aprendizaje

Competencias e implicaciones educativas

Eric Jensen

NARCEA, S. A. DE EDICIONES
MADRID

Reimpresión 2010

© NARCEA, S.A. DE EDICIONES

Avda. Dr. Federico Rubio y Galí, 9. 28039 Madrid. España

www.narceaediciones.es

© Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)
1703 North Beauregard Street, Alexandria, Virginia 22311-1714, USA

Título original: *Teaching with the brain in mind*

Traducción: Alberto Villalba

ISBN: 978-84-277-1437-3

Depósito legal: M-1.171-2010

Impreso en España. Printed in Spain

Imprime Lavel, S.A. 28970 Humanes (Madrid)

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sgts. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

Índice

Introducción	9
1. Nuevas corrientes	11
Modelos educativos. ¿Qué conocemos del cerebro? Situación y rumbo actuales de la investigación. Interpretar la investigación sobre el cerebro. Sugerencias prácticas.	
2. El cerebro que aprende	21
El cerebro humano. Influencia en el aprendizaje. Energía para el aprendizaje. ¿Dónde comienza el aprendizaje? ¿Cómo aprendemos?: el estímulo; formación del aprendizaje duradero; aprendizaje y conducta; hacerse más inteligente.	
3. Educar a los alumnos para aprender a aprender	35
¿Los alumnos son realmente diferentes en la actualidad? La preparación para la entrada en la escuela comienza en la concepción. Inicio de la inteligencia emocional. Estimulación temprana del cerebro: el cerebro motor y visual; destrezas cognitivas tempranas; el cerebro auditivo; desarrollo del lenguaje; dulces sueños; alimentarse y beber para aprender. Sugerencias prácticas.	
4. Entornos enriquecidos y cerebro	49
Influencia del entorno. Nuestro cerebro es maleable. ¿A quién va dirigido el enriquecimiento? ¿Qué constituye el enriquecimiento?: enriquecimiento mediante la lectura y el lenguaje, la estimulación motora; el pensamiento y la resolución de problemas, las artes y los entornos. Sugerencias prácticas.	
5. Captar la atención del cerebro	65
El cerebro atento. Vías de la atención. Química de la atención. Ciclos de atención tipo "montaña rusa". La falta de atención: cómo afecta la atención a la disciplina; déficit de atención. Sugerencias prácticas.	
6. Cómo afectan las amenazas y el estrés a la atención	79
Por qué fracasan las amenazas. Estrés y aprendizaje. Amenaza y aprendizaje. Indefensión aprendida: biología y resultados. Sugerencias prácticas.	

7. Motivación y recompensas	91
Estudiantes y motivación. Desmotivación temporal. Recompensas y cerebro. Promover la motivación intrínseca: modelo del "Supercampo". Sugerencias prácticas.	
8. Emociones y aprendizaje	103
Cultura occidental y emociones. Las emociones son lo principal. La medida de la emoción. Vías de la emoción. Química de la emoción. Las emociones como estados mente-cuerpo. Emociones, aprendizaje y memoria. Sugerencias prácticas: modelar funciones o roles; celebraciones y fiestas: suscitar una controversia; uso de rituales físicos; introspección.	
9. Movimiento y aprendizaje	117
Mente y cuerpo. Desarrollo motor y aprendizaje. Educación física y aprendizaje. Las artes del movimiento. Sugerencias prácticas: fijación de objetivos sobre la marcha; drama, teatro y juegos de rol; energizantes; laterales transversales, estiramientos.	
10. El cerebro como elaborador de significados	129
Búsqueda del significado. Biología del significado. Importancia de las emociones. Provocar emociones productivas. Importancia del contexto y los modelos. Sugerencias prácticas.	
11. Memoria y recuerdo	141
Descubrimientos clave sobre la memoria: fluidez; formación; química; reconstrucción; diversidad; recuperación. Memoria explícita: vías semánticas y vías episódicas. Memoria implícita: memoria procedimental y reflexiva. Sugerencias prácticas: estrategias declarativas explícitas, episódicas, de procedimiento y reflexivas.	
Epílogo	159
Glosario de términos relacionados con el cerebro	161
Referencias bibliográficas	165
Bibliografía en español	173
Índice de materias	175

Introducción

DESCUBRÍ el concepto “competencias del cerebro en el aprendizaje” durante un taller de formación empresarial organizado por Marshall Thurber, un empresario con visión de futuro, en junio de 1980. La repercusión fue tan intensa que incluso hoy podría llenar un mural con las ideas que recuerdo (y que aún utilizo). Sin duda alguna, tanto el contenido como el proceso de ese día quedaron profundamente grabados en mi cerebro. Los ponentes exponían claramente importantes principios acerca de la intervención del cerebro en el aprendizaje y sabían cómo utilizarlos.

Después, llegué a entusiasmarme de tal modo (podría parecer un fanático) que decidí compartir mi emoción con los demás. Como era profesor, mi primer interrogante fue: “¿Por qué mis propios alumnos no tienen cada día este tipo de experiencia del aprendizaje?”. La pregunta era tan humillante como prometedora.

Decidí utilizar esta recién hallada conexión cerebro-aprendizaje. Creé junto con otros profesores un programa académico vanguardista y experimental en San Diego, California, llamado ‘SuperCamp’ (“Supercampo”). Nuestro propósito era utilizar la investigación más reciente sobre el cerebro para ofrecer a los adolescentes destrezas para la vida e instrumentos de aprendizaje. Celebramos nuestra primera sesión en agosto de 1982. Fue un éxito inmediato y lo ofrecimos en otros Estados y países. Captamos la atención de los medios de comunicación y pronto nos vimos en los periódicos y en la televisión.

La investigación de seguimiento a largo plazo confirmó que los beneficios de nuestro programa perduraban durante años (DePorter y Hernacki, 1992, p. 19).

Los cursos de estudiantes y la participación escolar aumentaron, y los alumnos consiguieron mayor confianza en sí mismos. El experimento que iniciamos hace varios años es en la actualidad un equipo internacional con más de 20.000 graduados, y aún hoy sigue aumentando; tiene su sede en Oceanside, California.

He visto, sentido y escuchado directamente la diferencia que establecen las competencias del cerebro en el aprendizaje. Alumnos de todas las procedencias y edades, con experiencias de fracaso y con actitudes de desaliento durante toda la vida, pueden triunfar y han logrado el éxito con este planteamiento. Aunque la enseñanza compatible con la actividad del cerebro no es una panacea, aporta una guía cada vez más importante. Los programas que son compatibles con el modo natural en que los seres humanos aprenden, resistirán la prueba del tiempo. Los principios de ese tipo de aprendizaje darán fruto cuando muchos otros programas educativos de moda pasajera hayan desaparecido de la memoria.

1

Nuevas corrientes

ESTAMOS EN EL UMBRAL de una revolución: la aplicación a la enseñanza y al aprendizaje de recientes investigaciones sobre el cerebro. Esta revolución cambiará el momento de comenzar a ir a la escuela, las políticas de disciplina, los métodos de evaluación, las estrategias de enseñanza, las prioridades presupuestarias, los entornos de aula, el uso de la tecnología e incluso el modo de pensar acerca de las artes y de la educación física. Pero antes de examinar las aplicaciones prácticas de esta investigación debemos tener un modelo útil para descifrarlo.

MODELOS EDUCATIVOS

El modelo educativo que dominó durante gran parte de la historia humana no era complicado. Si se deseaba aprender acerca de algo, se acudía a alguien que poseía destrezas o conocimientos en ese ámbito. El camino era sencillo: encontrar personas que supiesen más que uno mismo y aprender de ellas. Esto funcionó con los campesinos y la realeza, los padres y los hijos, los herreros y los monjes.

La Revolución Industrial modificó ese camino. Pronto surgió un nuevo modelo con la idea de que se podía reunir a todas las personas en un único lugar y ofrecer un currículo, tipo “cinta transportadora”, normalizado.

Este paradigma de escolarización se desarrolló en el siglo XIX y se popularizó durante la mayor parte del siglo XX. Denominado con frecuencia el

“modelo fábrica”, se fundamentaba en campos de la sociología, los negocios y la religión. Resaltaba comportamientos útiles como la obediencia, el orden, la unidad y el respeto a la autoridad.

Durante los años 1950 y 1960 surgió un cambio peculiar de paradigma. En esas décadas, la teoría dominante de la conducta humana estaba influida por las doctrinas de los psicólogos J. Watson y B. F. Skinner. Sus teorías conductistas se podrían definir más o menos así: “No podemos saber lo que ocurre dentro del cerebro, pero ciertamente podemos ver lo que ocurre fuera. Midamos las conductas y aprendamos a modificarlas reforzando las que deseemos. Si nos gusta, recompensémosle. Si no, castiguémosle”. Considerando lo que sabíamos acerca del cerebro en esa época, este planteamiento tenía algún sentido.

Ha comenzado a surgir un nuevo paradigma. Probablemente la Historia registre que todo empezó en los dos últimos decenios del siglo XX. La tecnología preparó el camino para este cambio. Modificó el modo en que pensamos, vivimos y aprendemos. En los años 70, 80 y 90, expresiones como “super-aprendizaje” y “aprendizaje acelerado” se fueron extendiendo a medida que avanzaba la Era de la Información. “Exploraciones del cerebro” como la técnica de imagen por resonancia magnética (IRM) y la tomografía por emisión de positrones (PET) nos dieron nuevos modos de comprender y ver el interior del cerebro. Por vez primera en la historia, pudimos analizarlo mientras su dueño seguía vivo. Se desarrolló una nueva rama de “ciencia interna”: la neurociencia, que es un emocionante planteamiento disciplinario de cuestiones referentes al cerebro.

En el año 1969, había inscritos 500 neurocientíficos en la International Society of Neuroscience. Actualmente hay más de 30.000. La abundancia de descubrimientos neurocientíficos revela asombrosas percepciones sobre el cerebro y el aprendizaje. La esquizofrenia y el síndrome de Tourette se pueden tratar con medicamentos. Estamos a punto de conocer las causas de las enfermedades de Parkinson y de Alzheimer. La capacidad de volver a caminar después de sufrir una lesión de la columna vertebral se está convirtiendo en una posibilidad real. Nimodipine, una píldora para la memoria, ayuda a los estudiantes a recordar mejor lo que leen. Ahora conocemos las raíces biológicas de la conducta impulsiva y violenta en el aula. Muchas de nuestras creencias convencionales sobre la educación se están rompiendo como el cristal.

¿QUÉ CONOCEMOS DEL CEREBRO?

Estamos descubriendo el funcionamiento del cerebro a un ritmo sin precedentes. Jeri Janowsky, uno de los mejores neurocientíficos en aprendizaje y memoria, de la Oregon Health Sciences University, en Portland, señala: “Cualquier cosa que hayamos aprendido hace dos años es ya información

antigua... La neurociencia está avanzando con rapidez” (Kotulak, 1996, p. 124). En los próximos años podemos esperar la aparición de tecnologías nuevas y más exactas para explorar aún más los misterios del cerebro. A continuación, expondremos los estudios más utilizados por la neurociencia.

Dispositivos de obtención de imágenes cerebrales. Los aparatos de obtención de imágenes por resonancia magnética (IRM) aportan imágenes de alta calidad de cortes transversales de tejidos blandos como el cerebro, sin rayos X o radiación. Este instrumento tiene dos nuevas variantes. El IRM funcional es una variación de menor presupuesto, más barata y mucho más rápida. Otro instrumento es el RMN (obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear) que es 30.000 veces más rápido y capta una imagen cada 50 milisegundos. Esta velocidad nos permite, por ejemplo, medir la secuencia del pensamiento en áreas muy reducidas del cerebro (Fig. 1.1).

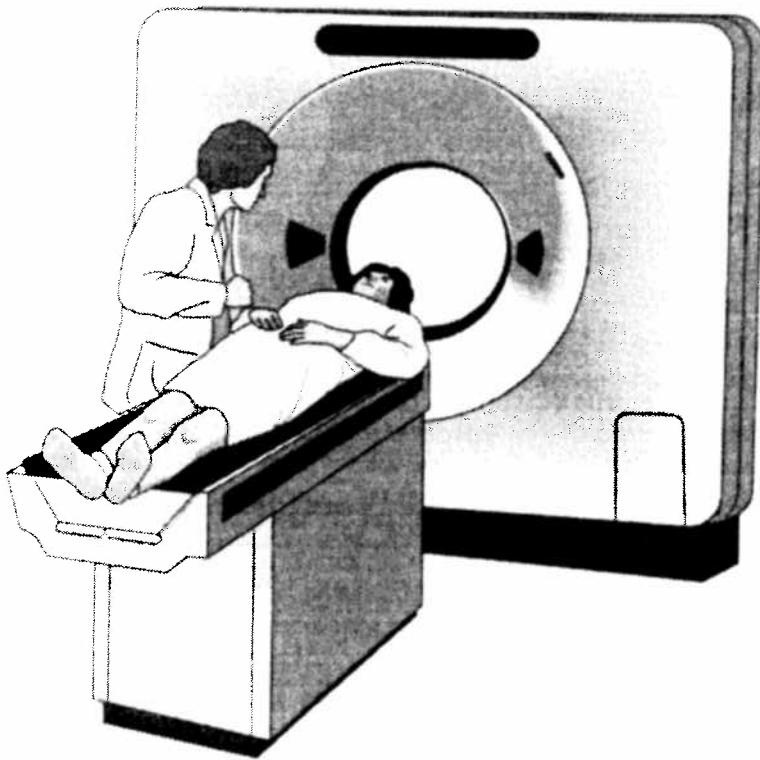


Figura 1.1. Tecnología de obtención de imágenes del cerebro

Animales. Experimentos de laboratorio con ratones, perros, gatos, monos y otros animales aportan una rica fuente de información sobre cómo funcionan cerebros similares. Por ejemplo, hemos aprendido mucho acerca de la influencia de unos entornos enriquecidos estudiando cerebros de ratones.

Electrodos computarizados. El electroencefalograma (EEG) nos proporciona lecturas de la actividad eléctrica del cerebro. La magnetoencefalografía (MEG) utiliza sensores de alta tecnología que están superenfriados con helio

líquido y son superconductores, para localizar campos magnéticos muy débiles generados por las redes neuronales del cerebro. Se han utilizado para detectar modelos de onda cerebral y funciones cerebrales anormales tales como ataques o demencia. Estos instrumentos también pueden ayudarnos a rastrear, por ejemplo, cuánta actividad cerebral se produce durante la resolución de problemas (Fig. 1.2).

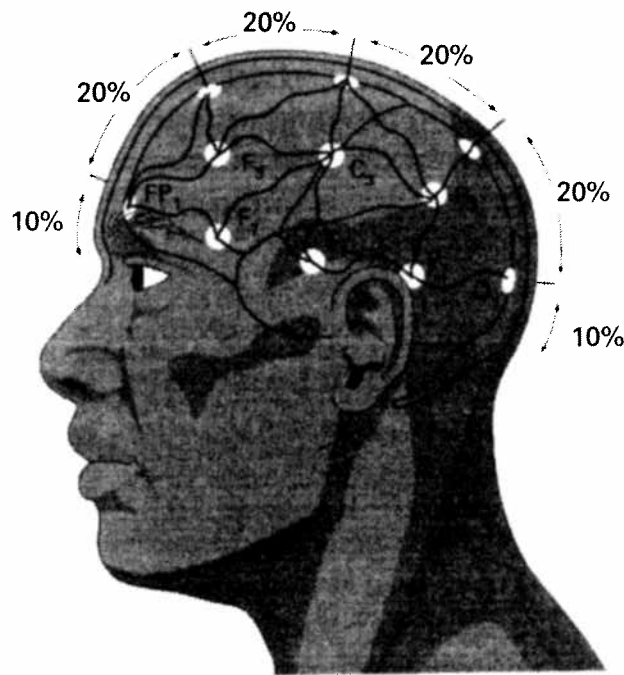


Figura 1.2. Situación común de los electrodos para el EEG (electroencefalograma)

Estudios clínicos. Podemos aprender mucho utilizando voluntarios humanos (tal vez de las clases de psicología de la universidad.). Por ejemplo, pasando diapositivas a altas velocidades podemos saber más acerca de los tiempos de reacción del sistema visual. Los estudios de niños gemelos proporcionan mucha información sobre la diferencia entre “herencia” y “ambiente”.

PET. La tomografía por emisión de positrones (PET) es un dispositivo de obtención de imágenes. El proceso de la PET comienza cuando un sujeto bebe un poco de “agua con sal” (O^{15}) o de glucosa radioactiva. La PET lee la cantidad de sustancias radiactivas liberadas cuando ciertas zonas del cerebro consumen la glucosa. Si, por ejemplo, se estuviese leyendo, se indicaría actividad de glucosa en los lóbulos temporales y parietales, con algo de actividad en la región occipital*. Una nueva variante sobre este instrumento, desarrollada en la Universidad de California, Los Angeles (UCLA), utiliza muestras

* Una definición breve de los vocablos sin definir en el texto, se encuentra en el glosario de la página 163.

radioactivas para afinar los genes especialmente “elegidos” por los investigadores.

Autopsias. Las fases relevantes del desarrollo y la cantidad de deterioro o lesiones pueden ser medidas u observadas por el neurólogo. Mediante autopsias, Bob Jacobs, neurocientífico de la UCLA, descubrió que los estudiantes con carreras más exigentes tenían más ramificación dendrítica que quienes no se hallaban en esa situación. Dicho de otro modo, sus cerebros habían cambiado físicamente, estaban más enriquecidos y eran más complejos.

Espectrómetros. Ignorados durante decenios, los espectrómetros son instrumentos de utilización rápida, que miden lo específico de los productos químicos cerebrales o neurotransmisores cuando se produce actividad, determinando el índice de refracción de una sustancia translúcida. Por ejemplo, si me siento deprimido, puede ser por un cambio en los niveles de neurotransmisores específicos en mis lóbulos frontales.

SITUACIÓN Y RUMBO ACTUALES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante los últimos años del siglo XX, la investigación sobre el cerebro estalló en docenas de subdisciplinas. Ámbitos aparentemente no relacionados como Genética, Física y Farmacología se entrelazaron a la perfección en artículos de publicaciones científicas sobre el cerebro. Basándose en un conjunto de conocimientos técnicos, se desarrolló un concepto totalmente nuevo de este órgano. Aunque todavía no tenemos un modelo inclusivo y coherente de cómo funciona el cerebro, sabemos lo bastante para aplicar cambios significativos en el modo de enseñar.

Los modelos primitivos sobre el funcionamiento del cerebro ya existían hace dos milenios. El cerebro ha sido mencionado como un sistema hidráulico (el modelo grecorromano), un sistema de fluidos (Renacimiento), un telar encantado (la primera Revolución Industrial), una mesa de mandos de una ciudad (desde comienzos hasta mediados del siglo XX), y un ordenador (1950-1990). La teoría de los años setenta sobre el cerebro nos señalaba que necesitábamos más aprendizaje sólo del hemisferio cerebral derecho. Más tarde, los educadores se familiarizaron con la teoría de que existen tres partes en el cerebro, “cerebro trino”. Este esquema evolucionista nos decía que el aprendizaje para la supervivencia se hallaba en el cerebro inferior, las emociones se hallaban en el cerebro medio, y el pensamiento de orden superior estaba en la zona cerebral superior. Este modelo, presentado por vez primera en 1952 y popularizado durante los años setenta y ochenta, se encuentra actualmente desfasado. Los pedagogos actuales deberían aceptar un “planteamiento de sistemas enteros” más complejo para comprender el cerebro. Gran parte de este libro aportará una base biológica más correcta para este nuevo modelo interdisciplinario basado en la investigación relativa al cerebro.

Antes de terminar la “Década del cerebro”, los años noventa aún pueden ser recordados como los de la aparición del “alumno químico”. Las personas con los “productos químicos cerebrales” idóneos (serotonina, dopamina u otros compuestos relacionados) tendrán éxito, mientras aquellas personas cuyo funcionamiento químico no sea del todo correcto sufrirán fallos en la atención, no estarán motivadas o serán violentas. Los medicamentos que alteran el cerebro y los “fármacos inteligentes” contribuyen a la existencia de una industria mundial multimillonaria, y pronto podrán ser de dominio público. Vemos niños que toman Ritalin, padres que toman Prozac y madres que ingieren Provera. Las abuelas están tomando suplementos de estrógenos para reducir los efectos de la enfermedad de Alzheimer y los abuelos están tomando GM1 (gangliosido) o GNDF (factor de crecimiento derivado de glial) para combatir la enfermedad de Parkinson. Por supuesto, todo ello forma parte de un mundo nuevo e ideal.

INTERPRETAR LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL CEREBRO

Los militares tienen un sistema para codificar el nivel de certezas acerca de la información de vigilancia. En el nivel más débil o más bajo se dispone de fuentes no fiables, información desfasada, y existe una carencia de fuentes de confirmación alternativas. En el otro extremo del espectro hay “alta confianza”. Esto significa que se dispone de fuentes originales fiables, de confirmación recientes, diversidad de recogida de datos de calidad, y verificación personal de ellos, quizá incluso de testigos.

La figura 1.3 muestra un sistema similar de clasificación para interpretar la investigación sobre el cerebro. En el nivel más bajo de confianza, el nivel 1, hay una teoría simple. No hay nada de erróneo en ella, en tanto se reconozca lo que es. El nivel 2 significa que algún descubrimiento o experimento ha iluminado la teoría. Es mejor que el nivel 1, pero tiene un camino que recorrer. Como ejemplo del nivel 2, examinemos el descubrimiento del neurocientífico Daniel Schacter, que indica que el cerebro almacena experiencias de la vida real de un modo distinto a como lo hace un relato elaborado (1996). En experimentos médicos, exploraciones de PET revelaron una visible diferencia en el cerebro entre narrar la realidad y narrar relatos elaborados. Es necesaria una investigación adicional para determinar las aplicaciones potenciales de este hallazgo.

El nivel 3 de confianza se produce mediante amplios ensayos clínicos bien documentados. Generalmente llevados a cabo en las universidades, estos estudios nos aportan niveles moderados de confianza en la investigación. La confianza de nivel 4 significa que la investigación sobre la acción, ha confirmado que la idea es válida para la mayoría de las personas y de los lugares, reflejando una alta fiabilidad del método. Casi todas las estrategias descritas en este libro se sitúan en los niveles más altos de confianza final (rango de 3 a 4).

Estos niveles se indican desde el más fiable hasta el menos fiable, desde arriba hacia abajo.

Nivel 4: Aplicaciones en el contexto

Realizada en centros docentes o empresas, esta investigación-acción documentada nos aporta resultados de verificación bajo condiciones de la vida real.

Nivel 3: Estudios clínicos

Generalmente apoyados por las universidades, estos estudios son los más adecuados para los investigadores de poblaciones multiculturales grandes, diferentes y con edades diversas, (el diseño más utilizado para este análisis es el "doble ciego").

Nivel 2: Descubrimiento de laboratorio

Se podría obtener de autopsias, experimentos, exploraciones de RMN, PET o EEG.

Nivel 1: Teoría del aprendizaje y el cerebro

Teorías acerca del aprendizaje y del cerebro que explique las conductas recurrentes.

Figura 1.3. Cómo interpretar la investigación del cerebro

Desplegar la investigación del cerebro es emocionante pero también está lleno de trampas. Las implicaciones pueden ser estimulantes, pero es igual de importante examinar las posibles confusiones. Por ejemplo, los educadores pueden aplicar sólo un pequeño porcentaje de investigaciones acerca del cerebro. Gran parte de ellas son muy difíciles o están dirigidas a las enfermedades. Asimismo, la investigación del cerebro no "demuestra" necesariamente líneas de acción, simplemente sugiere ideas o caminos que tienen una mayor probabilidad de éxito. Aun así, una gran parte de la investigación-acción es necesaria para hacer avanzar nuestro pensamiento, sabiendo que no debemos esperar que los neurocientíficos nos presenten la "pieza fundamental" para el aprendizaje. La mayoría de los descubrimientos que han afectado a los paradigmas provienen de una percepción multidisciplinaria externa.

Aunque esas noticias sean cosas del pasado para algunas personas, constituyen una revelación desalentadora para otras. De hecho, una gran parte de lo que es útil y de lo que no lo es, quedará sin descubrir por los educadores si solamente se basan en investigaciones ajenas para solucionar sus propios conflictos. Necesitamos una investigación activa centrada en contextos concretos de aprendizaje. Como señala Frank Vellutino, de la Universidad del Estado de Nueva York, en Albany: "Necesitamos más investigación educativa que cual-

quier otro país del mundo, y la ignoramos también más que ningún otro” (en Hancock 1996, p. 58).

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

¿Qué tiene que hacer un educador con toda esta información? Se indican tres etapas:

1. Convertirse en “lector voraz” en el ámbito de la investigación del cerebro. Aprender los términos y las fuentes principales de investigación, decidir cuáles son creíbles y cuáles no lo son.
2. Necesitamos más investigación-acción, no teorías del aprendizaje. Comencemos en nuestro propio lugar de trabajo, empezando por lo pequeño y siguiendo la pista de los resultados.
3. Ofrecer esta información a la gente. Dejemos que los alumnos participen en lo que estamos haciendo. Hablemos con los padres acerca del cerebro, y asegurémonos de que otros profesores estén también informados. Consigamos subvenciones. Esto ayuda a generar los recursos y el apoyo a largo plazo necesarios para el cambio.

No conviene aceptar cualquier idea sólo porque alguien, en alguna parte, lo haya considerado como “inteligente”. Todos queremos soluciones para los retos educativos, pero debemos tener cuidado al aplicar los nuevos descubrimientos. Ya hemos pasado por esto en muchos ámbitos. La teoría de las inteligencias múltiples, de Howard Gardner, ha sido utilizada como “prueba” para todo tipo de cosas que él nunca propuso, dijo o dio a entender.

Las preguntas propias de un profesor deberían ser: “¿De dónde surgió esta idea? ¿No es más que una teoría? ¿Dónde está la investigación?”. Hay que saber: “¿Cuál fue el descubrimiento científico que iluminó la teoría? ¿Qué ensayos de laboratorio se han llevado a cabo? ¿Existe alguna evidencia de aplicaciones con éxito en el aula?”. Quien puede obtener respuestas que le satisfagan, entonces se encuentra por delante del “vagón de cola” de los educadores que aún están buscando alguna píldora mágica para resolver sus problemas. Cuanto más nos interroguemos, en mejor posición estaremos para decidir lo que es y lo que no es realmente compatible con el funcionamiento del cerebro.

Este libro ayuda a distinguir las teorías de los hechos y los descubrimientos de los ensayos clínicos bien diseñados. Debe utilizarse como un manual de estudio. Las competencias del cerebro en el aprendizaje son estables y afectan a casi todo lo que hacemos, incluyendo las estrategias de enseñanza, las políticas de disciplina, las artes, la educación especial, el currículo, la tecnolo-

gía, el bilingüismo, la música, los entornos de aprendizaje, la formación y perfeccionamiento del profesorado, la evaluación e incluso el cambio en la organización.

2

El cerebro que aprende

QUIEN QUIERE REPARAR su coche, es probable que vaya a un mecánico; para obtener ayuda jurídica, recurrimos a un abogado; para comprender el cerebro y cómo aprendemos, ¿consultaríamos a un profesor? Probablemente no. Aun así, cada año, millones de padres confían en que los profesionales que educan a sus hijos sepan algo acerca del funcionamiento del cerebro y de los procesos de aprendizaje.

En defensa de los profesores diremos que hasta los neurocientíficos siguen estando en desacuerdo sobre algunos de los modos de funcionamiento internos del cerebro. La mayoría de las Facultades Universitarias de Educación ofrecen cursos de psicología, no de neurología. Y estos cursos de psicología, en el mejor de los casos, proporcionan información indirecta acerca de cómo aprenden los niños. La formación interna está orientada a los síntomas de problemas y no a un conocimiento útil del cerebro. Los artículos periodísticos de divulgación rara vez ofrecen la profundidad o el enfoque que necesita el educador de hoy.

¿Podemos resumir los aspectos básicos de cómo aprende nuestro cerebro? Éste es el objetivo del presente capítulo. Las preguntas acerca del cerebro perduran pero sabemos lo suficiente para ayudar a los educadores a hacer mejor su trabajo. Comprendiendo cómo aprende el cerebro, podemos utilizar mejor los recursos educativos. No sólo ahorraremos dinero sino, lo que es más importante, alcanzaremos más éxito con los alumnos.

EL CEREBRO HUMANO

El cerebro humano adulto pesa de 1.300 a 1.400 gramos. En comparación, un cerebro de cachalote pesa unos 7.800 gramos, el cerebro de un delfín 1.000 gramos, y el de un gorila alrededor de 452 gramos. El cerebro del perro pesa unos 72 gramos, que es sólo un 6% del peso total de nuestro cerebro.

Los seres humanos tienen grandes cerebros en relación con el peso de todo el cuerpo. Cercano al tamaño de un gran pomelo, es principalmente agua (78%), grasa (10%) y proteína (8%). Un cerebro vivo es tan blando que puede ser cortado con un cuchillo para mantequilla.

Desde fuera, las características más notorias del cerebro son sus circunvoluciones o pliegues. Estas arrugas son parte del *córtex cerebral* (vocablo latino que significa 'corteza' o 'cáscara'). El córtex cerebral es la cubierta exterior del cerebro y es densa como la piel de naranja. Los pliegues le permiten aumentar el área de superficie (más células por cm²). De hecho, si fuese extendido, tendría aproximadamente el tamaño de una página desplegada de un periódico. Su importancia se puede atribuir al hecho de que constituye partes fundamentales del sistema nervioso, y de que sus células nerviosas están conectadas por casi 1,6 millones de km de fibras nerviosas. El cerebro humano tiene mayor extensión de córtex no comprometido (sin función específica alguna identificada hasta ahora) que cualquier otra especie animal del planeta (Howard, 1994). Esto da a los seres humanos una extraordinaria flexibilidad para aprender.

INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE

Tenemos dos hemisferios cerebrales, izquierdo y derecho, conectados por haces de fibras nerviosas. El tejido fibroso más voluminoso es conocido como el cuerpo calloso (*corpus callosum*), que tiene unos 250 millones de fibras nerviosas. Esta vía interhemisferios permite a cada lado del cerebro intercambiar información con más libertad. Aunque cada lado del cerebro procesa las cosas de modo diferente, algunos supuestos anteriores acerca del hemisferio izquierdo y del derecho están desfasados.

En general, el hemisferio izquierdo procesa las cosas más en partes y de modo secuencial. Pero los músicos procesan la música en su hemisferio izquierdo, no en el derecho, como haría una persona novata. Entre las personas zurdas, casi la mitad utilizan su hemisferio derecho para el lenguaje. Los matemáticos de nivel superior, las personas que resuelven problemas y los jugadores de ajedrez activan más el hemisferio derecho durante la ejecución de dichas tareas, mientras que los principiantes en esas actividades generalmente tienen actividad en el hemisferio izquierdo. Para las personas diestras, la función motora gruesa (grandes movimientos) está controlada por el

hemisferio derecho, mientras que la motricidad fina generalmente depende más de una actividad del hemisferio izquierdo. El hemisferio derecho reconoce más rápidamente las emociones negativas; el hemisferio izquierdo capta con más rapidez las emociones positivas (Ornstein y Sobel, 1987). Los estudios indican que el hemisferio izquierdo está más activo cuando experimentamos emociones positivas. La importancia de esta información se hará evidente en los próximos capítulos; por ahora, baste decir que están desfasadas las antiguas afirmaciones acerca de que la música y las artes son “golosinas del hemisferio derecho” (Fig. 2.1).

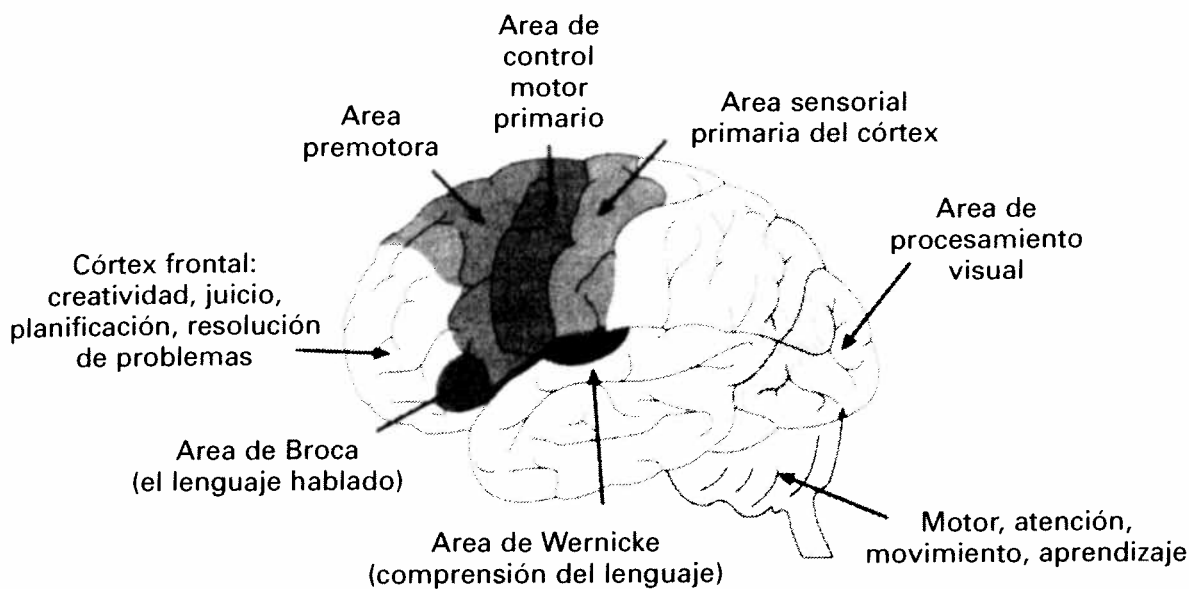


Figura 2.1. Zonas funcionales clave del cerebro

Los científicos dividen el cerebro en cuatro áreas denominadas lóbulos, como se ilustra en la figura 2.2. Los nombres que reciben son: occipital, frontal, parietal y temporal.

- El *lóbulo occipital* se halla situado en la parte media trasera del cerebro; primordialmente se encarga de la visión.
- El *lóbulo frontal* es el área situada en la frente; está implicada en actos llenos de sentido tales como juicio, creatividad, resolución de problemas y planificación.
- El *lóbulo parietal* está situado en la zona trasera superior; sus tareas incluyen el tratamiento de funciones sensoriales y lingüísticas superiores.
- Los *lóbulos temporales* (lado izquierdo y lado derecho) están por encima y alrededor de los oídos; se encargan primordialmente de la audición, la memoria, el significado y el lenguaje.

Hay cierto solapamiento entre las funciones de los lóbulos.

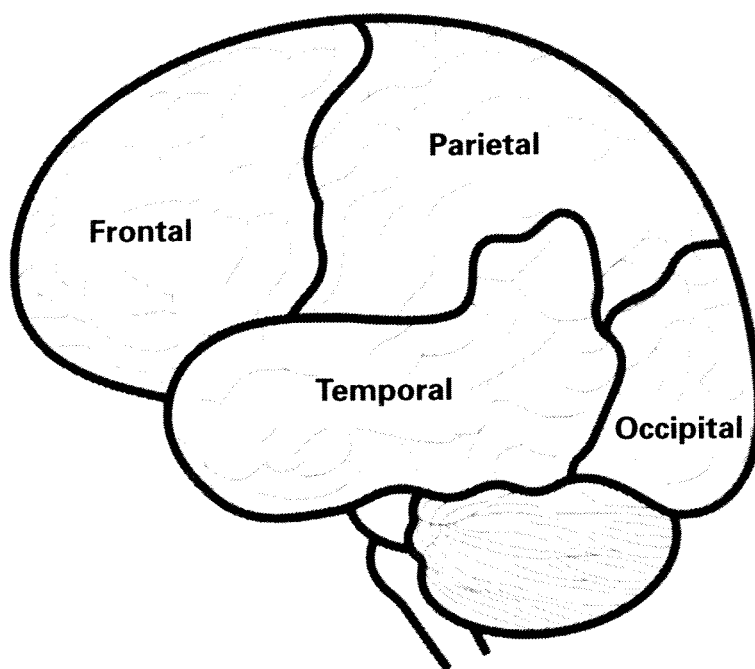


Figura 2.2. Lóbulos cerebrales

La zona situada en la parte central del cerebro incluye el *hipocampo*, el *tálamo*, el *hipotálamo* y la *amígdala* (véase fig. 2.3). Esta zona media (también conocida como el sistema límbico) representa el 20% del volumen del cerebro y rige las emociones, el sueño, la atención, la regulación del cuerpo, las hormonas, la sexualidad, el olfato y la elaboración de la mayoría de las sustancias químicas cerebrales. Aunque unos expertos defienden que no existe el sistema “límbico”, sino sólo estructuras específicas que procesan las emociones, tales como la amígdala (LeDoux, 1996, pp. 97-100), otros, como Paul MacLean, están en desacuerdo y siguen denominando a la zona media del cerebro “el área límbica (o emocional)” (1990).

La ubicación del área del cerebro que permite saber que yo soy “yo” (consciencia) es objeto de controversia. Podría estar dispersa por todo el córtex, en el tálamo, o puede estar situada cerca de la formación reticular sobre el tallo cerebral. Gran parte del cerebro, que forma hasta el 75% del volumen total, aún no tiene una finalidad identificada y a menudo se menciona como el “córtex de asociación”. Las neuronas grises o células grises forman el córtex cerebral y otros núcleos. La parte blanca del cerebro es la cubierta de mielina que reviste las fibras conectivas (axones), que ligan partes de un mismo aparato o sistema.

El córtex sensorial (que recibe información de los receptores cutáneos del cuerpo) y el córtex motor (necesario para el movimiento) son bandas estrechas situadas a lo largo de la zona media superior del cerebro. En el área inferior trasera del cerebro está el *cerebelo* (vocablo latino para “pequeño cere-

bro”), que es primordialmente responsable del equilibrio, la postura, el movimiento y algunas áreas de cognición (Fig. 2.3). Recientes experimentos apoyan con fuerza la conclusión de que las bases de la memoria a largo plazo para el aprendizaje motor están situadas en el cerebelo (Thompson, 1993).

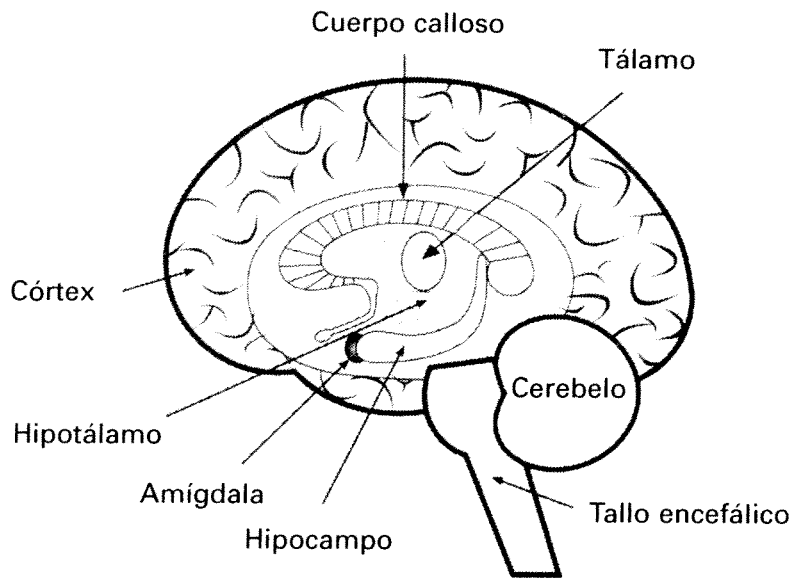


Figura 2.3. Imagen transversal del cerebro

ENERGÍA PARA EL APRENDIZAJE

El cerebro no es un eficaz productor de energía. Constituye un 2% del peso del cuerpo de un adulto pero consume un 20% de la energía. ¿Cómo obtiene el cerebro su energía para aprender? Su fuente primordial es la sangre, que aporta nutrientes tales como glucosa, proteína, oligoelementos y oxígeno. El cerebro recibe unos 36 litros de sangre cada hora, unos 891 litros por día. Además, el agua aporta el equilibrio electrolítico para su correcto funcionamiento. El cerebro necesita de 8 a 12 vasos de agua cada día para un óptimo funcionamiento. La deshidratación es un problema común en las aulas escolares, lo que ocasiona letargo y debilitamiento del aprendizaje (Hannaford, 1995). Aunque el papel de la nutrición se estudiará en el siguiente capítulo, ahora podemos decir que una dieta correcta ayuda en el aprendizaje.

El oxígeno es fundamental para el cerebro, pues utiliza una quinta parte del oxígeno del cuerpo. Si se interrumpe el suministro de sangre al cerebro, perdemos la consciencia en pocos segundos. Por suerte, el cerebro generalmente obtiene suficiente oxígeno para su funcionamiento básico, porque la arteria carótida asegura el suministro de sangre oxigenada fresca después de

abandonar la zona pulmonar-cardíaca. Unos niveles mayores de atención, funcionamiento mental y curación están vinculados con un aire de mejor calidad (menos dióxido de carbono, más oxígeno). Muchos de los denominados “fármacos inteligentes” que refuerzan el estado de alerta, el funcionamiento cognitivo y la memoria aumentan el flujo de oxígeno al cerebro.

¿DÓNDE COMIENZA EL APRENDIZAJE?

Hay dos tipos de células cerebrales: *neuronas* y *neuroglías*. Aunque la mayoría (90%) son neuroglías, el 10% restante —las neuronas— son mucho mejor conocidas. Las células cerebrales más estudiadas son las neuronas (vocablo griego que significa “cuerda de arco”). En términos de comparación, una mosca de la fruta tiene 100.000 neuronas, un ratón tiene 5 millones y un mono 10 billones. Nosotros tenemos unos 100 billones de neuronas. Los adultos sanos tienen el mismo número que un niño de dos años. Un mm³ (1/16.000 de una pulgada) de tejido cerebral tiene más de un millón de neuronas con unas 50 micras (μ) de diámetro. Cada día se pierden células cerebrales por desgaste, decadencia y mal uso; aunque los científicos difieren en el número exacto, los cálculos varían desde 10.000 hasta 100.000 por día (Howard, 1994). No obstante disponemos de las suficientes para toda la vida. Incluso si perdiéramos medio millón de neuronas cada día, se necesitarían siglos, literalmente, para perder la mente.

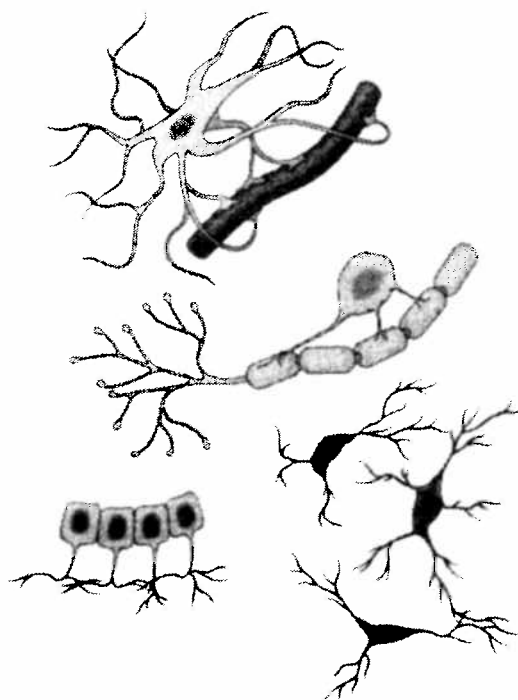


Figura 2.4. Tipos comunes de neuroglías

Las células cerebrales más numerosas se llaman interneuronas o neuroglías (vocablo griego para “pegamento”). No tienen cuerpo celular alguno. Tenemos aproximadamente 1000 billones y su función incluye la formación de la barrera hemato-encefálica, el transporte de nutrientes y la regulación del sistema inmunitario. También eliminan las células muertas y dan un soporte estructural que mejora la resistencia (Fig. 2.4).

Aunque el cerebro contiene menos neuronas, éstas son esenciales para su funcionamiento. Las neuronas están compuestas por un cuerpo celular compacto, dendritas y axones (Fig. 2.5). Se encargan de tratar la información y transportar las señales químicas y eléctricas en todas direcciones.

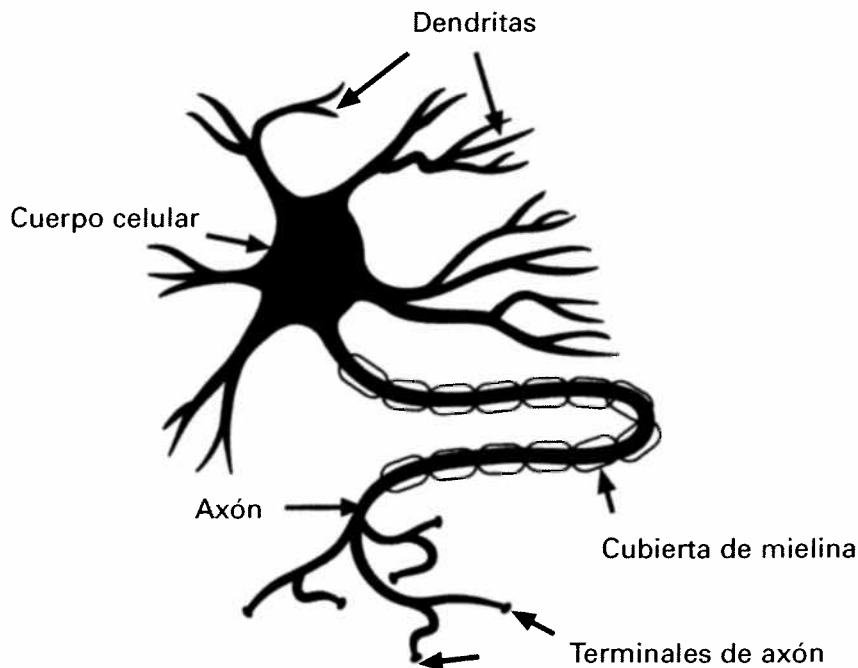


Figura 2.5. Células cerebrales (neuronas)

Dos cosas son fundamentales en una neurona cuando se compara con otras células del cuerpo:

- Primero, nuevas investigaciones realizadas en el Salk Institute, en la Jolla (California) revelan que algunas áreas del cerebro pueden y hacen crecer nuevas neuronas (Kempermann, Kuhn y Gage, 1997).
- Segundo, una neurona que funciona normalmente está procesando, integrando y generando información de modo continuo, es la base de la actividad.

El cuerpo celular tiene capacidad de movimiento, pero la mayoría de las neuronas adultas permanecen estables; simplemente extienden los axones

hacia fuera. Aunque muchas dendritas, o fibras, pueden extenderse desde una neurona, cada neurona tiene un solo axón, que es una extensión más fina que conecta con otras dendritas. La mayoría de los axones sólo se conectan con dendritas porque normalmente, éstas no están interconectadas entre sí. Para conectar con miles de células distintas, el axón se divide y subdivide continuamente en dos ramas. Las neuronas sólo sirven para transmitir la información; ninguna de ellas es sólo un receptor o el final de la conexión. La información fluye en una dirección única; en el nivel neuronal, siempre va *desde* el cuerpo celular por el axón hasta la zona sináptica. Nunca regresa *desde* la punta del axón a un cuerpo celular.

El axón tiene dos funciones esenciales: conducir la información en forma de estimulación eléctrica y transportar sustancias químicas. Los axones más largos (que bajan por la columna vertebral) pueden medir hasta un metro de longitud, pero la mayoría mide aproximadamente un centímetro. Cuanto más grueso es el axón, más rápidamente conduce la electricidad y la información. La mielina es una sustancia grasa que se forma alrededor de algunos axones; todos los axones más largos están envueltos en mielina. Esto parece no sólo acelerar la transmisión eléctrica (hasta 12 veces), sino que reduce la interferencia de otras reacciones cercanas. Los nodos situados a lo largo de los axones, junto con la mielinización, pueden reforzar los impulsos eléctricos hasta velocidades de 120 metros por segundo, o 200 millas por hora. Los axones más cortos probablemente no obtengan ninguna ventaja en ser mielinizados; sería como disponer de una autopista de coches de carreras para una distancia de sólo 800 metros.

Ninguna neurona es un punto final o terminación para la información; sólo sirve para transmitirla. Una sola neurona puede recibir señales de miles de otras células, a veces tan lejanas como a la distancia de un metro, y su axón puede conectarse repetidamente, enviando señales a muchas más. Pero, en general, las neuronas se conectan en su mayoría con otras neuronas cercanas. Un mayor número de conexiones hacen las comunicaciones más eficientes. Como en el tráfico urbano, si se producen embotellamientos, las vías alternativas pueden ser una válvula de escape. La suma total de todas las reacciones sinápticas que llegan de todas las dendritas al núcleo celular determinarán si una célula se consigue activar. Si existen suficientes señales de llegada que estimulen la neurona, ésta se activará. Las dendritas son extensiones en rama que crecen desde el cuerpo celular cuando el entorno se enriquece. La información se transporta dentro de una neurona mediante impulsos eléctricos y se transmite a través de la brecha sináptica (de una neurona a otra) por componentes químicos denominados neurotransmisores (Fig. 2.6).

El aprendizaje es una función fundamental de las neuronas que no se puede llevar a cabo de modo individual, sino que requiere grupos de neuronas (Greenfield, 1995).

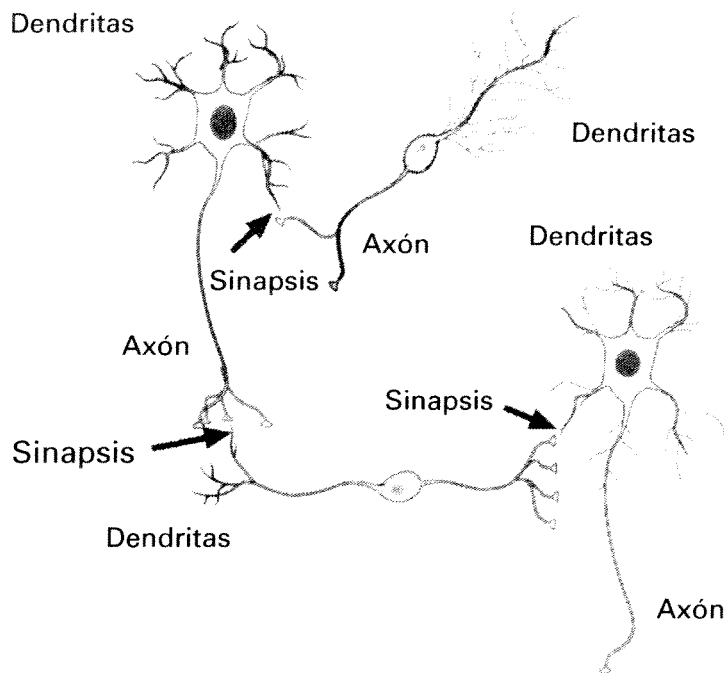


Figura 2.6. Cómo se conectan las neuronas:
Axón-sinapsis-dendrita son vías eléctricas-químicas-eléctricas.

¿CÓMO APRENDEMOS?

Lo que mejor hace el cerebro humano es aprender. El aprendizaje a su vez, modifica el cerebro, con cada nueva estimulación, experiencia y conducta. Los científicos no están seguros de *cómo* sucede exactamente esto, pero tienen algunas ideas de *lo que* ocurre.

Primero, cuando algún tipo de estímulo llega al cerebro se desencadena el proceso. Puede ser interno (una tormenta de ideas o un debate creativo) o una nueva experiencia, como resolver un rompecabezas. Luego, el estímulo se distribuye y se procesa a varios niveles. Finalmente, tiene lugar la formación de una memoria potencial. Eso significa simplemente que las piezas están en su lugar de manera que la memoria se pueda activar con facilidad. Como educadores, vale la pena que empleemos tiempo en comprender lo básico de esos hechos porque puede darnos algunas ideas útiles de cómo aprenden los alumnos.

El estímulo

Para nuestro cerebro, siempre estamos haciendo algo que ya sabemos hacer o algo nuevo. Si estamos repitiendo un aprendizaje anterior, hay una buena oportunidad para que las vías neuronales se vuelvan cada vez más eficaces. Lo hacen mediante la mielinización que, como se indicó antes, es el

proceso de añadir un revestimiento graso a los axones. Una vez que se ha producido tal proceso, el cerebro se vuelve más eficiente. Hanneke van Mier y Steve Peterson, investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington, descubrieron que aunque muchas áreas del cerebro se “encienden” en una exploración PET cuando se inicia una nueva tarea, el cerebro se “enciende” menos y se utiliza menos cuanto mejor se aprende la tarea. Los novatos utilizan más su cerebro, pero son menos eficientes en la forma como lo utilizan. Esta cualidad ilustra lo rápidamente que nuestro cerebro se adapta y se readapta.

El ejercicio es hacer lo que ya sabemos hacer y la *estimulación* es hacer algo nuevo. Ver una nueva película, escuchar una nueva música, cantar una canción nueva, visitar un lugar nuevo, resolver un nuevo problema o hacer nuevas amistades puede estimular el cerebro. En la medida en que sea coherente, la nueva estimulación mental o motora produce mayor energía eléctrica beneficiosa que lo antiguo y ya conocido. Esta entrada se convierte en impulsos nerviosos. Viajan a estaciones de procesamiento y distribución como el tálamo, situado en medio del cerebro. En la conducta intencional, se produce una convergencia multisensorial y se forma rápidamente el “mapa” en el hipocampo (Freeman, 1995). Desde ahí, se distribuyen las señales a zonas específicas del cerebro.

Una vez que se recibe esta entrada del estímulo, cada célula cerebral actúa como una diminuta pila eléctrica, impulsada por la diferencia en la concentración de iones de sodio y de potasio a lo largo de una membrana celular. Los cambios en el voltaje favorecen la transmisión de señales necesarias para el desarrollo dendrítico. Los neurotransmisores se acumulan en los extremos del axón de la célula, que llegan a tocar las dendritas de otra célula. En general son excitadoras (como el glutamato) o inhibidoras (como el ácido gamma-aminobutírico o GABA). Cuando el cuerpo celular envía una descarga eléctrica hacia fuera hasta el axón, estimula la liberación de esos componentes químicos almacenados a la brecha (espacio intersináptico), que es la distancia entre el final de un axón y la punta de una dendrita, como se indica en la figura 2.7.

Una vez llegado a la brecha (espacio intersináptico), la reacción química dispara (o inhibe) una nueva energía eléctrica en los receptores de la dendrita contactada. Va de eléctrica a química y de nuevo a eléctrica; se repite el proceso hasta la siguiente célula. Finalmente, la estimulación eléctrica repetida fomenta, junto con una entrada incrementada de nutrientes, el desarrollo celular mediante la ramificación dendrítica. Estas ramas nos ayudan a establecer más conexiones hasta, en algunos casos, “bosques neuronales” que nos ayudan a comprender mejor y, quizá algún día, nos hagan un experto en esa materia. Cuando decimos que las células se “conectan” con otras células, realmente queremos decir que están en tan estrecha proximidad que la sinapsis es “utilizada” casi sin esfuerzo, una y otra vez. Generalmente surgen nuevas sinapsis después del aprendizaje.

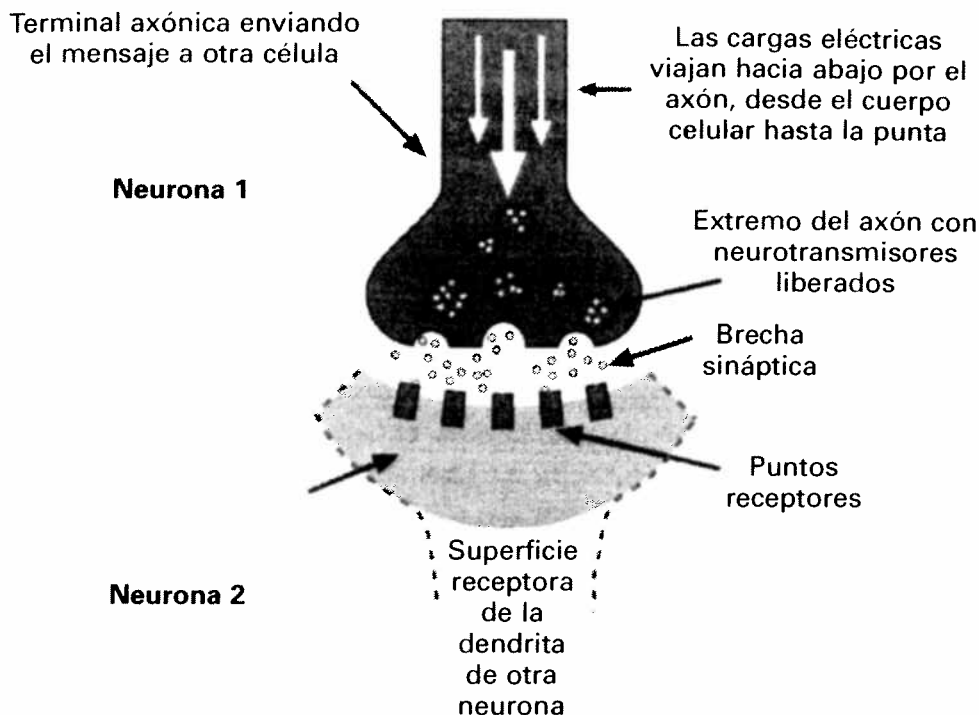


Figura 2.7. El aprendizaje se produce en la sinapsis

Formación del aprendizaje duradero

Para los neurocientíficos aprendizaje y memoria son las dos caras de una moneda. No se puede hablar de una sin la otra. Después de todo, si se ha aprendido algo, la única evidencia del aprendizaje es el recuerdo. Por desgracia, esta parte final del proceso de aprendizaje ha resultado ser un reto enorme y frustrante para los científicos, porque cuando piensan que lo han descubierto, se dan cuenta de que hay múltiples posibilidades. En pocas palabras, aún están buscando respuestas.

Donald Hebb, el gran psicólogo canadiense, postuló correctamente hace más de cincuenta años que el aprendizaje se produce cuando una célula requiere menos impulsos de otra, la siguiente vez que se activa. Dicho de otro modo, ha “aprendido” a responder de modo distinto. En fecha más reciente, un equipo de investigación del MIT, dirigido por Susumu Tonegawa y Eric Kandel (Premios Nobel) ha identificado un gen específico individual que activa esta fundamental formación de recuerdo (Saltus, 1997). Este descubrimiento puede explicar por qué algunas personas tienen mejor memoria que otras, ya que en parte está controlado por genes.

El aprendizaje duradero o la potenciación a largo plazo (PLP), es esencial para el proceso físico real del aprendizaje. Desde su descubrimiento en 1973 por Bliss y Lomo, incontables experimentos han definido su complejidad. Aquí se expone brevemente el proceso:

Una célula es estimulada eléctricamente repetidas veces hasta que excita a una célula cercana. Si poco tiempo después se aplica un estímulo más débil a la célula vecina, se incrementa la capacidad de la célula para excitarse. La actividad neuronal puede tener un efecto excitador o inhibidor. Suprimir un proceso inhibitor puede desembocar en su activación. Otro efecto que nos ayuda también a aprender es la depresión a largo plazo (DLP), se produce cuando se altera una sinapsis de modo que es *menos* probable la activación. Haciendo que sea menos probable la conexión errónea, se fomenta un aprendizaje más rápido. Esto se produce cuando aprendemos por ensayo y error (Siegfried, 1997). Dicho de otro modo, las células cambian su receptividad a los mensajes basándose en la estimulación previa. Es como si las células hubieran “aprendido” y cambiado su conducta. En pocas palabras, nuestro aprendizaje se hace mediante la alteración de la eficacia sináptica.

Aprendizaje y conducta

Aunque es emocionante extraer algún sentido de las conexiones reales entre las células, el aprendizaje y la conducta son, con frecuencia, diferentes. Se podría haber aprendido de un libro cómo impartir mejor la clase. Pero su conducta podría aún ser la misma de siempre. ¿Por qué y cómo sucede esto? Ciertamente, se podrían señalar circunstancias externas tales como un exceso de estrés o la conducta de un alumno. Aun así, lo más probable es que nuestras conductas sean gobernadas por nuestros complejos estados emocionales y nuestros recuerdos. La química diaria de nuestro cerebro añade una gran complejidad a la pregunta: “¿Cómo aprende nuestro cerebro?”

Nuestras conductas cotidianas se ven muy afectadas por otros componentes químicos “flotantes” del cerebro: las monoaminas y los péptidos. De hecho, un investigador calcula que más del 98% de las comunicaciones internas del cerebro y del cuerpo se llevan a cabo mediante péptidos, y no mediante las sinapsis (Pert, 1997, p. 139). Si los neurotransmisores que mencionamos anteriormente, tales como el glutamato y el GABA, actúan como “teléfonos celulares” que ofrecen comunicaciones específicas, los demás componentes químicos actúan más como ondas de radio que pueden emitir a amplias zonas del cerebro. Estos componentes químicos son generalmente serotonina, dopamina y noradrenalina, que producen las conductas que se pueden ver realmente en el aula, tales como atención, estrés o somnolencia. En ulteriores capítulos se tratarán estos aspectos con más detalle. Dicho con pocas palabras, el aprendizaje se produce sobre muchos estratos complejos al mismo tiempo, desde el celular hasta el conductual.

Hacerse más inteligente

El resultado final del aprendizaje para los seres humanos es la inteligencia. Sin tener en cuenta cómo se definan las inteligencias, tener un cerebro

más grande o más células cerebrales por cm^3 no es de utilidad. Un delfín tiene un cerebro más grande, y el cerebro de un ratón tiene más densidad celular que un cerebro humano. La clave para hacerse más inteligente es desarrollar más conexiones sinápticas entre las células cerebrales y no perder las conexiones existentes. Éstas son las que nos permiten resolver problemas y descubrir cosas.

¿Qué porcentaje de nuestro cerebro físico utilizamos? En un determinado día, la mayor parte de las zonas se utilizan porque las funciones están bien distribuidas por todo el cerebro. Además, se ha adaptado a nuestro estilo de vida desde el día en que nacimos. Generalmente nos funciona bien porque nos ha ayudado a prepararnos para nuestro mundo concreto. A quien se le da bien la música, es probable que cante, componga o interprete. Si se nos dan bien los deportes, es probable que practiquemos o juguemos. Si se nos dan bien los números, es probable que hagamos algún cálculo diariamente. En el mundo real, nuestro cerebro es el adecuado para nosotros.

Desde un punto de vista más teórico y matemático, es distinto. Se calcula que utilizamos menos del 1% de la capacidad procesadora proyectada de nuestro cerebro. Cada una de nuestros 100.000 millones de neuronas se conectan corrientemente con otras 1.000 a 10.000 neuronas. Pero teóricamente se podrían conectar con muchísimas más. Dado que cada neurona tiene varios miles de sinapsis, todo nuestro cerebro tiene miles de billones de ellas. Nuestro cerebro es capaz de procesar hasta 10^{27} bits de datos por segundo (Hobson, 1994). No obstante, Paul Churchland (1995) afirma que la configuración posible total es 10 elevado a la potencia de 100.000 billones. Ese número supera con mucho el de partículas conocidas del universo; en este sentido, es como un milagro. El cerebro es lo que tenemos; la mente es lo que hace. Dicho de otro modo, la “mente” no es una cosa, es un proceso.

¿Podría ser responsable esta conectividad neuronal potencial de la denominada conducta “de genio” en individuos aislados? Aún no lo sabemos. Casi el 10% de los niños menores de cinco años tienen una memoria fotográfica, como el 1% de los adultos. Los sabios pueden calcular enormes números y, en algunos casos, lo hacen tan rápidamente como un ordenador. Hay casos documentados en que los sujetos han hablado en una docena o más de idiomas, han demostrado transmisión de pensamiento, han llevado a cabo lectura rápida o han exhibido su supermemoria. Otros han mostrado una extraordinaria utilización de percepción extrasensorial (PES), visión remota o aptitudes musicales tempranas (Murphy, 1992). ¿Podrían estas cualidades llevar a convertirse en algo corriente en nuestras aulas? ¿Podríamos manejar el desarrollo de otros Albert Einstein, Amadeus Mozart, Martha Graham o Bill Gates?

Si el aprendizaje nos interesa, deberíamos valorar el proceso de aprendizaje tanto como el resultado. Nuestro cerebro es muy eficaz y adaptable. Lo que asegura nuestra supervivencia es adaptar y crear opciones. Un aula convencional reduce nuestras estrategias de pensamiento y opciones de respues-

ta. Los educadores que insisten en planteamientos únicos y en la “respuesta correcta” están ignorando lo que ha mantenido viva a nuestra especie durante siglos. Los seres humanos han sobrevivido durante miles de años probando cosas nuevas, *no* obteniendo siempre la respuesta “correcta”, probada y cierta. Eso no es bueno para desarrollar un cerebro inteligente y adaptativo. Las pruebas normalizadas y estrechas para obtener la respuesta correcta, infringen la ley de adaptación de un cerebro en desarrollo. La educación de calidad fomenta la exploración del pensamiento alternativo, las respuestas múltiples y la autoconciencia creativa.

Por lo tanto, ¿qué hacemos respecto a este conocimiento del cerebro? ¿Es una teoría inútil? No para el educador profesional. En la medida en que estemos en “la empresa del aprendizaje”, el cerebro resulta relevante. Sabemos lo suficiente como para formular algunas fases importantes de acción. Muchas áreas requieren más investigación, pero existen numerosos estudios, lo bastante claros y firmes, como para ser transformados en práctica de aula. El profesor debe hablar con sus alumnos sobre cómo aprenden y trabajan sus cerebros, y también con los padres que estén interesados. En los próximos capítulos se expondrán muchas soluciones a problemas cotidianos. Pero también habrá muchas preguntas para el profesor.

3

Educar a los alumnos para aprender a aprender

LOS EDUCADORES se quejan continuamente de que los alumnos no están preparados para aprender. Dan muestras de estar desnutridos o mal alimentados, irascibles o apáticos, estresados y tensos, amenazados y soñolientos. Cuando se les encargan tareas para hacer en casa, a menudo no las hacen. Naturalmente, esto hace mucho más difíciles las funciones tanto del profesor como del alumno. Parece que los centros docentes deben elegir entre olvidarse de que los alumnos estén dispuestos a aprender cuando entran en el aula o convertirse en una “familia sustituta”, ayudando a los estudiantes a prepararse para aprender cada día.

Este capítulo examina cómo los educadores y los padres pueden gestionar mejor su influencia para preparar las mentes y los cerebros de los alumnos cuando empiezan a ir a la escuela.

¿LOS ALUMNOS SON REALMENTE DIFERENTES EN LA ACTUALIDAD?

Es corriente oír a profesores con experiencia decir “cómo deberían ser los chavales”. Pero, ¿los cerebros de los alumnos son hoy realmente diferentes de los de hace treinta o cuarenta años? No lo sabemos. Nadie conserva diversos cerebros para hacer comparaciones, y la tecnología actual no existía entonces (Fig. 3.1).



Figura 3.1. ¿Son los niños de hoy biológicamente diferentes a los de hace treinta años?

Es interesante saber que la investigación indica que los niños actuales están realmente menos preparados para la escuela que hace una o dos generaciones (Healy, 1990 pp. 13-46). Si nos preguntamos por qué los niños parecen más violentos, tensos, dispersos, descentrados y, sobre todo, menos preparados para la escuela, veremos que muchos científicos están de acuerdo con nosotros; por ejemplo, Craig Ramey, de la Universidad de Alabama, y Christopher Coe, de la Universidad de Wisconsin. La evidencia se puede dar en muchos ámbitos fundamentales, incluido el desarrollo emocional, el desarrollo sensomotor y la preparación para la jornada escolar.

LA PREPARACIÓN PARA LA ENTRADA EN LA ESCUELA COMIENZA EN LA CONCEPCIÓN

La primera oportunidad de preparar a los niños para la escuela está en el seno materno. Sabemos que las drogas, el tabaco, la nutrición y la herencia

afectan al embrión (Van Dyke y Fox, 1990). Las cosas más importantes que una mujer embarazada puede hacer son: comer bien, evitar las drogas y mantener bajo el estrés.

Un feto en desarrollo es muy sensible al estrés y a la malnutrición. La mayoría de las células cerebrales se producen entre el cuarto y el séptimo meses de gestación. Esas células de desarrollo rápido, denominadas neuronas, forman una enorme red, conectándose a las demás células. Un recién nacido tiene más de un trillón de conexiones en el cerebro.

El cerebro en desarrollo crece tan deprisa que contar las células cerebrales carece de sentido (aunque la fig. 3.2 intenta ilustrar el índice de crecimiento). El neurobiólogo Peter Huttenlocher, de la Universidad de Chicago, señala que es como contar copos de nieve en una tormenta o gotas de agua en una lluvia torrencial. En su punto más alto, el embrión está generando células cerebrales al ritmo de 250.000 por minuto, o 15 millones de células por hora. Si supiésemos que su cerebro estaba siendo modelado a ese ritmo, ¿tendríamos cuidado con lo que hacemos? Algunos padres no son cuidadosos, y no ayudan a que sus hijos se desarrollen de manera óptima.

INICIO DE LA INTELIGENCIA EMOCIONAL

El libro *Inteligencia emocional* (Goleman, 1995) llamó la atención pública sobre la importancia de nuestra vida afectiva. Pero, ¿cuándo se desarrolla la inteligencia emocional? y ¿cuál es el mejor periodo para fomentarla en la escuela? La evidencia sugiere que esta inteligencia se desarrolla pronto, y los años escolares pueden ser un último recurso para alimentar la alfabetización emocional.

La relación de un niño pequeño con su principal cuidador determina a menudo el desarrollo de problemas de aprendizaje. Harold Rubenstein, de la Dartmouth Medical School, dice que las relaciones tempranas alteradas hacen que el cerebro del niño consuma, para afrontar el estrés, la glucosa que, en cambio, se podría utilizar para las funciones cognitivas tempranas. La exposición precoz al estrés o a la violencia hace asimismo que el cerebro se reorganice, incrementando los puntos receptores para los componentes químicos de alerta (Kotulak, 1996). Esto aumenta la reactividad y la presión sanguínea, y el niño será más impulsivo y agresivo en la escuela.

Gran parte de nuestra inteligencia emocional se adquiere en el primer año. Los niños aprenden cómo reaccionar en cientos de situaciones simples de causa y efecto con los padres. Estas situaciones les orientan para ser antipáticos o agradables, ansiosos, tristes, temerosos, orgullosos, avergonzados, encantados o llenos de disculpas. Los niños necesitan esta interacción y este tratamiento estrechos y conectados (Wilson, Willner, Kurz y Nadel, 1986). Conocido como "afinamiento", este proceso debe producirse durante el primer año fundamen-

tal de modelado de funciones o puede acabar siendo emocionalmente perjudicado. Incluso los gestos de un padre son importantes (Thal, Tobias y Morrison, 1991). En esta época es cuando el principal cuidador actúa como modelo de las respuestas correctas y emocionales fundamentales, señala el psiquiatra Daniel Stern (Begley, 1996).

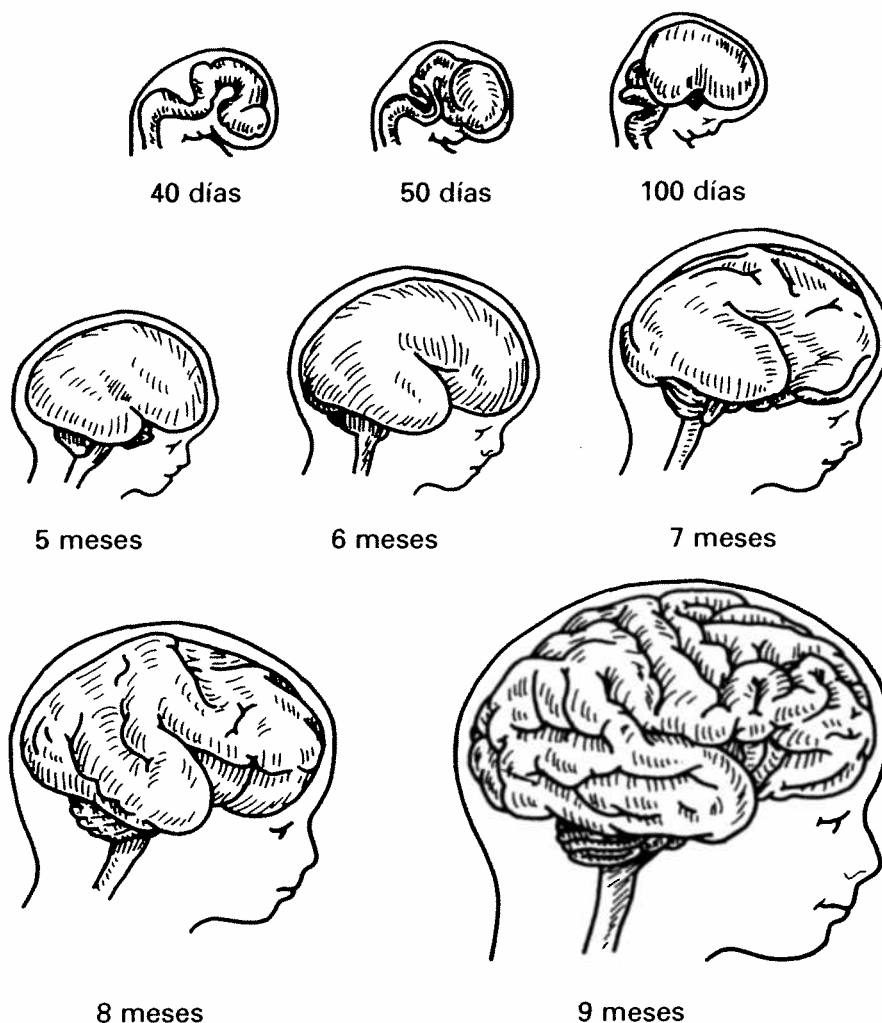


Figura 3.2. Ritmo rápido de desarrollo cerebral prenatal

Por eso, los primeros 48 meses de vida son cruciales para el desarrollo del cerebro. Aunque los investigadores han sabido siempre que el desarrollo del niño era importante, nunca supieron exactamente hasta qué grado. Harry Chugani, neurobiólogo de Wayne State, indica que las experiencias del primer año “pueden cambiar totalmente el modo de comportarse de una persona” (Kotulak, 1996, p. 46). A menudo, en el mundo actual, los primeros años se pasan en una guardería. Las ratios típicas de niños y bebés y personal cuidador son desde 3 a 1 hasta 12 a 1. Si los padres conocieran las oportunidades de desarrollo del cerebro del niño durante esos meses, podrían cambiar su decisión.

¿Cuánto temperamento es aprendido y cuánto es heredado? Jerome Kagan, psicólogo de Harvard, estudia a niños pequeños y señala que es aproximadamente mitad y mitad. La parte genética de nuestra conducta está gobernada por nuestra área del cerebro medio en desarrollo. “Los datos fisiológicos implican una variación heredada en la excitabilidad de la amígdala y sus proyecciones como una base para contrastar estilos”, indica J.M. Kagan (1994, pp. 35 y 171). Pero los 24 primeros meses de crianza establecen dramáticas y posibles diferencias en el futuro del niño. Por ejemplo, los padres que reconocen qué riesgos se pueden correr, tienen generalmente un niño más valiente. Los padres que son temerosos comunicarán este sentimiento fijando limitaciones en el gateo o en el movimiento (Kagan, 1994).

ESTIMULACIÓN TEMPRANA DEL CEREBRO

¿Tienen los niños la necesaria estimulación para ir a la escuela? “Generalmente, no”, dice Lyelle Palmer, profesora de educación especial en la Winona State University, en Minnesota. “El cerebro humano es el órgano más receptivo que uno se pueda imaginar. Pero incluso con un universo potencial de aprendizaje, en general, ni siquiera logramos hacer lo básico” (1997).

El cerebro se adapta literalmente al estilo de vida de cada persona desde el día de su nacimiento. Después, el cerebro descarta las células innecesarias y las miles de millones de conexiones no utilizadas. Podemos preguntarnos: “¿A qué estamos adaptando nuestro cerebro?” Para los educadores, la pregunta es aún más sutil: “¿Qué talentos, capacidades y experiencias estamos proponiendo a los alumnos y, por otro lado, qué están ellos echando de menos?” Aquí damos algunos pocos ejemplos.

El cerebro motor. La mayoría de los educadores conoce el valor del “gateo” para desarrollar la disposición para el aprendizaje. Aun así, actualmente muchos de los niños no logran la estimulación motora temprana necesaria para el éxito escolar básico, y mucho menos el óptimo. El niño de hoy está sentado cuando es bebé ante la TV, en un cochecito, o en un asiento de coche durante cientos de valiosas horas de desarrollo motor. En 1960, un niño de dos años de edad pasaba unas 200 horas en un coche; ahora pasa unas 500 horas en el asiento de un coche.

Aunque la seguridad del pequeño es vital, pocos padres compensan las horas que pasa confinado y atado. Teniendo en cuenta el volumen de estudios sobre la repercusión de la estimulación motora precoz sobre la lectura, la escritura y la capacidad de atención (Ayers, 1972, 1991; Hannaford, 1995), nada tiene de extraño que muchos niños tengan problemas de lectura. Aunque la investigación sobre el valor de las destrezas motoras surgió hace muchos años, hace muy poco que sabemos algo acerca del valor específico en

la lectura, la respuesta al estrés, la escritura, la atención, la memoria y el desarrollo sensorial. Por ejemplo, la zona vestibular del oído interno tiene una función clave en la disposición para la escuela. Restak (1979) declara: "Los niños pequeños que recibían estimulación vestibular periódica meciéndolos, aumentaban de peso más rápidamente, y desarrollaban la visión y el oído antes." Muchos expertos vinculan la ausencia de estimulación vestibular con docenas de problemas de aprendizaje, incluyendo la dislexia (Cleeland, 1984). ¿Hasta qué punto es importante la sincronización del desarrollo motor? Felton Earls, de la Harvard Medical School, indica: "Se establece un tipo de irreversibilidad... A los cuatro años se tiene diseñado esencialmente un cerebro que no va a cambiar mucho más" (Kotulak, 1996, p. 7). Y aunque se produce mucho aprendizaje después de esa edad, gran parte de la infraestructura del cerebro está ya elaborada.

El cerebro visual. Los neurobiólogos nos dicen que gran parte de la visión se desarrolla en el primer año de vida, particularmente en los primeros cuatro a seis meses, con un crecimiento importante entre los dos y los cuatro meses. Con más de treinta áreas visuales distintas en el cerebro, incluyendo el color, el movimiento, el tono y la profundidad, el niño pequeño en crecimiento debe obtener una diversidad de entradas de estimulación, incluyendo mucha práctica en el manejo de objetos y aprendiendo sus formas, peso y movimiento. La variedad de objetos, juegos y respuestas de los padres modelan muy pronto el modo en que se desarrolla la visión. "Los niños necesitan gran cantidad de información, un banquete, un festín," dice la neurocientífica Martha Pierson, del Baylor College of Medicine (en Kotulak, 1996).

Esta "avalancha" no debería proceder de la TV, que a menudo se utiliza como una niñera (Tonge, 1990), porque no aporta tiempo para la reflexión, interacciones o desarrollo visual tridimensional. Los padres acertarían si dedicaran más tiempo a hablar con sus bebés, diciéndoles frases cortas y señalando objetos tridimensionales.

La TV es bidimensional, y el cerebro en desarrollo necesita profundidad, dice V.L. Ramachandran, neurocientífico y especialista en la visión, de la Universidad de California, San Diego. La TV se mueve con rapidez y habla sobre abstracciones que a menudo no existen en el entorno del niño. No permite a los ojos tener tiempo para relajarse. Este estrés puede agravar las dificultades de aprendizaje. La TV es un pobre sustituto para el tiempo de desarrollo sensoriomotor y el tiempo de relación clave. La exposición a la violencia y al habla demasiado rápida se cobra su tributo (Healy, 1990; Strasburger, 1992). Muchos científicos e investigadores señalan que prohibirían la TV a todos los niños menores de 8 años (Hannaford, 1995) para dar tiempo al cerebro a desarrollar mejor sus capacidades lingüísticas, sociales y motrices.

Destrezas cognitivas tempranas. El cerebro está totalmente preparado para pensar mediante el aprendizaje táctil a los 9 meses de vida. El córtex no

está totalmente desarrollado aún, pero el cerebelo ya está preparado. Este órgano con forma de coliflor situado en la parte inferior trasera del cerebro trabaja constantemente en los bebés. Algunos investigadores manifiestan que es muy complejo en su capacidad de aprendizaje (Greenfield, 1995). Encontramos interesantes estudios que sugieren que los bebés pueden comprender principios básicos de cálculo y física sencilla antes del año. Los circuitos neuronales para las matemáticas y la lógica están preparados para “plantar las semillas” en esta edad. Algunos investigadores han demostrado (Wynn, 1992) que los bebés pueden aprender matemáticas sencillas mucho antes de que sus cerebros estén preparados para la abstracción. Los padres que tienen en cuenta estas posibilidades están sentando las bases para el éxito a largo plazo en la escuela.

El cerebro auditivo. Patricia Kuhl, de la Universidad de Washington (Begley, 1996), señala que los bebés desarrollan en su primer año de vida un mapa perceptual de neuronas responsables en el córtex de la audición. Los circuitos de esa zona asignan tanto células como puntos receptores para lo que rápidamente se consideran los primeros sonidos de supervivencia. Este mapa se forma escuchando sonidos tempranos, y los acentos y las pronunciaciones de palabras son una gran parte de ellos. Los fonemas alertan a los bebés sobre las inflexiones particulares como una “r” vibrante española o un cortante “¡Hi!” japonés. Como consecuencia, el cerebro dedica neuronas especiales a la recepción de esos sonidos concretos.

El mapa en desarrollo está tan adaptado al hogar, que los niños son “funcionalmente sordos” a los sonidos que vienen de fuera de sus entornos hogareños. Cuanto mayor sea el vocabulario temprano al que se exponen los niños, mejor. Todos los sonidos modelan el cerebro, incluso la música y el ritmo. De hecho, la investigación llevada a cabo en Irvine, Universidad de California, sugiere que los bebés son receptivos a la música y la distinguen bastante bien. Dado que los circuitos nerviosos de las matemáticas y la música están relacionados, introducir música en esta edad puede ayudar más tarde en el aprendizaje de las matemáticas (Weinberger, 1994).

Desarrollo del lenguaje. Paula Tallal, neurocientífica y especialista en lenguaje, de la Universidad Rutgers, señala: “Los problemas de lenguaje en los niños están relacionados con embarazos llevados con estrés.” “No sólo la hormona sexual puede fallar durante esta época,” continúa, “sino que otros componentes, como las hormonas del estrés, pueden aumentar hasta niveles anormales.” Esto se debe a que liberar o inhibir hormonas cambia el desarrollo de los hemisferios del cerebro. Añade Paula Tallal: “Tener un embarazo lleno de estrés está relacionado con la incapacidad de mostrar la lateralización estructural cerebral esperada” (Kotulak, 1993, Sección 1, p. 4). Como consecuencia, a menudo se producen tartamudeo y dislexia. El lado izquierdo del cerebro

procesa la información auditiva rápida a más velocidad que el derecho. Esa destreza es fundamental para separar los sonidos del habla en unidades distintas para su comprensión. El hemisferio izquierdo, generalmente responsable del desarrollo del lenguaje, se desarrolla más lentamente en el cerebro masculino. Así, los hombres generalmente tienen más problemas de lenguaje que las mujeres.

Los bebés cuyos padres les hablan más frecuentemente y utilizan palabras “adultas” más largas desarrollarán mejores destrezas de lenguaje, indica Jane-llen Huttenlocher, de la Universidad de Chicago (Kotulak, 1993, Sección 1, p. 4). “Durante esta época, hay que adquirir un enorme vocabulario.” Esta etapa crucial sienta las bases para las destrezas de lectura posteriores (Begley, 1996, p. 57). Por desgracia, muchos padres aún no saben lo importante que es leer a sus hijos. Una encuesta reciente mostró que el 82% de todos los padres dice que no fomentan la lectura en casa (“Reading at Home”, 1996). E incluso, tres de cada cuatro adultos dicen que los niños están “demasiado distraídos” por la TV como para leer. Otra encuesta señala que el 90% de los niños con edades entre los nueve y los trece años se entretiene con videojuegos (“Video Games”, 1996). Aunque el 43% juega menos de una hora diaria, el 27% juega de dos a seis horas al día.

Es fundamental desarrollar las destrezas lectoras. Aunque los bebés pueden aprender a ver, señalar y decir una palabra, no adquiere todo su sentido hasta que poseen suficiente experiencia de la vida para emparejar palabras y experiencia. Los estudios sugieren que los bebés escuchan las palabras aunque todavía no puedan hablar. Todas las palabras, comprendidas o no, contribuyen al desarrollo de la sintaxis, el vocabulario y el significado. Se cree que esta época es fundamental para el desarrollo del lenguaje. Sorprendentemente, no hay un calendario establecido para aprender a leer. Las diferencias de tres años *son* normales. Algunos niños estarán preparados para leer a los 4; otros, igual de normales, lo estarán a los 7 o incluso a los 10. El niño que lee a los 7 años podría no estar “retrasado en su desarrollo”, como muchos expertos han diagnosticado. J.M. Kagan habla sobre lo diferentes que pueden ser los bebés incluso cuando tienen pocos meses de vida. “No he visto un bebé que fuese atraído por todo tipo de hechos: algunos se emocionaban por objetos en movimiento pero no por los sonidos, y otros por todo lo contrario” (1994, p. 39). ¿Es más compatible con el cerebro todo el lenguaje o la instrucción oral directa? La investigación sugiere que cada uno tiene su valor; lo mejor es una combinación de ambos. La Sudbury Valley School de Framingham, Massachusetts, es el ejemplo de cómo una escuela comprende que la preparación para la lectura puede coexistir con las diferencias en los cerebros de los alumnos. Su programa K-12 no obliga a leer a ningún alumno. Los educadores creen que los alumnos más jóvenes ya están expuestos a miles de palabras. En lugar de enseñarles a leer, la escuela simplemente los deja que elijan hacerlo cuando estén preparados. Como consecuencia, algunos leen a

los 5 años, otros a los 6 años, y algunos a los 10. Según el fundador de la escuela, Daniel Greenberg, la institución tiene el 100% de titulados alfabetizados realmente funcionales. No hay trastornos de lectura o dislexia, y a todos les gusta leer. Su planteamiento dice: "Espera hasta que el cerebro esté preparado para leer; ¡entonces no podrás detenerlos!" (Greenberg, 1991).

Dulces sueños. Los profesores se quejan a menudo de que los chicos se quedan dormidos en la escuela. ¿Es culpa de los padres o de la escuela? Los estudios que plantean por qué los niños se quedan dormidos tan a menudo en las clases de educación primaria y secundaria se han orientado actualmente a la Biología. Los investigadores se han fijado en dos posibles causas que, al final, no parecían tener mucho que ver con el trabajo a tiempo parcial y el irse tarde a la cama. La respuesta no era la presión social, sino la pubertad.

El sueño está regulado por muchos componentes químicos, incluidas las aminas, los glucocorticoides y la oleamida, una sustancia química que produce somnolencia, afirma Dale Boger, biólogo molecular en el Scripps Research Institute, en La Jolla, California. Una acumulación retrasada de oleamida significa que el reloj natural del sueño de un adolescente genera un tiempo natural de irse a la cama más cercano a la medianoche y de despertarse hacia las ocho de la mañana. Se cree que se debe a los cambios hormonales de la pubertad. Mary Carskadon, experta en sueño, que trabajó en la Brown University, confirma que la mayoría de los adolescentes se ven afectados por este cambio biológico crítico en sus relojes internos del sueño (en Viadero, 1995). "Tenemos chicos tan privados de sueño, que es casi como si estuviesen drogados. Parece que algunos educadores estamos educando a zombies", dice James Maas, experto en trastornos del sueño, de la Cornell University (en Richardson, 1996, p. E-1). Los expertos en sueño descubrieron que los adolescentes no podían quedarse dormidos pronto, como sugerían sus padres. Carskadon lo denomina "preferencia de fase retrasada", y el culpable es la química cambiante del cuerpo. Aunque muchos investigadores no están seguros de la causa directa, los resultados son fáciles de ver. Los jóvenes deberían lograr irse a dormir antes, pero no pueden. Es como si el reloj biológico inyectase anfetaminas en el cerebro. Milton Erman, profesor en la Universidad de California, San Diego, señala: "Los alumnos de secundaria están más o menos privados de sueño... Tiene muy poco sentido científico hacer que estos adolescentes funcionen a horas tan tempranas" (Richardson, 1996, p. E-1). Richard Allen, del Centro de trastornos del sueño, en la Johns Hopkins University, estudió a dos grupos de adolescentes. Quienes se levantaban más tarde rendían más académicamente. Uno comenzaba las clases a las 7.30 h. y el otro a las 9.30 h.

Los investigadores han descubierto que, por la noche, los primeros y los últimos minutos de nuestro ciclo de sueño dividido en cuatro partes, nos llevan a un estado zeta. Es nuestra propia "zona de penumbra", cuando estamos

medio despiertos y medio dormidos. Los ciclos de ondas cerebrales aquí son de 4 a 7 por minuto, a medida que vagabundeamos dentro y fuera del sueño. Ordinariamente, nuestras horas de vigilia se emplean en tiempo alfa y beta, de 8 a 25 ciclos por segundo. Durante el estado zeta, podemos despertarnos fácilmente y a menudo repasar la jornada o pensar en lo que tenemos que hacer al día siguiente. Esta fase de sueño ligero consume generalmente sólo un 5% de nuestra noche. En general se produce al despertar y durante el sueño. Este sopor o ensueño profundo es un estado levemente alterado de consciencia, excelente para la libre asociación.

Los estados más profundos de sueño sin soñar son importantes para la renovación física. Durante estos estados de “muertos para el mundo” la glándula pituitaria tiene un crecimiento adicional y repara las hormonas de la circulación sanguínea. Esto ayuda a reconstruir los tejidos y asegura que nuestro sistema inmunitario esté en orden. Durante este estado raramente se oye un ruido, a menos que sea casi una explosión. Esta fase de descanso y recuperación supone la mayoría de nuestro tiempo de sueño. La fase zeta dura generalmente menos del 5%; el tiempo de sueño, el 25%; y el estado delta (“sueño profundo”) es el resto.

El tiempo fundamental es el estado de ensueño, o fase de movimiento rápido de los ojos (REM). Se piensa que este estado es decisivo para mantener nuestros recuerdos (Hobson, 1994). Un área muy activa durante la fase REM es la amígdala, una estructura que es fundamental para procesar emociones intensas. Además, el córtex entorrinal, que es necesario en el procesamiento de la memoria a largo plazo, también está activo (Ackerman, 1996). Bruce McNaughton, de la Universidad de Arizona, descubrió que los modelos de actividad de un cerebro de ratón en la fase REM se emparejan con los de la sesión de aprendizaje diurno (Lasley, 1997). Sugiere que durante el tiempo de sueño, el hipocampo está reprocesando el aprendizaje enviado por el neocórtex. Esta “repetición instantánea” consolida y realza la memoria. A eso se puede deber que despertarse demasiado pronto afecte a este importante sueño REM. De todo el tiempo que empleamos en dormir, el que más necesitamos son esas pocas horas.

Tanto Carskadon (Viadero, 1995) como Carey (1991) sugieren una solución. Los centros docentes de educación secundaria deberían comenzar más tarde que los de la escuela primaria. Aunque las 8 h. es una hora idónea para los niveles de educación primaria, las 10 es generalmente la hora más adecuada para empezar la jornada en los centros de secundaria. En Corpus Christi, Texas, un cambio horario de todo el distrito para comenzar más tarde produjo un mejor aprendizaje, menos casos de alumnos que se quedaban dormidos y menos problemas de disciplina. Ello tiene sentido, ya que si queremos que los alumnos aprendan y recuerden, necesitarán estar despiertos en la escuela y tener suficiente tiempo para dormir con el fin de consolidar el aprendizaje por la noche.

Alimentarse para aprender. Muchos menús de comedor escolar han sido ideados para el crecimiento de los huesos y los músculos, no para las exigencias de aprendizaje del cerebro. Puede haber un término medio. La alimentación debe aportar los nutrientes necesarios para el aprendizaje que incluyen proteínas, grasas insaturadas, verduras, carbohidratos complejos y azúcares. El cerebro necesita asimismo una amplia gama de oligoelementos tales como boro, selenio, vanadio y potasio.

El National Research Council publica un informe anual sobre nutrición y sus hallazgos han sido resumidos por muchos expertos (Woteki y Thomas, 1992). El informe concluye que los americanos toman una cantidad excesiva de grasa saturada, azúcar y carbohidratos simples, y muy pocas frutas, verduras y carbohidratos complejos. Eso es insuficiente para un aprendizaje y una memoria básicos, y mucho menos óptimos (Wurtman, 1986). Además, muchos niños tienen alergias alimentarias (sobre todo a los productos lácteos) que pueden causar problemas de conducta y de aprendizaje (Gislason, 1996).

¿Hay alimentos particularmente buenos para el cerebro? Hay muchos, pero los niños raramente los toman en cantidad suficiente. Esos alimentos incluyen los vegetales de hoja verde, salmón, frutos secos, carnes magras y frutas frescas (Connors, 1989). Otra evidencia indica que las vitaminas y los suplementos de minerales pueden reforzar el aprendizaje, la memoria y la inteligencia (Ostrander y Schroeder, 1991; Hutchinson, 1984). Se ha descubierto que la calpaína actúa como "limpiador" de las sinapsis, disolviendo los cúmulos de proteínas (Howard, 1994), lo que le hace más eficaz para la transmisión neuronal, y por lo tanto, para el aprendizaje. La fuente dietética de la calpaína son los productos lácteos (yogur y leche son los mejores) y los vegetales de hoja verde (espinaca y col rizada son excelentes). La mayoría de los niños comen para calmar su apetito y carecen de información suficiente para alimentarse con el fin de lograr un aprendizaje óptimo. Esto supone una preocupación porque la mielinización y maduración esencial del cerebro se produce a toda velocidad hasta los 25 años de edad.

Beber para aprender. La deshidratación es un problema común, vinculado con el aprendizaje deficiente. Para obtener el máximo, los alumnos necesitan agua. Cuando estamos sedientos es porque hay una disminución en el contenido de agua de la sangre. Cuando se reduce el porcentaje de agua en la sangre, la concentración sanguínea de sal es mayor. Los mayores niveles de sal incrementan la liberación de fluidos desde las células a la corriente sanguínea (Ornstein y Sobel, 1987). Eso aumenta la presión sanguínea y el estrés. Investigadores del estrés descubrieron que a los cinco minutos de beber agua, hay una notable disminución de los corticoides y de la ACTH, dos hormonas relacionadas con el aumento del estrés (Heybach y Vernikos-Danellis, 1979). Además, si se dispone de agua en el entorno del aprendizaje, la respuesta típica

hormonal al estrés (niveles mayores de corticoides) se “reduce notablemente o desaparece” (Levine y Coe, 1989). Estos estudios sugieren una importante función del agua para mantener bajo control los niveles de estrés.

Dado que el cerebro está formado por un mayor porcentaje de agua que cualquier otro órgano, la deshidratación se cobra su tributo rápidamente. Hay pérdida de atención y se instala el letargo. La deshidratación significa que muchos niños necesitan más agua, con más frecuencia. Las bebidas suaves, el zumo, el café o el té son diuréticos, por lo que no ayudan mucho. Los profesores deberían animar a los alumnos a beber agua durante todo el día. Los padres que estén enterados de esto, pueden sugerir a sus hijos que utilicen el agua como el saciador primordial de la sed, en lugar de otras bebidas (Hannaford, 1995).

La figura 3.3 resume las sugerencias de este capítulo sobre lo que los padres pueden hacer desde el nacimiento para ayudar a sus hijos en la escuela.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Parece que los educadores pueden hacer poco respecto a todo lo dicho y que son los padres quienes preparan a los niños para aprender. Pero este asunto es tan importante que debemos hacer *algo*. No podemos permitirnos *no* emprender acciones. Hay tres niveles en los que podemos trabajar para fomentar estas áreas: los alumnos, el profesorado y la comunidad educativa.

Dado que influimos sobre ellos de muchas formas, comencemos por los alumnos. Se les puede hablar sobre nutrición y lo que estimula mejor el pensamiento, el aprendizaje y el recuerdo. Podemos pedirles que elaboren proyectos sobre nutrición para investigar las repercusiones de diversos alimentos; por ejemplo, pueden tener un cuaderno en donde relacionen lo que comen con su bienestar y su actuación en el centro docente. Quizá lo más importante es que profesores y padres ejerzan como modelos de la correcta nutrición “para aprender”.

También podemos influir sobre lo que se sirve en los desayunos o almuerzos del centro y cambiar lo que se expone en las máquinas de monedas. Podemos aportar información a la concejalía correspondiente sobre la importancia de la nutrición para el aprendizaje. En el salón de actos del centro, se puede ofrecer a los padres una charla y un coloquio sobre “Comer para aprender”. También podemos opinar sobre si es conveniente modificar los horarios de entrada.

Finalmente, deberíamos comprometer tanto los recursos del centro como los de la comunidad para educar a los padres sobre cómo lograr que sus hijos estén preparados para la escuela. Muchos padres no tienen acceso a la información o piensan que ya la conocen. Se pueden crear conciertos con hospita-

	De 0 a 18 meses	De 18 a 60 meses
Emoción 	Proporcionar cuidado amoroso, respuesta sana al estrés, risa, sonrisas; vinculación con su hijo; evitar las amenazas.	Presentar modelos de causa y efecto, empatía; proporcionar un hogar alegre; fijar normas claras; evitar chillar.
Motora 	Fomentar el gateo, sentarse, señalar; promover el uso de pelotas, sonajeros, diversidad de juguetes; proporcionar móviles; manejar, tocar y mecer a su hijo frecuentemente.	Fomentar los juegos (como el escondite). tejer, dibujar, caminar, correr, actividades de equilibrio; dar a su hijo libertad para explorar (con seguridad); jugar y alentar a tocar instrumentos.
Visión 	Utilizar muchos objetos, diversidad de movimientos, identificación de colores; revisiones oculares periódicas; evitar la TV.	Juegos de atención y actividades de coordinación ojo-mano; enseñar cómo centrar la atención; proporcionar tiempo para actividades al aire libre; evitar la TV; establecer exámenes oculares.
Audición 	Proporcionar frases cortas y volumen alto de entrada coherente; repetir sonidos; utilizar melodías; controlar las infecciones de oído.	Proporcionar frases más largas; vocabulario más amplio; diversidad de contextos; establecer revisiones periódicas del oído.
Pensamiento 	Tener mucha curiosidad sobre el mundo de su hijo, hacer cálculos sencillos, demostrar la causa y el efecto.	Utilizar demostraciones, hacer muchas preguntas; enseñar matemáticas sencillas y los principios del movimiento y del volumen.
Música 	Cantar nanas; dar al niño sonajeros; repetir ritmos; ofrecer canciones tradicionales comunes y melodías infantiles.	Cantar; tocar instrumentos; escuchar música armónica y estructurada; proporcionar diversidad en los tipos de música.
Nutrición 	La leche materna sigue siendo la mejor; evitar el exceso de zumos; asegurar nutrientes suficientes; provisión de grasas moderada.	Introducir una amplia variedad de alimentos; comenzar a tomar comidas con mucha fibra y verduras; tomar vitaminas.

Figura 3.3. Preparación para la escuela: ¿Qué pueden hacer los padres?

les locales, comercios o empresas para difundir la información; preparar trípticos y sesiones de encuentro para los padres sobre los beneficios que aporta el que sus hijos estén preparados para aprender. Hablarles sobre cómo el desarrollo motor y el gateo afectan a las destrezas de lectura y escritura. Alentarles a hablar más, ejecutar música y resolver más problemas. Compartir con ellos la repercusión de la TV y algunas alternativas fáciles de utilizar.

4

Entornos enriquecidos y cerebro

LOS SERES HUMANOS nacen más inermes que cualquier otro mamífero. Esto significa que el bebé no se puede cuidar de sí mismo muy bien y que puede adaptar su cerebro en crecimiento al mundo en que se encuentra. Esta “adaptación neuronal” puede proceder de la exposición a un yermo estéril de estímulos aleatorios o de un rico paisaje de información sensorial.

“Creíamos que el cerebro está integrado y que no cambia... (pero) los entornos positivos pueden producir realmente cambios físicos en un cerebro en desarrollo,” señala Frederick Goodwin, ex director del National Institute of Mental Health (en Kotulak, 1996, p. 46). Este capítulo se centra en la importancia del enriquecimiento. Sabemos lo bastante para decir que el entorno debería ser rico. Pero, en la práctica, ¿cuáles son los componentes específicos de un entorno “enriquecido”?

INFLUENCIA DEL ENTORNO

La tendencia ha cambiado en los últimos cien años. Durante muchos decenios, algunos creían que el carácter y la inteligencia se debían principalmente a nuestros genes (la “Naturaleza”). Citaban estudios sobre el “gen del habla”, el “gen de la música”, e incluso el “gen de las matemáticas”. Pero con el tiempo, quienes estaban convencidos de la influencia del entorno (“la Educación”) alzaron sus voces durante tiempo suficiente como para atraer la atención pública hacia su causa.

Hoy día, el consenso dice que la herencia aporta de un 30 a un 60% de nuestro “cableado” cerebral y del 40 al 70% es repercusión del entorno. ¿Por qué la variación? Depende de qué rasgo o conducta específicos se esté examinando. La simplicidad del modelo masculino está en el cromosoma X, que procede de la madre. Se expresa con fuerza en los padres y abuelos, las oportunidades de heredarlo y expresarlo está cercanas al 100%. Si la madre de una mujer era una dirigente activa, su probabilidad de serlo puede acercarse al 30%. Este reducido número refleja las complejas variables ambientales de las circunstancias, la oportunidad y las destrezas aprendidas.

Como educadores, podemos influir más sobre el aspecto de la “crianza” de los alumnos. Aunque este capítulo se centra en lo que enriquece el cerebro, también se fija en la calidad global del entorno de aprendizaje. Por ello debemos seguir una norma fundamental cuando se trata de valorar cómo reacciona el cerebro a ciertas influencias. Comencemos por eliminar las amenazas del entorno de aprendizaje. No importa tanto añadir aspectos positivos al entorno, como trabajar primero para eliminar los negativos (hostigamiento, señalar con el dedo, directrices no realistas, obligar a los alumnos a quedarse después de terminar las clases, humillación, sarcasmo, carencia de recursos o simplemente intimidar). No hay evidencia alguna de que las amenazas sean un modo eficaz de alcanzar los objetivos de aprendizaje a largo plazo. Una vez desaparecidas las amenazas, podemos dedicarnos a trabajar en el proceso de enriquecimiento.

NUESTRO CEREBRO ES MALEABLE

En 1967, Marian Diamond, pionera en el estudio del cerebro, neuroanatomista de la Universidad de California, en Berkeley, descubrió una asombrosa maleabilidad del cerebro (Diamond, 1967). Sus estudios -y la posterior investigación de numerosos colegas- han cambiado el modo en que pensamos sobre nuestro cerebro. El cerebro puede desarrollar nuevas conexiones con estimulación ambiental. Diamond señala: “Cuando enriquecemos el entorno, obtenemos cerebros con un córtex más grueso, más ramificación dendrítica, más prolongaciones de crecimiento y mayores cuerpos celulares” (Healy, 1990, p. 47). Esto significa que las células cerebrales se comunican mejor entre sí. Hay también más células de apoyo. Esto puede ocurrir en el plazo de 48 horas después de la estimulación. Estudios complementarios apoyan la conclusión de que estos efectos son predecibles y altamente significativos.

Lo importante es el *proceso* de establecer conexiones, lo que sugiere la posibilidad de incrementar la capacidad de aprendizaje. Las personas más inteligentes probablemente tienen mayor número de redes neuronales que están entrelazadas de modo más intrincado. Estos cambios se emparejan favorablemente con los obtenidos de experiencias complejas, específicamente con

el aprendizaje y la memoria (Black et al., 1990). Este punto de vista sugiere que el entorno afecta al cableado del cerebro tanto como las experiencias.

La ramificación dendrítica fue fácil de encontrar, pero la evidencia de la plasticidad sináptica es relativamente reciente. Ahora sabemos que el cerebro se modifica a sí mismo de modo estructural dependiendo del tipo y de la cantidad de utilización (Healy, 1990; Green, Greenough y Schlumpf, 1983). El crecimiento sináptico varía según el tipo de actividad. Para un aprendizaje motor nuevo, se generan nuevas sinapsis en el córtex cerebral. Por el ejercicio (aprendizaje motor repetido), el cerebro desarrolla una mayor densidad de vasos sanguíneos en la capa molecular (Black et al., 1990). Algunos investigadores hallaron que una zona del cerebro medio implicado en el tratamiento de la atención —el *colliculus* superior— crecía del 3 al 6% más en un entorno enriquecido (Fuchs, Montemayor y Greenough, 1990). Utilizando la tecnología de la elaboración de imágenes por resonancia magnética funcional (Functional Magnetic Resonance Imaging), investigadores de la Universidad de Pennsylvania descubrieron que nuestro cerebro tiene zonas que sólo se estimulan por las letras, no por palabras o símbolos (Lasley, 1997). Esto sugiere que nuevas experiencias (como la lectura) pueden reforzar el cerebro. Dicho de otro modo: a medida que cambia el tipo de entorno, el cerebro varía el modo en que se desarrolla.

Aun así, todo esto puede resultar una trampa. La existencia de una privación sensorial temprana en el alumno puede desempeñar un grave papel. “Si hay una mala experiencia, se conectan las sinapsis erróneas y el sistema funciona mal,” indica William Greenough (1997), neurocientífico de la Universidad de Illinois. Frenar el exceso de sinapsis puede ser dañino, como en el caso del retraso mental X frágil. En la escuela, hay más interés que nunca en crear el tipo correcto de entornos enriquecedores, por una buena razón. Uno de los argumentos más convincentes procede del ex director del National Institute of Mental Health, Frederick Goodwin, quien declara: “Actualmente hay una creciente comprensión de que el entorno puede afectar... no se puede transformar a una persona con un cociente de inteligencia (CI) de 70 en otra de CI 150, pero se puede modificar su medición del CI de varios modos, unos 20 puntos más o menos, si nos basamos en el entorno” (Kotulak, 1996). Por lo tanto, ¿en qué medida influye la escuela en el cerebro? El neurocientífico Bob Jacobs confirma que la investigación en animales sobre el enriquecimiento cerebral se traslada directamente a los cerebros humanos. Este investigador descubrió en estudios de autopsias, que los licenciados tenían hasta el 40% más de conexiones que los cerebros de quienes abandonaron los estudios. El grupo de alumnos graduados que se dedicaron a actividades de investigación mostró el 25% más de “crecimiento cerebral” global que el grupo de control. Aun así, la educación sola no es suficiente. Las experiencias y los retos de aprendizaje nuevos y frecuentes son fundamentales para el crecimiento del cerebro. Los cerebros de los licenciados que estudiaban solamente para apro-

bar tenían menos conexiones que los que se esforzaban diariamente (Jacobs, Schall y Scheibel, 1993). La estimulación sensorial ha sido correctamente comparada con un “nutriente” del cerebro. La figura 4.1 ilustra las diferencias entre neuronas empobrecidas y enriquecidas.

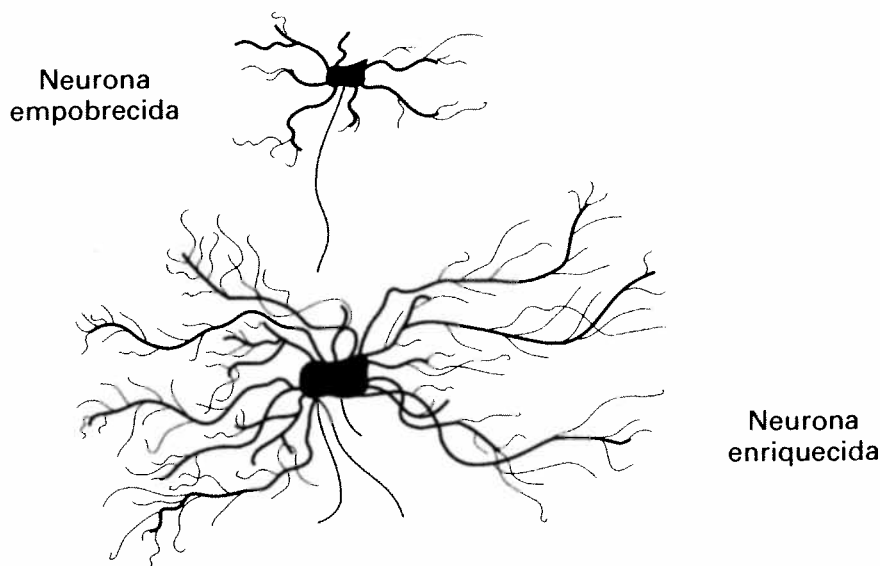


Figura 4.1. El enriquecimiento modifica la estructura de las células cerebrales

Harold Chugani, neurobiólogo de Wayne State, destaca que en la etapa escolar, el cerebro casi “resplandece” por el consumo de energía, quemando el 225% de los niveles de glucosa del adulto. El cerebro aprende más rápida y fácilmente durante los primeros años escolares. Casi estalla con un crecimiento espectacular a medida que se adapta con asombrosa precisión al mundo circundante. Durante esta época, la estimulación, la repetición y la novedad son esenciales para sentar las bases del aprendizaje posterior. El mundo exterior es el alimento real del cerebro en crecimiento. Asimila los olores, sonidos, visiones, sabores y tacto, y reúne de nuevo el *input* en innumerables conexiones neuronales. A medida que el cerebro comienza a captar el mundo, crea un territorio cultivado neuronal.

¿A QUIÉN VA DIRIGIDO EL ENRIQUECIMIENTO?

Durante muchos años, el mito era que sólo ciertos estudiantes “dotados y con talento” serían quienes se beneficiarían de los programas de enriquecimiento. Nada más lejos de la verdad. El cerebro humano nace con más de 1.000 billones de conexiones. Se crean muchas sinapsis nuevas con el desarrollo sensorial precoz, pero cualquier exceso de sinapsis se perdería ulteriormente. Greenough, un pionero en los estudios sobre enriquecimiento del cerebro, indica

que la experiencia determina qué sinapsis se descartan o, más importante, cuáles se conservan. Esto forma el “diagrama de cableado” sobre el que se basa el desarrollo posterior (Begley, 1996, p. 56). Nuestro cerebro tiene una “línea base” de conectividad neuronal, y el enriquecimiento lo aumenta. Los alumnos pueden terminar sus estudios secundarios con una “línea base” o un “cerebro enriquecido”. ¿Podemos limitar a los alumnos “no dotados” su destino biológico?

Paula Tallal, neurocientífica de la Rutgers University, comenta sobre esta fundamental oportunidad de aprendizaje que todas las personas deberían lograrlo. Es mucho más fácil, por ejemplo, aprender a tocar un instrumento o hablar un idioma extranjero antes de los diez años que en cualquier otro momento. Pero sólo los alumnos dotados y con talento han podido hacer esa opción. Es fácil comprender por qué los padres quieren que sus hijos sean clasificados como “dotados” porque perder esa oportunidad podría condenar a su hijo a un “yermo neuronal”.

¿QUÉ CONSTITUYE EL ENRIQUECIMIENTO?

Se han llevado a cabo innumerables experimentos tanto sobre animales como sobre seres humanos para determinar qué condiciones construyen un mejor cerebro de modo predecible y exacto. William Greenough, que ha estudiado los efectos de los entornos enriquecedores durante más de veinte años, declara que dos cosas son particularmente importantes para desarrollarlo. Los componentes fundamentales de cualquier programa para enriquecer el cerebro del alumno son que: Primero, el aprendizaje es un reto, con nueva información o nuevas experiencias. A menudo, la novedad provocará este efecto, pero también se debe procurar que resulte desafiante. Segundo, debe haber algún modo de aprender de la experiencia mediante la retroalimentación interactiva o *feedback*.

El reto o desafío es importante; un exceso o una escasez dará lugar a que los alumnos abandonen o se aburran. El reto mental puede surgir con nuevo material que añada un grado de dificultad o mediante la limitación de los recursos. Esto incluye variar el horario, los materiales, el acceso y las expectativas, o el apoyo en el proceso de aprendizaje. Asimismo, la novedad es importante. El cambio en el decorado de las paredes del aula cada dos a cuatro semanas es valioso, pero hay que dejar que los estudiantes se encarguen de ello para su mayor enriquecimiento. Hay que modificar las estrategias de enseñanza con frecuencia: ordenadores, grupos, viajes y excursiones, profesores invitados, aprendizaje cooperativo, juegos, elaboración de boletines y periódicos o de proyectos con alumnos de distintas edades. (Fig. 4.2).

En segundo lugar, aumentar la retroalimentación del alumno, dado que ésta reduce la incertidumbre, incrementa las habilidades de afrontar situacio-

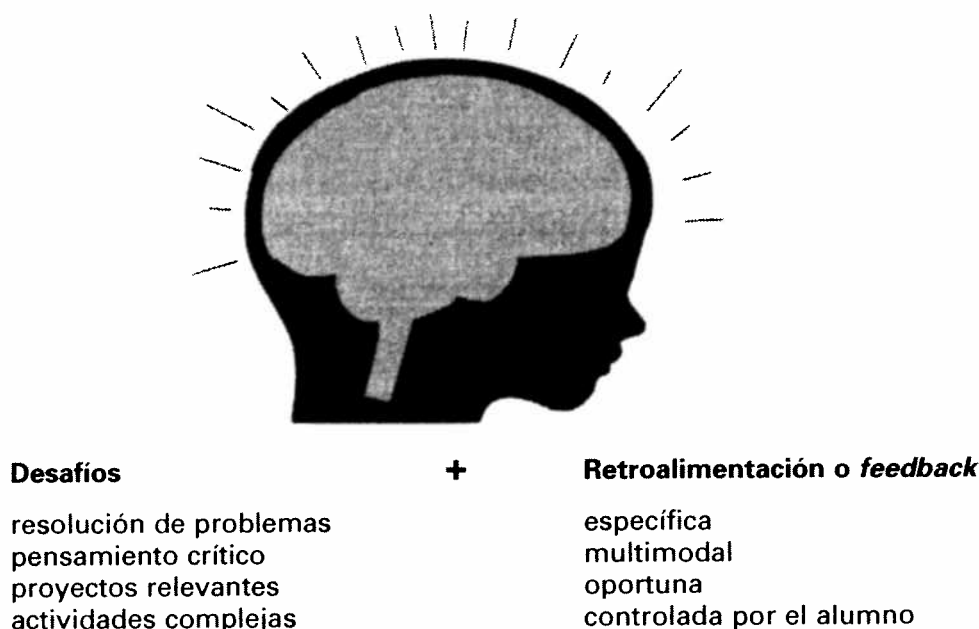


Figura 4.2. Maximizar el desarrollo del cerebro

nes y disminuye las respuestas al estrés de las glándulas pituitaria y suprarrenales. Incluso sin control, la retroalimentación tiene valor (Hennessy, King, McClure y Levine, 1977). El propio cerebro está cuidadosamente diseñado para actuar sobre ella, tanto interna como externamente (Harth, 1995). Lo que se recibe en cualquier nivel cerebral depende de todo lo que esté ocurriendo a ese nivel. Y lo que se envía al siguiente nivel depende de lo que ya esté ocurriendo en éste. Dicho de otro modo, nuestro cerebro decide qué hacer basándose en lo que acaba de hacer. Sin este magnífico sistema de retroalimentación, no seríamos capaces de aprender. Por ejemplo, cuando un alumno escribe un documento, el proceso de corrección por los compañeros es un excelente modo de lograr *feedback*.

Es comprensible que otros alumnos puedan ser el mayor activador en el entorno de aprendizaje. Pero muchos entornos tradicionales no están aún organizados para sacar ventaja de esta oportunidad. Los mejores tipos de grupos pueden ser: multiedad y multiestatus (Caine y Caine, 1994). Aunque hay poca "investigación biológica" sobre el valor de los grupos cooperativos, resulta evidente que realizan dos cosas importantes. Cuando nos sentimos valorados y atendidos, nuestro cerebro libera los neurotransmisores del placer: endorfinas y dopamina. Esto nos ayuda a disfrutar más de nuestro trabajo. Otro aspecto positivo es que los grupos proporcionan un magnífico vehículo para la retroalimentación social y académica. Cuando los alumnos hablan entre ellos, obtienen una información específica sobre sus ideas, así como sobre sus conductas.

Varias condiciones hacen más eficaz la retroalimentación. La reacción debe ser específica, no general. Un videojuego y un ordenador proporcionan

retroalimentación específica, así como la lectura en grupo del relato de un alumno. La interacción de grupo aporta *feedback* porque da tanta evidencia dramática, como la interacción no verbal. Crear un modelo de aula o ejecutar un juego de aprendizaje aporta información interactiva. La retroalimentación es generalmente más útil para los alumnos cuando es inmediata, pero puede ocurrir que, un alumno tenso o amenazado prefiera la retroalimentación diferida. Greenough dice que la ideal implica elección, que pueda generarse y modificarse a voluntad. La retroalimentación inmediata y autogenerada puede proceder de muchas fuentes: tener criterios fijados de rendimiento, verificar los objetivos personales, utilizar un ordenador, o cuando el alumno hace una comprobación con un padre o un profesor de un curso de otro nivel.

¿Cuál debería ser el contenido del enriquecimiento? Por suerte, las fuentes son inagotables. Aquí trataremos sólo cinco: lectura y lenguaje, estimulación motora, pensamiento y resolución de problemas, artes, y entornos.

Enriquecimiento mediante la lectura y el lenguaje

Sin la exposición a nuevas palabras, un joven nunca desarrollará las células del córtex auditivo para discriminar entre los sonidos. Los padres deberían leer a sus hijos, a partir de los seis meses, y no esperar hasta los cuatro o cinco años. Antes de la pubertad, la mayoría de los niños pueden aprender cualquier idioma sin “acento extranjero”. El número de células y sus conexiones están preparadas y disponibles para ser utilizadas con tal finalidad. Hay suficientes para que aprendamos incluso los matices más leves de la pronunciación.

Pero después de la pubertad, las conexiones casi han desaparecido, y las células potenciadoras del lenguaje han sido debilitadas por otras células más agresivas. Las escuelas deberían facilitar a los niños vocabularios más ricos e interesantes y ofrecerles idiomas extranjeros antes de los doce años. La pérdida neuronal y la poda sináptica hacen más difícil la adquisición de segundos idiomas con cada año que pasa.

Cuanto más palabras escucha un niño de sus profesores, mayor será su vocabulario a lo largo de la vida. Un modo fácil de lograr el aumento de vocabulario es que los profesores lo modelen, y lo hagan formar parte del aprendizaje. La lectura es también un excelente modo de desarrollar vocabulario, siempre que no se obligue a los niños a aprenderla demasiado pronto. Para los cerebros de algunos alumnos, el tiempo “normal” de aprender es a la edad de ocho años. Puede haber, de hecho, diferencias de unos pocos meses hasta cinco años en los cerebros en desarrollo completamente normales. Un niño de seis años que no lea, podría no estar “retrasado en su desarrollo”. En muchos países, incluyendo Suecia, Dinamarca, Noruega y Nueva Zelanda (todos con altos niveles de alfabetización), la enseñanza de la lectura comienza a los siete u ocho años (Hannaford, 1995).

Aunque la lectura es útil para estimular el desarrollo del cerebro, la escritura es otro modo de ampliar el vocabulario. Generalmente enseñamos a los niños a escribir con letras de imprenta antes que con letra cursiva. Esto tiene poco sentido porque el cerebro aún no se ha desarrollado para establecer las sutiles distinciones motoras y visuales necesarias. Los niños tienen dificultades con las letras d y b minúsculas, así como con las letras H, N, A y E. La frustración que algunos sienten se debe a que sus cerebros aún no están preparados para ello. La cursiva es mucho más fácil, por lo que es mejor enseñar ese tipo de escritura en primer lugar. Con el progreso de la tecnología y específicamente con los teclados de ordenador, escribir con letras de imprenta es mucho menos importante hoy que hace cincuenta años.

Los cerebros de los niños con trastornos del lenguaje están demasiado equilibrados. Eso no es bueno, señala Paula Tallal, experta en lenguaje. Cuando ambos lados están igualados, el hemisferio izquierdo está infraestimulado; el lado izquierdo debería ser físicamente mayor y más activo que el hemisferio derecho. Un hemisferio izquierdo más grande y más rápido significa que se pueden establecer distinciones sutiles en los sonidos escuchados. Esto quiere decir que las palabras son distintas, no como el ruido de una corriente de agua que fluye. Por eso, muchos disléxicos juntan las palabras. Los nuevos programas informáticos que alargan el sonido de las palabras hasta que el cerebro puede aprender a distinguirlas, tienen un 80% de éxito, dice Tallal (en Begley, 1996, p. 62).

Enriquecimiento mediante la estimulación motora

¿El ejercicio o el movimiento son buenos para el cerebro? Tengamos presente que repetir un movimiento o un ejercicio es precisamente realizar lo que ya sabemos hacer. El enriquecimiento para la estimulación del cerebro es hacer algo nuevo. Lyelle Palmer, de la Winona State University, ha documentado los efectos beneficiosos de la estimulación motora temprana sobre el aprendizaje. Ha utilizado tareas de coordinación ojo-mano, tales como coser, dar volteretas, mecerse, señalar, contar, saltar y actividades de lanzar la pelota para estimular el crecimiento neuronal temprano. El “Chance to Learn Project” (‘Una oportunidad para aprender’) en la escuela elemental de Shingle Creek, en Minneapolis, demostró efectos positivos sobre los alumnos mediante el *Metropolitan Readiness Test*, el test de percepción visual y el test Otis de inteligencia de grupo (Palmer, 1980). En estudios similares, el grupo experimental superó ampliamente al grupo de control.

Los beneficios de la estimulación precoz no terminan en la escuela primaria; es muy importante la estimulación motora nueva durante toda la enseñanza secundaria y el resto de nuestra vida (Brink, 1995). Las escuelas deberían elaborar un programa planificado de estimulación motora específica integrando la actividad física a través del currículum. Esperamos que los

alumnos utilicen sus cerebros para contar, planear, imaginar y para resolver problemas, pero también los atletas están muy implicados en funciones cognitivas. Tiene sentido esperar que los alumnos empleen sus cuerpos para el aprendizaje cinestésico en las clases académicas (Fig. 4.3).

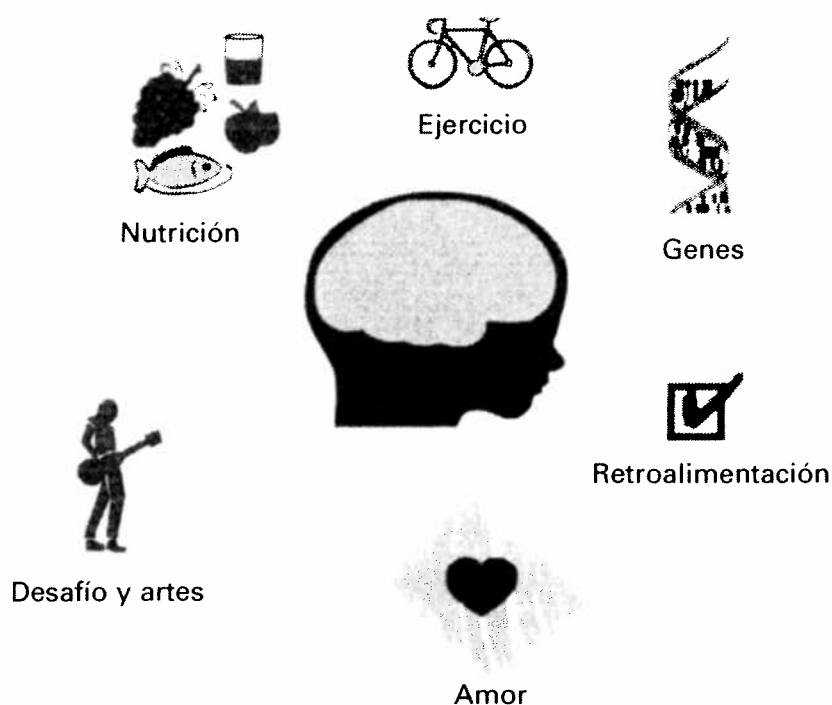


Figura 4.3. Factores clave que influyen sobre el desarrollo temprano del cerebro y el éxito académico

Enriquecimiento mediante el pensamiento y la resolución de problemas

El mejor modo de desarrollar el cerebro es mediante la resolución de problemas desafiantes. Esto crea nuevas conexiones dendríticas que nos permiten hacer incluso más conexiones. El cerebro está preparado para la resolución de problemas sencillos y concretos a la edad de uno o dos años. Pero para casos más complicados hay generalmente que esperar algún tiempo. Hay un florecimiento de ramificación dendrítica en el hemisferio derecho entre los cuatro y los siete años, y en el izquierdo, entre los nueve y los doce (Hannaford, 1995). Ambos lados están totalmente desarrollados y generalmente preparados para abstracciones complejas en las edades comprendidas entre los once y los trece años. Para entonces, el puente principal entre ambos hemisferios, el cuerpo caloso, está totalmente desarrollado. En ese punto transporta 4.000 millones de mensajes por segundo a través de sus 200 a 300 millones de fibras nerviosas y está preparado para nuevos retos. Algunas formas de maduración del cerebro siguen produciéndose hasta mediados los veinte años.

Los niños necesitan problemas interesantes y complicados de resolver. Pero la resolución de problemas no está limitada a un área del cerebro, porque se puede resolver sobre el papel, con un modelo, con una analogía o metáfora, mediante el debate, con estadísticas, a través del trabajo artístico o durante una demostración. Como consecuencia, hay tantas vías neuronales como necesitemos desarrollar en los cerebros de los niños y como vías para resolver un problema. Esto significa que es fundamental exponer a los alumnos a una diversidad de planteamientos para resolver problemas (Gardner, 1993). Cuando los alumnos se sienten más capaces de resolver un problema, sus pensamientos modifican la química del cuerpo. Albert Bandura, de la Universidad de Stanford, descubrió que cuando aumentaban los sentimientos de competencia, los sujetos liberaban menos catecolaminas, que es la respuesta química natural del cuerpo al estrés.

Resulta sorprendente descubrir que al cerebro no le importa si logra obtener o no una respuesta. El desarrollo neuronal se produce debido al proceso, no por la solución. Un alumno podría ir a clase durante doce años, obtener raramente las respuestas correctas, y tener el cerebro bien desarrollado. Simplemente eligiendo problemas cada vez más difíciles se puede estimular la liberación de noradrenalina y crear crecimiento dendrítico. Richard Haier, del Barin Imaging Center, en la Universidad de California, señala: "Cuanto más nuevo y más difícil es un videojuego, más actividad neuronal se produce" (en Marquis, 1996, p. B-2). La gente más inteligente trabaja más intensamente con su cerebro al principio, y luego avanza sin esfuerzo. Ante nuevos estímulos, los cerebros con mayor CI activan más neuronas inicialmente, aportando más recursos para la tarea (Howard, 1994). Hay un consumo mucho más alto de glucosa mientras se aprende un nuevo juego, que cuando ya se domina y el jugador está logrando puntuaciones altas. En el nivel de "maestría", el cerebro progresa sin esfuerzo.

Los rompecabezas típicos, los juegos de palabras, los problemas hipotéticos y los del mundo real son excelentes para el cerebro. Pero hay que tener paciencia, ya que la capacidad de triunfar en un tipo de rompecabezas no significa que se vaya a ser bueno en otro. Por eso es posible que alguien obtenga buenas puntuaciones en los crucigramas pero no en los rompecabezas de piezas pequeñas. O podría ser excelente en el *Scrabble* pero no jugando a las cartas o al dominó. Las vías neuronales que nos ayudan a destacar en las destrezas cognitivas son tan específicas que el concepto de ser "inteligente" o estar "dotado" y "tener talento" se ha puesto en tela de juicio (Gardner, 1983). Es necesario alentar a los jóvenes a realizar cualquier actividad de resolución de problemas; cuanto más reales, mejor. También son excelentes los experimentos científicos o los proyectos de construcción. Por desgracia, sólo el 5% de los niños de once años han desarrollado destrezas de razonamiento formal y a los catorce, son el 25%. En la edad adulta, ese porcentaje aumenta hasta sólo el 50% de la población (Epstein, 1986).

Enriquecimiento mediante las artes

Durante la mayor parte del siglo XX, la educación artística significaba hacer culto a un niño. Pero hoy día, la biología sugiere que las artes pueden ayudar al éxito académico y profesional. Una sólida base artística construye la creatividad, concentración, resolución de problemas, autoeficacia, coordinación... y desarrolla la atención y la autodisciplina.

El cerebro musical. Todos hemos oído hablar del valor de la música como un factor de enriquecimiento del aprendizaje. Muchos centros docentes ofrecen educación musical en los denominados “programas para alumnos bien dotados”. Pero, ¿existen evidencias para fomentar la educación musical diaria en todo el alumnado? ¿Es simplemente anecdótica o tiene su origen en las nuevas investigaciones sobre el cerebro? Es evidente que nuestro cerebro puede estar diseñado para la música y las artes, y que una educación musical y artística tiene beneficios académicos y sociales positivos, medibles y duraderos. De hecho, gran parte de la investigación sugiere que se debería exigir una amplia educación básica en música y artes para todo el alumnado.

La música no es una “golosina del hemisferio cerebral derecho”. Robert Zatorre, neuropsicólogo del Instituto Neurológico de Montreal, señala: “Hay pocas dudas de que cuando se escucha una obra musical se utiliza todo el cerebro” (en Shreeve, 1996, p. 96). Leer partituras hace que se utilice ambos hemisferios, indica Justine Sergent, de ese mismo centro médico. Cuando se está aprendiendo a leer, componer o interpretar música, el hemisferio cerebral izquierdo trabaja mucho. ¿Cómo encaja la música con el concepto de enriquecimiento? Pensemos en la música como un instrumento para utilizarlo al menos en tres categorías posibles: para estimular, como un transportador de palabras y como activador del cerebro. Estimular significa que la música aumenta o disminuye los neurotransmisores de la atención. La música relajante podría incluir una cascada o melodías de piano suaves. Este tipo de música puede afectar de modo significativo a los estados de los alumnos. Y eso, por supuesto, puede afectar al aprendizaje. Un estudio mostró que la comprensión lectora de los alumnos mejoraba substancialmente con música de fondo (Giles, 1991).

La segunda utilización de la música es como transportador. En este caso, la melodía actúa como el vehículo para las palabras. No hay más que ver la facilidad con la que los alumnos aprenden las letras de las nuevas canciones. La melodía les ayuda a ello. ¿Cómo aprendimos el alfabeto? Lo más probable es que fuese cantándolo, escuchando esa cantinela una y otra vez en la cuna; cuando llegó el momento de aprender las palabras simplemente “asociábamos” las letras a las notas de la melodía. El resultado era la rapidez en el aprendizaje.

Hay un tercer uso, bastante importante, de la música. Puede impulsar la activación de las vías neuronales del cerebro. Las neuronas están conectando-

se constantemente. Lo que distingue la “charla neuronal” del pensamiento claro es la velocidad, la secuencia y la fuerza de las conexiones. Estas variables constituyen un modelo de disparo que puede activarse o alimentarse con ciertas obras musicales. Por ejemplo, hay ocasiones en que utilizamos una obra musical para llevar a cabo tareas como limpiar la casa o el garaje.

Para revisar los trabajos de investigación, volvamos a Norman Weinberger, neurocientífico de la Universidad de California y experto en el estudio del córtex auditivo y su respuesta a la música. Afirma: “Una creciente cantidad de hallazgos de la investigación apoya la teoría de que algunas partes del cerebro están especializadas en la composición de música.” (Weinberger, 1995, p. 6). Gran parte de la investigación sugiere que ese córtex auditivo responde al ritmo y a los tonos más que a simples frecuencias de sonido y que las células cerebrales individuales procesan el contorno melódico. De hecho, la música puede ser fundamental para otras actividades cognitivas.

Lamb y Gregory (1993) descubrieron una alta correlación entre la discriminación del tono y las destrezas de lectura. Mohanty y Hejmadi (1992) descubrieron que la formación en danza musical mejoraba los resultados en el test Torrance de creatividad. ¿Qué produce la correlación? Todo está en el índice y el modelo que activan las células cerebrales. Frances Rauscher indica: “Sabemos que los modelos de activación neuronal son básicamente los mismos para la apreciación de la música y para el razonamiento abstracto...” (en Mandelblatt, 1993, p. 13). En el conocido estudio del “efecto Mozart”, de la Universidad de California, había tres tipos de audición: uno era música de relajación; otro, el grupo de control, no tenía música alguna; el tercero tenía que escuchar la “sonata para dos pianos en Fa bemol”. Después de sólo diez minutos de escucha con auriculares, Rauscher, Shaw, Levine, Ky, y Wright (1993) comprobaron que la selección de Mozart mejoraba temporalmente el razonamiento espacio-temporal. Rauscher señala que se trata de una relación causal, no de una correlación. Este estudio fue el primero en mostrar la audición de música como causa de mejora de la inteligencia espacial. Otros estudios simplemente habían demostrado que la música era un factor que contribuía o que tenía correlaciones indirectas. Escuchar música de Mozart antes de hacer la prueba es valioso; escuchar música durante una prueba podría producir una competición neuronal interfiriendo con el modelo de activación neuronal.

Una investigación de los estudios sobre este tema sugiere que la música ejerce una función significativa al reforzar una amplia gama de habilidades sociales y de aprendizaje. Por una parte, activa la memoria procedimental (de fondo) y, por tanto, un aprendizaje duradero (Dowling, 1993). Además, James Hanshumacher (1980) llegó a la conclusión de que la educación artística facilita el desarrollo del lenguaje, mejora la creatividad, fomenta la disposición para la lectura, ayuda en el desarrollo social, apoya el rendimiento académico general y refuerza las actitudes positivas hacia la escuela (Hanshumacher,

1980). En último término, la música es un lenguaje que puede reforzar las capacidades de los niños que no destacan en la expresión del pensamiento verbal.

¿Apoya la evidencia el valor del canto? M. Kalmar, investigador musical, comprobó que la música tiene muchas correlaciones con resultados escolares positivos. Entre los dos grupos, sólo el experimental encontró mejorías en razonamiento abstracto, desarrollo motor, coordinación y creatividad, y capacidad verbal. Otro estudio (Hurwitz, Wolff, Bortnick y Kokas, 1975) concluyó que los grupos musicales (formados sólo en canciones populares) “obtenían puntuaciones significativamente más altas en lectura que el grupo de control, alcanzando el percentil 88 frente al 72”. Cantar es una excelente estimulación para el cerebro, “un medio de fomentar tanto la competencia musical como el desarrollo total” (Weinberger, 1996).

Enriquecimiento artístico. ¿Cómo se mantiene la investigación artística? La educación artística ha obtenido un enorme impulso de los descubrimientos en las neurociencias. El viejo paradigma era que el pensamiento del hemisferio cerebral izquierdo era la sede de las destrezas de pensamiento “de orden superior”, y las actividades del hemisferio derecho no eran más que adornos. Este paradigma está totalmente caduco. La investigación actual nos dice que gran parte del aprendizaje se produce en ambos hemisferios. Los músicos generalmente procesan las melodías en sus hemisferios izquierdos. Exploraciones PET de personas que resuelven problemas muestran activaciones no sólo en los lóbulos frontales izquierdos sino en otras zonas utilizadas para almacenar música, arte y movimiento (Kearney, 1996). Muchos de nuestros mayores científicos, como Einstein, han hablado acerca de la integración de la imaginación en la tarea científica.

Se ha producido un éxito mundial del modelo de terapia artística neuropsicológica (Parente y Anderson-Parente, 1991; McGraw, 1989). El uso del arte no sólo para dibujar sino para enseñar a pensar y crear expresividad emocional y memoria, ha sido una notable demostración de la plasticidad del cerebro. Aprendiendo y practicando el arte, el cerebro humano se refuerza realmente para crear conexiones cada vez más fuertes. Las investigaciones lo comprobaron, utilizándolo como terapia para el cerebro dañado (Kolb y Whishaw, 1990). Jean Houston señala que las artes estimulan la consciencia del propio cuerpo, la creatividad y el sentido de sí mismo. De hecho, dice Houston: “El niño sin acceso a las artes está siendo apartado sistemáticamente de la mayoría de los modos en que puede experimentar el mundo” (en Williams, 1977).

Los dirigentes políticos y los educadores buscan datos que apoyen la función de las artes. En Columbus, Ohio, los resultados eran bastante medibles. Douglas Elementary, escuela centrada predominantemente en las artes, ha obtenido marcas de veinte puntos por encima de las normas del distrito en cinco de seis áreas de aprendizaje. La demanda de su programa es intensa;

más de cien niños están en la “lista de espera” de esta escuela. ¿Poner el énfasis en el arte establece una diferencia? “Hay un vínculo claro”, dice Gardell (1997).

Norman Weinberger declara que el argumento de que el arte y la música son adornos “no tiene apoyo objetivo alguno”. Resume diciendo: “Se debería alentar a los profesores a incluir o aumentar la docencia musical en el aula” (Weinberger, 1996). Pero ¿tiene que haber expertos o profesores de música? Se prefiere a los especialistas en música pero, si no hay un experto, algo es mejor que nada.

Enriquecimiento mediante los entornos

A los profesores les gusta con frecuencia compartir su “aula enriquecida” con los demás. Orgullosamente muestran móviles, carteles e imágenes en las paredes como símbolos de enriquecimiento. ¿Los objetos colocados en la pared ayudan a estimular el aprendizaje? Recordemos que el enriquecimiento procede del desafío y de la retroinformación, no del mérito artístico o del gozo estético. Aquí, la palabra *enriquecimiento* se está utilizando, obviamente, en sentido muy amplio.

¿Significa esto que se deberían fomentar las aulas con las paredes desnudas? ¡Absolutamente no! Aunque las aulas prolijas y adornadas probablemente tienen un valor enriquecedor discutible, sirven para otros fines muy valiosos. Pueden ser una fuente de inspiración, afirmación y alegría. Pueden ayudar a los alumnos a sentirse seguros, cómodos o a continuar aprendiendo (Debes, 1974). En los hospitales, un estudio controlado descubrió que los pacientes con una “habitación con vistas” se recuperaban más pronto que quienes miraban fijamente una pared de ladrillo. La estimulación evidentemente afecta más que el bienestar; también nutre al cerebro (Urich, 1984). Un entorno de aula enriquecido y lleno de carteles, móviles, mapas, imágenes y organizadores gráficos será captado por la mayoría de los alumnos.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Hemos visto que los dos componentes fundamentales del aprendizaje son el desafío y la retroinformación. Dado que lo que es estimulante para un alumno puede no serlo para otro, conviene elegir el proceso de aprendizaje, incluido el aprendizaje “a su propio ritmo”, y más diversidad en las estrategias utilizadas para captar mejor la atención de los alumnos. Ejemplos de elección incluyen la opción del alumno para seleccionar la complejidad o el tipo de un proyecto. Además, la elección puede incluir decisiones de los alumnos sobre ordenadores, vídeos, compañeros, asientos y el formato final. La diversidad significa que, no importa lo que elijan los alumnos, es obliga-

ción del profesor ofrecerles una amplia variedad metodológica. Esto supone la rotación del trabajo individual autodirigido y de grupo, teatro, música, exposiciones, ordenadores, oradores invitados y desplazamientos a otros lugares, aunque sea sólo a otra aula de la escuela.

Para aumentar el enriquecimiento, hay que reafirmar la presencia de las artes y del movimiento en el currículo, ya que son con frecuencia excelentes formas de desafío y *feedback*. Norman Weinberger solicita “exámenes amplios” en la educación plástica y musical. Del mismo modo que un nuevo fármaco se prueba mediante estudios controlados bajo la supervisión del Ministerio de Sanidad, las escuelas deberían llevar a cabo pruebas sistemáticas y formalmente documentadas para la educación artística y motora.

Para ello, podríamos fomentar las alianzas entre escuelas y universidades locales con el fin de lograr que se inicien y se supervisen mejores estudios; incrementar el uso adecuado de la música, incluido el canto, la audición musical y tocar instrumentos; desarrollar la riqueza y la diversidad de opciones.

Del ámbito de la investigación y del enriquecimiento del cerebro surgen dos normas: una es eliminar la amenaza y otra enriquecer lo más posible. Antes de comprender la repercusión colectiva de un entorno enriquecido, podría justificarse un aula minimalista con una clase magistral como única aportación. Hoy día, es abrumadora la evidencia de que los entornos enriquecidos desarrollan el cerebro mejor, más rápidamente y le preparan para el cambio. Esa oportunidad no se debe perder.

¿Qué ocurre si descartamos la importancia del enriquecimiento? En ratones “jóvenes”, un entorno aburrido tenía un efecto *adelgazante* más intenso sobre el córtex que un entorno enriquecido y positivo sobre el *engrosamiento* del córtex (Diamond, 1998, p. 31). Para los adolescentes, el tedio es más que aburrirse; puede hacer que disminuya su cerebro. Por suerte, los estudios muestran que la disminución se puede invertir en sólo cuatro días.

Teniendo en cuenta que las escuelas proporcionan un lugar de encuentro durante un promedio de seis horas diarias, 180 días al año, durante trece años, es una exposición potencial de más de 14.000 horas. Así pues, los educadores tienen una responsabilidad moral y ética significativa para realzar o limitar el potencial vital de un ser humano. ¿Se pasarán esas horas alimentando un cerebro mejor o estrechando los límites de ese potencial? La respuesta es fácil: enriquezcamos a todos lo más posible.

5

Captar la atención del cerebro

CAPTAR LA ATENCIÓN de los alumnos y mantenerla ha sido lo principal en el mundo de la enseñanza. Muchos de nosotros admiramos a los profesores de películas como *Rebelión en las aulas*, *El club de los poetas muertos* y *Mentes peligrosas*. Cautivan la atención de los alumnos —y la nuestra— y respetamos a los docentes que pueden imitar sus métodos en la vida real.

Pero, ¿qué ocurriría si este modelo de enseñanza fuese erróneo; si captar la atención tuviese que ser la excepción y no la norma? ¿si estuviésemos planteando exigencias inadecuadas y con frecuencia irrazonables a los alumnos? Ese es el centro de atención de este capítulo: la atención y su relación con el aprendizaje, según la reciente investigación sobre el cerebro.

EL CEREBRO ATENTO

Cuando comienza cada nuevo año escolar, los profesores bienintencionados rápidamente clasifican a los alumnos en dos categorías: los que prestan atención y los que no. Traducido, significa los “buenos chicos” y los “problemáticos”. En consecuencia, se invierte una enorme cantidad de energía en lograr que los alumnos “sean buenos”. Las espadas están en alto, y los instrumentos incluyen promesas, recompensas, distracciones, amenazas, gritos y trucos. Casi todos los profesores expertos tienen modos infalibles para captar la atención. Durante años, los nuevos profesores modelaron con interés estos métodos de profesor “estrella”. Asimismo, querían captar la atención del alumno y mantenerla. Pero ¿eso es realmente enseñar bien?

Durante gran parte del siglo XX, la atención fue un ámbito de la psicología. Pero en el último decenio, varias corrientes de investigación han planteado la función que los factores biológicos tienen en la atención y en el aprendizaje. Ahora conocemos que el propósito de la atención parece ser: promover la supervivencia y ampliar los estados placenteros. Por ejemplo, la investigación ha revelado que:

- Los sistemas de atención están localizados por todo el cerebro.
- Los contrastes de movimiento, sonidos y emociones (como la amenaza) consumen la mayor parte de nuestra atención.
- Los componentes químicos tienen la función más significativa en la atención.
- Los genes también pueden estar implicados en la atención.

Cuando estamos despiertos, tenemos una importante decisión que tomar en cada momento: dónde fijar nuestra atención. Una persona normal lo hace unas 100.000 veces diarias. El cerebro siempre está prestando atención a algo: su supervivencia depende de ello. En general, cuando hablamos de “prestar atención” en un contexto educativo, nos estamos refiriendo a la atención centrada en el exterior. Eso significa que el alumno está fijándose en el profesor y pensando solamente en el material presentado.

No obstante, los sistemas de atención del cerebro tienen otras posibilidades innumerables. La atención puede ser externa o interna, estar centrada o difusa, relajada o vigilante. Pedimos a los estudiantes que logren identificar objetos adecuados de atención (a menudo, es un profesor); mantener la atención hasta que se les diga otra cosa (incluso si es una clase que dura una hora); e ignorar otros estímulos, con frecuencia más interesantes, del entorno. Esta exigencia es totalmente razonable cuando la enseñanza es relevante, cautivadora y elegida por el alumno. Cuando no se dan esas condiciones, la atención en el aula es estadísticamente improbable.

Ahora sabemos que los dos determinantes primordiales de nuestra atención son el *input* sensorial (como una amenaza o una oportunidad atractiva) y el componente químico cerebral “sabor del momento.” Uno se centra como un haz de rayo láser, y el otro está disperso, como las luces de un árbol de Navidad. Ambos están constantemente regulando nuestra atención, por lo que examinaremos cada uno de ellos.

VÍAS DE LA ATENCIÓN

El proceso de la atención consiste en: alarma, orientación, identificación y decisión. Este proceso de haz de rayo láser es como si dijéramos: “Vamos, algo está ocurriendo,” y luego, “¿dónde?” y finalmente, “¿qué es?” La respuesta a la pregunta final nos dirá generalmente cuánto tiempo deberíamos prestar

atención. La atención se expresa en un alumno cuando hay un mayor flujo de información en la zona de las vías cerebrales relativas a las vías circundantes. En pocas palabras: cuando la actividad cerebral especializada es alta, la atención también lo es. La fig 5.1 ilustra las diversas áreas del cerebro implicadas en captar y mantener la atención.

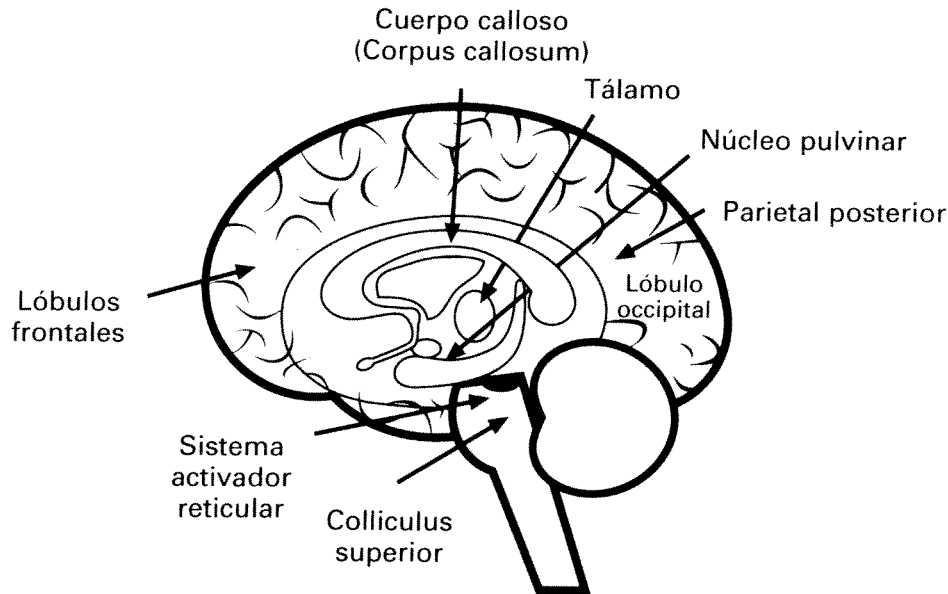


Figura 5.1. Zonas implicadas en captar y mantener la atención

¿Cómo sabe el cerebro a qué debe prestar atención en un momento concreto? El secreto es que nuestro sistema visual (que envía más del 80% de información al cerebro en los alumnos sin minusvalías) no es una calle de dirección única. La información fluye en ambos sentidos, desde nuestros ojos al tálamo y al córtex visual. Esta retroinformación es el mecanismo que “modela” nuestra atención de modo que podamos centrarla en una cosa concreta, como la clase de un profesor o leer un libro (Kosslyn, 1992). Sorprendentemente, el número de *inputs* que nuestra “sede central de la atención” capta como retroinformación *desde* el córtex es casi seis veces mayor que el *input* original desde la retina. Ese volumen de retroinformación activa ciertas neuronas selectivas a lo largo de las vías visuales para que reaccionen con menos frecuencia porque sus membranas están hiperpolarizadas para impedir el procesamiento normal. El funcionamiento correcto de la atención significa no sólo estimular a muchas neuronas nuevas sino también eliminar la información no importante. De algún modo, el cerebro corrige las imágenes recibidas para ayudarnos a permanecer atentos. Lo que vemos y en lo que nos fijamos es un acto equilibrador de dos direcciones: de construcción y mantenimiento-retroinformación de estímulos. Cuando estamos ignorando algo, el cerebro tiene un mecanismo innato para cancelar los *inputs*.

La susceptibilidad del cerebro para prestar atención está muy influida por la preparación. Es mucho más probable que veamos algo si se nos dice que lo

miremos o nos informen antes sobre su ubicación. Los métodos de creación de neuroimágenes han indicado una activación neuronal incrementada en los lóbulos frontales y cingular anterior cuando alguien está esforzándose mucho para prestar atención. En general, el lóbulo parietal derecho está implicado en los cambios de atención. Si una persona está buscando un libro de texto que dejó en el aula, su lóbulo frontal izquierdo dice a la zona media del cerebro cómo clasificar los datos de entrada. Ahí, el núcleo genicular lateral (NGL) suprime la entrada de todos los demás libros, carpetas, folletos, cajas y otros objetos con tamaño de libro que se parecen de algún modo a ese libro (LaBerge, 1995). Además, se orientará la atención a cualquier libro que sea similar a él. Probando incontables posibilidades en pocos segundos, el cerebro generalmente alcanza el objetivo: se encuentra el libro; en el caso contrario se dice que está perdido, entonces se puede retirar el interés o seguir buscando.

La atención selectiva depende de la supresión de los datos no relevantes y de la amplificación de los relevantes. En gran parte, los alumnos tienen éxito académico cuando poseen la capacidad de “sintonizar” como un aparato de radio en una “longitud de onda” centrada y exacta. Lo que está fuera de ese ancho de banda debe ser importante para captar su atención. Si se quiere lograr atención, hay que provocar un fuerte contraste respecto de lo que se estaba haciendo. Nos acostumbramos a un nuevo olor en pocos segundos, así que se necesita otro olor para captar nuevamente nuestra atención. Los profesores que alzan sus voces en un aula ya demasiado ruidosa pueden sentirse frustrados. Tiene más sentido utilizar un sistema de señales de alto contraste como una campanilla de mesa, un silbato de árbitro o un cambio espectacular de ubicación.

QUÍMICA DE LA ATENCIÓN

Los componentes químicos de nuestro cerebro son la verdadera savia vital del sistema atencional y tienen mucho que ver con aquello a lo que los alumnos prestan atención en la escuela. Dichos productos incluyen neurotransmisores, hormonas y péptidos. La acetilcolina es un neurotransmisor que parece estar vinculado con la somnolencia. En general, sus niveles son más altos al final de la tarde y durante la noche. Evidentemente, estamos más alerta con mayores niveles de adrenalina. Los investigadores sospechan que de todos los componentes químicos, la norepinefrina es el más implicado en la atención (Hobson, 1994). Los estudios indican que cuando estamos soñolientos o “fuera de onda”, nuestros niveles de norepinefrina son generalmente bajos; cuando estamos demasiado “hiper” y estresados, los niveles son demasiado elevados.

Bajo situaciones de estrés y amenaza, los productos químicos dominantes en el cerebro incluyen cortisol, vasopresina y endorfinas. Los dos primeros son particularmente importantes para nuestras respuestas al estrés y a la ame-

naza. Si un alumno está a punto de ser llamado al despacho del director, la respuesta del cuerpo al estrés y a la amenaza es intensa. El pulso aumenta, la piel se ruboriza y el cuerpo está “al límite”. Un cambio en los componentes químicos significa un cambio probable en las conductas. Por ejemplo, si se desea creatividad en los alumnos, un paseo, música, humor o contar historias sirven para sacarles de un estado de tensión.

CICLOS DE ATENCIÓN TIPO “MONTAÑA RUSA”

A veces nos damos cuenta de que tenemos altibajos de atención natural durante el día. Son ritmos ultradianos, uno de los ciclos clave de nuestro cerebro que dura entre 90 y 110 minutos. Eso significa que tenemos unos 16 ciclos durante un período de 24 horas. Lo extraño es que aunque estamos habituados al sueño “ligero y profundo”, raramente relacionamos esto con los típicos ciclos de vigilia y reposo altos y bajos durante el día. Algunos alumnos que están soñolientos en clase pueden estar tocando fondo en su ciclo de atención. Movimientos tales como estirarse o correr pueden ayudar a centrar la atención. Se debería alentar a los alumnos a ponerse de pie y estirarse, sin atraer la atención, si tienen sueño.

El cerebro cambia sus capacidades cognitivas en estos ciclos de altibajos. Hay literalmente un cambio en el flujo sanguíneo y en la respiración en estos ciclos que afecta al aprendizaje (Klein, Pilon, Prosser and Shannahoff-Khalsa, 1986). Nuestro cerebro se vuelve alternativamente más eficaz en procesar la información ya sea verbal o espacial. Estos períodos de eficacia alternante parecen estar correlacionados con un conocido ritmo, “el ciclo básico de descanso y actividad” (CBDA), descubierto hace algún tiempo mediante la investigación sobre el sueño. En estudios llevados a cabo por Raymond Klein y Roseanne Armitage, se sometió a prueba a ocho sujetos durante períodos de tres minutos cada quince minutos, durante una jornada de ocho horas, en dos tareas, una predominantemente verbal, y la otra, espacial. Las diferencias son significativas; el alza en tareas verbales pasó de una puntuación media de 165 a 213 respuestas correctas y una disminución simultánea de 125 a 108 en las espaciales (Klein y Armitage, 1979). Esta oscilación sugiere que obtendremos puntuaciones inferiores si sometemos a prueba a los alumnos en el momento incorrecto. Los portafolios que se elaboran a lo largo del curso, son más expresivos y exactos que una prueba “instantánea”, ya que pueden ofrecer promedios mejores en los altibajos. La fig. 5.2 representa los ciclos del cerebro durante el día y la noche. La fig. 5.3 representa la actividad eléctrica durante los estados de ondas cerebrales.

Las partes del día “bajas” en el ciclo de 90 a 110 minutos reflejan el mensaje de nuestros cerebros: “Tómeselo con calma”. Varios investigadores señalan que las pausas mentales de hasta veinte minutos varias veces al día incrementan la productividad (Rossi y Nimmons, 1991). En lugar de luchar contra

la falta de energía o de alerta, los educadores pueden sacar ventaja de ello. Pearce Howard (1994) dice que, en general, los trabajadores necesitan pausas de cinco a diez minutos cada hora y media. ¿Por qué los alumnos o el personal son diferentes? Ello encajaría en el “fondo” del ciclo de 90 a 110 minutos. En los centros de enseñanza secundaria, ir de un aula a otra no es un verdadero “tiempo de pausa” para la mayoría de los alumnos. Estos ciclos apoyan el uso del calendario por bloques de tiempo en esta etapa educativa. Con un bloque más amplio de tiempo, el profesor puede incluir actividades de pausa sin sentirse presionado para enseñar cada minuto.

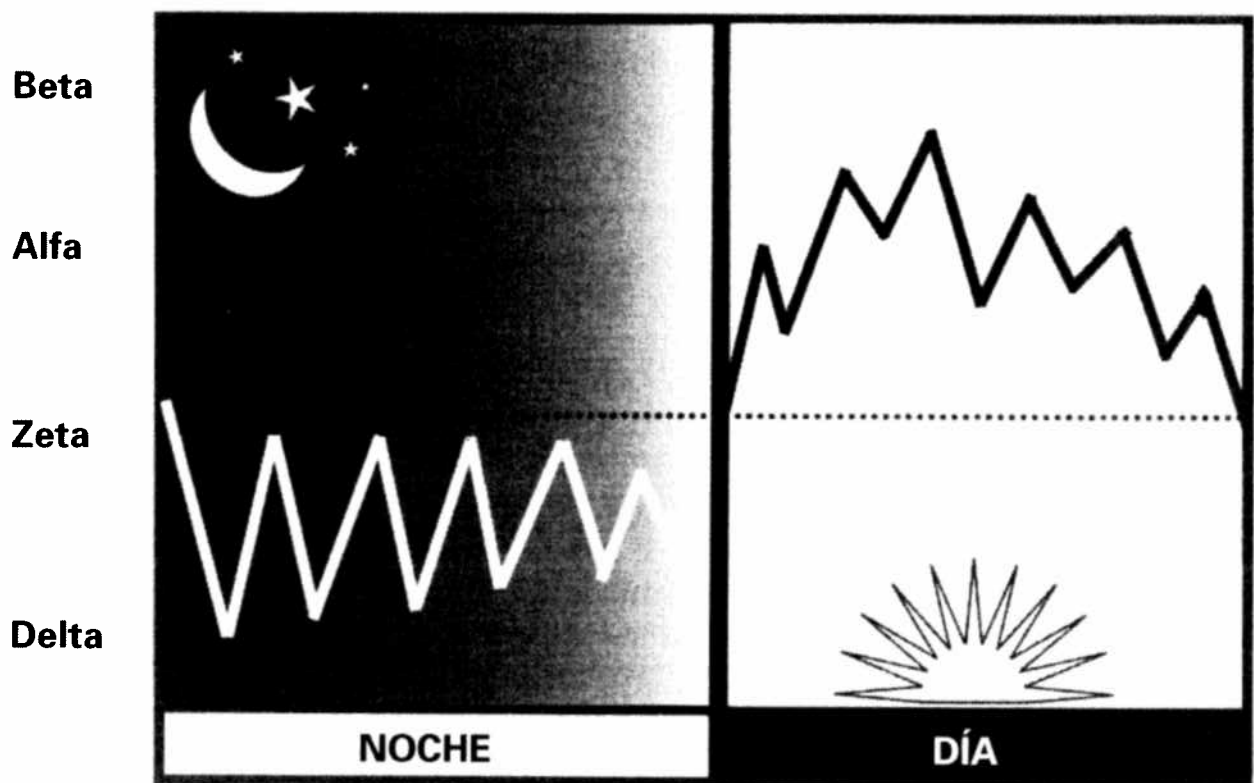
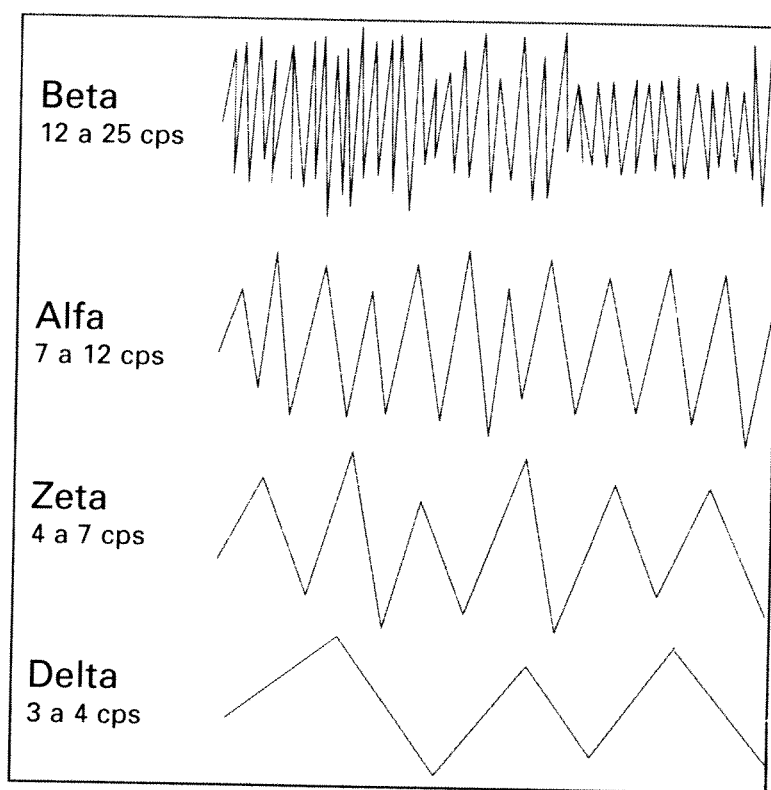


Figura 5.2. Los ciclos altos y bajos de 90 a 110 minutos del cerebro

LA FALTA DE ATENCIÓN O EL “TIEMPO DE PROCESAMIENTO”

En general, el cerebro funciona mal en un estado de atención continua de alto nivel. De hecho, la atención “externa” puede mantenerse en un nivel alto y constante durante sólo un corto espacio de tiempo, generalmente diez minutos o menos. Esto nos lleva a la pregunta biológica: “¿Qué beneficios adaptativos inteligentes podría haber en tener un abanico de atención más reducido?” Los investigadores sugieren que puede haber varias buenas razo-

nes. Se es capaz de reaccionar con rapidez a los predadores y a la presa, lo que nos permite actualizar nuestras prioridades reeligiendo el objeto de nuestra atención (LaBerge, 1995). Esto afirma el valor del tiempo de aprendizaje centrado, seguido por actividades difusas tales como la reflexión.



Beta: *Actividad alta:* debate, ejercicio, proyectos complicados, competición
Alfa: *Alerta relajada:* lectura, escritura, observación, resolución de problemas
Zeta: *Susceptibilidad profunda:* soñoliento, meditativo, tiempo de procesamiento
Delta: *No consciente:* sueño más profundo, "muerto para el mundo"

Figura 5.3. Los estados de ondas cerebrales son mediciones de actividad eléctrica (cps = ciclos por segundo)

En el aula, hay tres razones por las que la atención constante es contraproducente. Primero, gran parte de lo que aprendemos no se puede procesar de modo consciente; se produce con demasiada rapidez. Necesitamos tiempo para procesarlo. Segundo, para crear un nuevo significado, necesitamos tiempo interior; el significado se genera siempre desde dentro, no externamente. Tercero, después de cada nueva experiencia de aprendizaje, necesitamos tiempo para "imprimir" el aprendizaje.

De hecho, las nuevas destrezas físicas pueden necesitar hasta seis horas para consolidarse. Henry Holcomb, de la John Hopkins University, afirma que un nuevo aprendizaje contamina el proceso de la memoria. "Hemos

demostrado que el tiempo es un componente muy poderoso del aprendizaje," añade (en Manning, 1997). Nuestra capacidad visual, medida en bits por segundo y transportada por el nervio óptico, es de decenas de millones (Koch, 1997). Eso es muchísimo para procesarlo de modo consciente (Dudai, 1997). Para actuar o calcularlo todo, un alumno debe ir a la "atención interna" y abandonar esa "atención externa". No podemos procesarlo todo de modo consciente, así que el cerebro sigue procesando información antes y mucho después de que seamos conscientes de que estamos haciéndolo. Como consecuencia, muchas de nuestras mejores ideas parecen venir de manera espontánea. Como educadores, debemos permitir este tiempo creativo si queremos que se produzca un nuevo aprendizaje. Una vez que se produce, los profesores deberían recomendar actividades cortas como jugar a la pelota o dar un paseo que promueva la comunicación.

Los seres humanos son organismos que buscan significados. Pero aunque la búsqueda es innata, el resultado final no es automático. Dado que el significado se genera internamente, el *input* externo entra en conflicto con la posibilidad de que los alumnos puedan transformar lo que acaban de aprender en algo lleno de significado. Se puede captar la atención de los alumnos o ellos pueden estar elaborando significado, pero nunca las dos cosas al mismo tiempo. Por ello, los profesores podrían permitir a los alumnos hacer un corto debate después de introducir nuevo material para clasificarlo, generar preguntas y proponer posibles escenarios. Las sinapsis se refuerzan cuando se les da tiempo para que se solidifiquen las conexiones neuronales porque no necesitan responder a otros estímulos en conflicto. Los recursos celulares se pueden preservar y centrar en las uniones sinápticas fundamentales (Fig. 5.4).

Alcino Silva, del Cold Spring Harbor Laboratory, descubrió que los ratones mejoraban su aprendizaje con sesiones de entrenamiento cortas marcadas por intervalos de descanso (Lasley, 1997). Silva dice que el tiempo de reposo permite al cerebro reciclar un acrónimo de intercambio de proteínas que es fundamental para una formación de recuerdo a largo plazo. Otra investigación sugiere asimismo que los períodos de tiempo de procesamiento, como una "incubación" para el aprendizaje, resultan ideales (Scroth et al., 1993). Puede ser que el tiempo de reposo, que ahora sabemos que no es realmente eso, sea el más importante para el procesamiento de nueva información. El aprendizaje se puede volver más funcional cuando los estímulos externos se cortan y el cerebro puede vincularlo con otras asociaciones, usos y procedimientos. Este proceso de asociación y consolidación sólo puede producirse durante el tiempo de reposo, señala Allan Hobson, de la Universidad de Harvard. Este hallazgo sugiere que deberíamos disponer de varios minutos de tiempo de reflexión después de un nuevo aprendizaje. Escribir o discutir lo recién aprendido en pequeños grupos es bueno para que el cerebro aprenda.

Lo esencial es que los profesores fomenten el tiempo de procesamiento personal después del nuevo aprendizaje para que el material se consolide. La

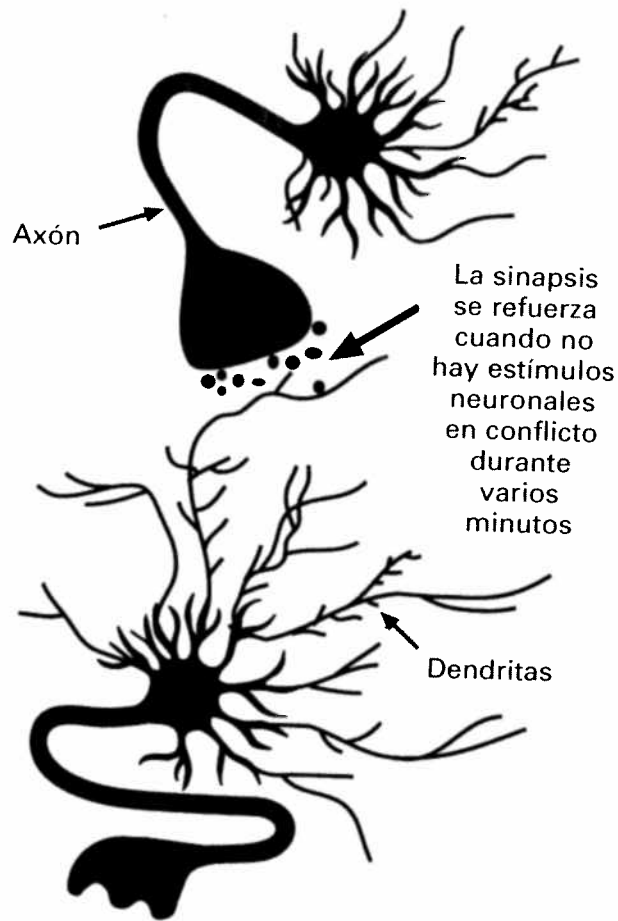


Figura 5.4. Dejar tiempo para que las conexiones del cerebro se consoliden

diversidad de opciones mencionadas refleja diferentes necesidades de los alumnos, estilos de aprendizaje e inteligencias. Incluir más contenido por minuto o pasar de una cantidad de enseñanza a la siguiente garantiza que se retenga poco. De hecho, muchos profesores que se quejan de tener que repetir tanto son los mismos que intentan introducir demasiada información. La cantidad de tiempo de procesamiento depende de la dificultad del material y de los antecedentes del alumno. Enseñar contenido nuevo y denso a alumnos novatos puede requerir un tiempo de procesamiento de 2,5 minutos cada 10 a 15 minutos. Pero un estudio del material ya conocido para alumnos bien entrenados puede requerir aproximadamente 1 minuto cada 20 minutos (Fig. 5.5.)

La vieja idea de la atención continua es también un problema para los profesores que necesitan más tiempo personal y mayor descanso de calidad durante el día. Con calendarios que raramente permiten disponer de más de un momento de soledad o tranquilidad, el estrés es lo habitual. Esta distribución del trabajo desorganiza los ciclos cerebrales del profesor. Para mantenerse alerta, los profesores se convierten a menudo en "adictos" a la cafeína, consumiendo continuamente café y bebidas suaves; por ello, tiene sentido que

 Aumenta la motivación intrínseca Capta la atención durante 10 a 90 minutos	 Aumenta la apatía y el resentimiento Capta la atención durante 10 minutos o menos	
<i>Elección</i>	<i>VS</i>	<i>Obligación</i>
Proporcionar elecciones: contenido, tiempo, compañeros de tareas, proyectos, proceso, entorno o recursos.		Dirigido al 100%, sin aportación del alumno, recursos limitados; por ejemplo: trabajar a solas.
<i>Relevante</i>	<i>VS</i>	<i>Irrelevante</i>
Hacerlo personal: relacionarlo con la familia, la vecindad, la ciudad, fases de la vida, amor, salud, y así sucesivamente.		Impersonal, inútil, fuera de contexto, y hecho sólo para superar una prueba.
<i>Comprometedor</i>	<i>VS</i>	<i>Pasivo</i>
Hacerlo emocionante, energético; físico; utilizar directrices impuestas y presión de los compañeros.		Desconectado del mundo real, baja interacción, lectura, trabajo sentado, ver vídeos.

Figura 5.5. Factores que influyen en la atención para el aprendizaje

busquen unos momentos de descanso, si es posible. Si no lo es, deberían reducir su ingesta de carbohidratos que induce a la somnolencia y permanecer tan activos físicamente como sea posible moviéndose, estirándose y respirando profundamente.

Edison era famoso por echar cortas y pequeñas cabezaditas durante el día. Algunos expertos en sueño animan ahora a los empleados a echarse una siesta diaria. Las oficinas de Nike en Beaverton, Oregón, tienen una “sala de relajación” para ello. Incluso la Federal Aviation Administration (FAA), que ha prohibido las “siestecitas” a los pilotos, está estudiando un plan para permitir la siesta energética. James Maas, investigador del sueño, de la Universidad de Cornell, prescribe una siesta vespertina de veinte minutos para combatir la fatiga. Maas señala que quienes lo hacen piensan con más claridad y trabajan mucho mejor que sus colegas agotados (Wallis, 1996). Para el profesor actual es bastante aceptable disponer de tiempo de descanso o para echarse

una pequeña siesta. Para los alumnos de ocho años o más, un “tiempo de libre elección” para descansar, durante quince minutos, podría permitirles cerrar los ojos, leer, reflexionar, escribir o dibujar. El componente fundamental del tiempo de descanso o del tiempo de procesamiento personal es la elección. Si un profesor emplea este tiempo para asignar tareas o proyectos con directrices, *no* hay descanso para el cerebro.

Cómo afecta la atención a la disciplina

Un aula que está abrumada por problemas de disciplina puede tener muchas causas ocultas. Uno de los primeros aspectos a tratar es la atención. Reduzcamos la longitud del tiempo de atención centrada, previsto o exigido. Recordemos que el cerebro humano falla en la atención ininterrumpida. Después de la enseñanza, el cerebro necesita tiempo para procesar y descansar. En un aula típica, esto significa: miniclases rotativas, trabajo en grupo, reflexión, trabajo individual y tiempo de proyectos en equipo.

Las causas del periodo atención corto están siendo examinadas actualmente por los neurocientíficos. La dopamina es un neurotransmisor conocido por regular la emoción, el movimiento y el pensamiento. Los investigadores han descubierto que hay un vínculo genético entre las conductas impulsivas, buscadoras de la novedad y no atentas y un gen receptor específico para la dopamina. Esos alumnos que tienen una secuencia más larga de ADN en este gen obtienen puntuaciones mucho más altas en las pruebas que miden la búsqueda de novedad y la impulsividad. Las implicaciones son significativas ya que la falta de control de algunos alumnos puede ser ocasionada por sus genes y no por una inadecuada competencia de los padres (Hittman, 1996). Los profesores deberían dejar a un lado la etiqueta de la “mala conducta” y tratar simplemente con la conducta. A veces, todo lo que se necesita es añadir estrategias de aprendizaje más activas.

Déficit de atención

Como hemos dicho, el cerebro está mal diseñado para la atención centrada y continua. Lo contrario, un exceso de atención, es asimismo una forma de déficit de atención. Intentar prestar atención a todo es tanto problema como no prestar suficiente atención cuando es oportuno. En Estados Unidos, el trastorno del déficit de atención (TDA) supone casi la mitad de todas las consultas psiquiátricas infantiles (Wilder, 1996). Los estudios indican que uno de cada veinte niños entre los seis y los diez años, y aproximadamente un 3% de todos los menores de 19 años toman medicamentos TDA tales como Ritalin o Cylert. Algunas escuelas tienen hasta un 10% de sus alumnos tomando Ritalin.

El TDA no deja de ser objeto de controversia. Aunque algunos investigadores creen que es un trastorno médico específico, otros consideran que la eti-

queta enmascara muchos otros problemas como deficiente audición, mala visión o nutrición inadecuada. En una muestra de 102 niños diagnosticados con TDA se halló evidencia de estructuras de atención más pequeñas en las zonas del lóbulo frontal derecho exterior y en los ganglios basales (Wilder, 1996). Se cree que esas dos zonas son esenciales para dirigir el centro de atención y bloquear las distracciones. Hay evidencia de una regulación incorrecta de la metabolización de la glucosa y del neurotransmisor norepinefrina. S. Milberger, J. Biederman y sus colegas del Hospital General de Massachusetts han descubierto una sorprendente conexión entre TDA y las madres fumadoras (George, 1996).

La investigación sugiere que se producen frecuentemente otros trastornos psiquiátricos junto con el TDA que dificultan la detección como la incapacidad para establecer buenas relaciones, ansiedad y estrés. Quienes sufren TDA son a menudo inquietos, con atención dispersa. El hecho de que los niños con TDA tengan problemas para centrar la atención y limitar los actos motores inadecuados no demuestra que no puedan prestar atención, sino que tienen dificultad para seleccionar qué estímulos de los que les ofrece el entorno son relevantes y cuáles no; esto les lleva a fijarse en todo. Continuamente se desconectan de una señal a favor de la siguiente. Su sistema está bajo de norepinefrina, así que la intervención médica (cuando sea oportuna) consiste en darles un estimulante del sistema nervioso central, como el Ritalin, que inhibe la reabsorción de dopamina y norepinefrina. Las medicaciones para TDA son generalmente anfetaminas, que refuerzan la “señal” de la información más importante y ayudan a inhibir algunos de los movimientos distractores. Los investigadores no están seguros respecto al porcentaje de niños con TDA que sigan padeciendo ese trastorno en la edad adulta. El modelo de Hill y Schoener predice una disminución del 50% cada cinco años, una vez superada la infancia (George, 1996).

La mayoría de los psiquiatras diagnostica actualmente los síntomas de TDA como “predominantemente falto de atención”, “predominantemente hiperactivo” o “combinado”. Las características más comunes, según los investigadores, es la “co-morbilidad”, es decir el fenómeno de hallar más de un trastorno psiquiátrico como trastornos de la conducta, ansiedad, y del aprendizaje (Biederman et al., 1996). Aunque en su mayoría, la comunidad médica ha diagnosticado como causa una mala paternidad, entornos inadecuados o carencia de nutrición, otros tienen opiniones contrarias. Uno de los más conocidos, Thomas Armstrong, autor de *The Myth of ADD*, sugiere que hay muchas otras variables, entre ellas podemos señalar un mal emparejamiento de los estilos de enseñanza y de aprendizaje (Armstrong, 1995).

Muchos investigadores creen que el TDA está diagnosticado en exceso. Con demasiada frecuencia se receta Ritalin pero igualmente podríamos lamentar los casos de niños que sufren TDA y no logran ayuda. Para ellos, la vida es una película de horror que no pueden evitar.

La detección y el diagnóstico del TDA es difícil. En primer lugar, muchos niños son diagnosticados como TDA cuando su problema puede ser aulas atestadas de alumnos, dificultades de disciplina, un profesor que exige una cantidad inadecuada de atención en el aula o una carencia de autodisciplina. Muchas veces, la dieta o las alergias son factores que contribuyen. Las mejores soluciones pueden ser asegurarse que el equipo de evaluación y el alumno hayan agotado las opciones no prescriptivas, incluido el cambio de aulas o de profesores. Cuando se emplean medicamentos, deberían ser controlados cuidadosamente para asegurar que los resultados respondan a las expectativas.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

La vieja idea respecto a la atención era intentar captarla y mantenerla. Hoy día, se puede tener del 20 al 40% del tiempo de atención de los alumnos y obtener resultados asombrosos. Sabemos cómo captar la atención: emplear el contraste. De hecho, casi todo lo que es nuevo llama la atención. Como bien saben los profesores, un estudiante que cuente un chiste, un visitante imprevisto, las amenazas, los golpes o los sonidos corporales captarán nuestra atención. Pero eso no es el tipo de atención en que pensamos.

El cambio de lugar es uno de los modos más fáciles para lograr la atención, porque el sistema de atención posterior de nuestro cerebro está especializado para responder al lugar más que a otros rasgos como el color, el tono, la forma o el movimiento (Ackerman, 1992). Por ejemplo, los profesores pueden moverse a la parte trasera o a un lado del aula durante la clase. Los alumnos pueden trasladarse al final del aula, al lado o incluso salir durante un momento. Es adecuado cambiar de aulas con otro profesor sólo para una clase o un día. Las excursiones son el mayor cambio de lugar y valen la pena cuando están bien organizadas.

En conjunto, el profesor deberá proporcionar un rico equilibrio entre novedad y tradición. La primera capta la atención y la segunda logra bajar el estrés. Para la primera, se puede emplear una pieza de música, traer a un orador invitado de la propia escuela, pedir a los alumnos que al día siguiente traigan algo que haga música, permitir que se organicen pequeños grupos de alumnos que aclaren dudas y refuercen la explicación, utilizar rituales divertidos para los comienzos y los finales de clase, y además fomentar la mayoría de los procedimientos y actividades repetitivos de aula. Una doble palmada puede introducir un importante resumen. Un cambio en el tono, ritmo, volumen o acento de la voz capta la atención. Los accesorios, los objetos que hacen ruido, campanas, silbatos, vestidos, música o canciones también ayudan a ello. Se pueden incluir rituales y posteriormente mezclarlos, como levantar una mano o un aplauso en grupo.

Estas sugerencias son para utilizarlas una o dos veces al día. Los profesores no tienen que convertirse en gente del circo. Por el contrario, en las mejores aulas, los alumnos son el “espectáculo”. Pero los profesores deben reconocer que los cambios constantes en el ritmo y el tiempo para la reflexión son fundamentales en la enseñanza. Una vez que se haya captado la atención, hay que aprovecharlo a fondo. De otro modo, habrá que comenzar de nuevo.

6

Cómo afectan las amenazas y el estrés a la atención

UNA PARTE del juramento hipocrático dice que la primera norma en medicina es no hacer daño a los pacientes. Esto puede aplicarse perfectamente a los educadores. El estrés excesivo y la amenaza en el entorno escolar pueden ser los principales causantes de un rendimiento académico débil. Ésta es una afirmación importante, pero cuando se comprenden las numerosas amenazas que pueden sufrir los alumnos y cómo reacciona el cerebro a cada una de ellas, dicha afirmación tiene sentido. Este capítulo se centra en la repercusión negativa de las amenazas y del elevado estrés sobre el cerebro, la conducta y el aprendizaje.

POR QUÉ FRACASAN LAS AMENAZAS

Las amenazas han servido durante mucho tiempo como arma para regular la conducta humana. Cuando la educación no era obligatoria, las amenazas eran menos importantes. Un alumno amenazado podría simplemente marcharse. Pero hoy día, los alumnos descubren que deben soportar amenazas porque su asistencia a la escuela es obligatoria por ley.

Las amenazas más corrientes de los profesores incluyen el paso a una clase de nivel inferior o la pérdida de los privilegios escolares. Retener al alumno después del horario se aplica sólo si el castigo es una experiencia desagradable que ayuda a modificar una conducta incorrecta. Muchos alumnos hacen un mejor uso de su tiempo quedándose después de las clases pero

para otros supone una experiencia desagradable; estos sentimientos “contaminan” las opiniones globales del alumno sobre el profesor, el aula y la escuela. Ese daño puede ser fatal para la motivación a largo plazo y para el estado de ánimo, así que generalmente no vale la pena causarlo. Muchos alumnos no responden al traslado a una clase de nivel inferior o a una pérdida de privilegios, de modo que esas amenazas pueden ser poco eficaces. En resumen, en un nivel puramente de conducta, las amenazas tienen poco sentido. Pero, ¿qué ocurre a nivel biológico?

ESTRÉS Y APRENDIZAJE

Cuando nos sentimos estresados, nuestras glándulas suprarrenales liberan un péptido denominado cortisol. Nuestro cuerpo responde con cortisol cuando se enfrenta a un peligro físico, ambiental, académico o emocional. Esto dispara una serie de reacciones físicas que incluyen la depresión del sistema inmunitario, la tensión de los grandes músculos, la coagulación de la sangre y una presión sanguínea más alta. Es la respuesta perfecta a la presencia inesperada de un tigre con dientes de sable. Pero en la escuela, ese tipo de respuesta genera problemas. Los niveles de cortisol altos crónicamente provocan la muerte de las células cerebrales del hipocampo, que es fundamental para explicar la formación de recuerdos (Vincent, 1990).

Estos cambios físicos son significativos. El científico Robert Sapolsky, de la Universidad de Stanford, descubrió que los niveles de atropina en el hipocampo de veteranos de la guerra de Vietnam con PTSD (trastorno de estrés post-traumático) oscilaban del 8 al 24% por encima de los del grupo de control. El estrés crónico debilita asimismo la capacidad de un alumno para seleccionar lo que es importante y lo que no lo es (Gazzaniga, 1988). Jacobs y Nadel (1985) sugieren que el pensamiento y la memoria se ven afectados bajo situaciones de estrés, la memoria cerebral a corto plazo y la capacidad para formar recuerdos a largo plazo se ven inhibidas.

Además, el estrés crónico hace que los alumnos sean más susceptibles a la enfermedad. En un estudio, los alumnos mostraban un sistema inmunitario deprimido en el momento de la prueba, ya que tenían niveles inferiores de un importante anticuerpo para luchar contra la infección (Jermott y Magloire, 1985). Esto puede explicar un círculo vicioso académico: más estrés en exámenes significa más enfermedad, lo que significa mala salud y pérdida de clases, lo cual contribuye a obtener puntuaciones inferiores en los exámenes. La figura 6.1 ilustra las diferencias entre una neurona estresada y una no estresada. La primera tiene menos dendritas y más cortas. Esta deficiencia afecta a las comunicaciones con otras dendritas. ¿Qué produce esta notable diferencia?

La posición social cambia tanto la actitud como las conductas. Una parte de la reacción del cuerpo y del cerebro a estos cambios son niveles más ele-

vados de serotonina y cambios en la estructura neuronal. Esta evidencia manifiesta la importancia de variar el liderazgo en los grupos de la clase.

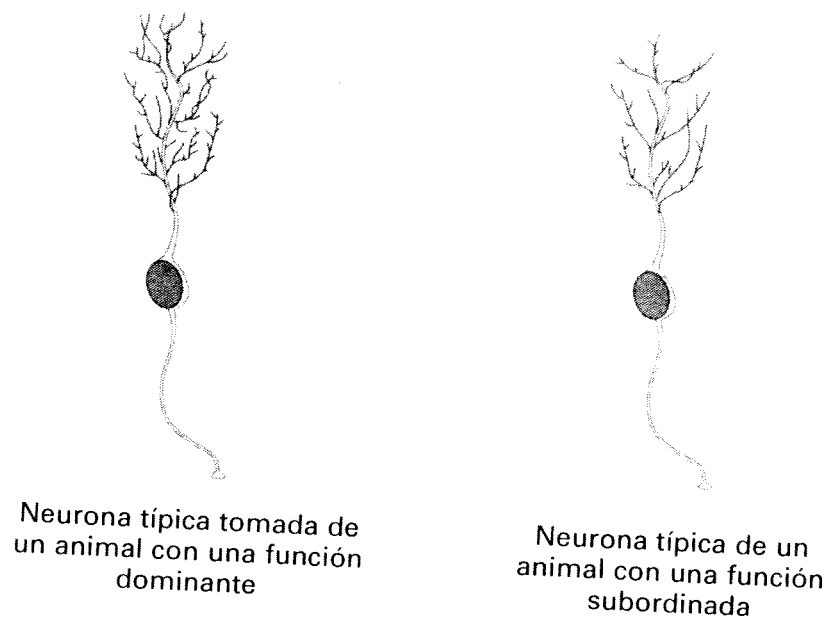


Figura 6.1. Cómo puede afectar el estrés social a las neuronas

Un entorno físico estresante va vinculado con el fracaso escolar. Las condiciones de hacinamiento, las malas relaciones entre los alumnos e incluso la iluminación pueden tener importancia. El óptico Ray Gottlieb señala que el estrés escolar produce problemas de visión. Esto, a su vez, debilita el rendimiento académico y la autoestima. Dice que, normalmente, un niño estresado contendrá la respiración y cambiará el modo en que se centra para adaptarse al estrés. Este modelo afecta al aprendizaje a corto y a largo plazo. Bajo situaciones de estrés, los ojos se vuelven más atentos a las zonas periféricas como un modo natural de distinguir primero a los predadores. Esto hace que sea casi imposible mantener centrada la atención en pequeñas zonas impresas. ¿Esto es una excepción?

Para descubrirlo, el psiquiatra Wayne London manipuló la iluminación en tres aulas de una escuela elemental de Vermont: la mitad tenía lámparas fluorescentes normales y la otra mitad tenía lámparas que simulaban la luz natural (luces de espectro total). Los alumnos de las clases con esta última forma de alumbrado perdieron el 65% menos de días de clase por enfermedad. Porque la iluminación fluorescente habitual tiene un parpadeo y un ruido que apenas se nota pero que es continuo. Apparently, el cerebro reacciona a ese estímulo visual-auditivo elevando los niveles de cortisol en la sangre y haciendo que los ojos parpadeen excesivamente, siendo ambos indicadores de estrés. En otro estudio, alumnos de la escuela elemental en aulas con luz natural perdían menos días de clase y mostraban mejores estados de ánimo (Edelston, 1995).

Utilizar ordenadores en el aula o visionar cintas de vídeo puede ser también estresante para los ojos, en todas las edades, pero, por una razón distinta, cuando los alumnos son pequeños. Sus globos oculares son muy blandos y pueden distorsionarse por la continua visión centrada a corta distancia, que es más dañina para los ojos que la visión lejana más relajada. El neurofisiólogo Dee Coulter dice que la tarea de mantener la vista centrada en una pantalla plana retroiluminada es estresante (McGregor, 1994). Muchos niños emplean hasta cinco horas diarias viendo la TV, entreteniéndose con videojuegos o utilizando un ordenador. Como consecuencia, los adolescentes necesitan gafas años antes de lo que era habitual, señala Coulter.

Las situaciones sociales también pueden ser una fuente de estrés. Aunque se liberan corrientemente hormonas del estrés tales como el cortisol, los niveles de serotonina también se ven afectados. Se han vinculado niveles inferiores de serotonina con las conductas violentas y agresivas. Por ejemplo, los alumnos que son “majísimos” en su vida hogareña y sólo “uno de tantos” en un aula, se vuelven más impulsivos. Algunos son una revelación cuando se les da papeles como jefes de equipo. Los estudios sugieren que la situación en el aula o las jerarquías sociales pueden cambiar y modificar la química del cerebro. Esto hace que sea importante cambiar los papeles con frecuencia para asegurar que todos tengan la oportunidad de dirigir y de seguir a un jefe.

Otra fuente de estrés ambiental es que nuestras predicciones raramente encajan con la realidad. Para los adultos, es un día lleno de insatisfacción, con ruido, conductores desorientados, fotocopadoras averiadas, colegas que olvidan sus promesas y problemas técnicos con los ordenadores. No es distinto para los alumnos. Una jornada escolar típica está llena de expectativas y decepciones, proyectos que no salen, puntuaciones que son inferiores a lo habitual y compañeros de aula que no actúan del modo previsto. Todos estos “problemas técnicos” pueden ser una fuente de estrés. El cerebro reacciona con frecuencia a tales hechos como amenazas. ¿Cuál es la solución? Aportar predecibilidad mediante las rutinas escolares y de aula. Un hecho predecible, tal como un documento devuelto cuando se prometió o una fiesta de compañeros para celebrar algo, tranquiliza al cerebro inquieto (Calvin, 1996).

Un poco de estrés no es necesariamente malo para el aprendizaje. En la Universidad de Stanford, Seymour Levine demostró que ratones jóvenes expuestos a experiencias de conmoción llenas de estrés actuaban mejor como adultos que los ratones del grupo de control no estresados (Thompson, 1993). Pero a los ratones no se les pedía escribir un documento de investigación. Esos estudios nos recuerdan que los militares son bien conocidos por crear a propósito entornos llenos de estrés. Los campamentos de la Marina exigen una lista interminable de acciones en grupo perfectamente llevadas a cabo. Para obligar a los reclutas a cumplir las normas, las amenazas de castigo físico son algo habitual (flexiones de brazos o de tórax, carreras, tareas adicionales). Pero todo este estrés provocado tiene una buena razón, ya que un com-

bate real es tan estresante como amenazador. Más importante es que rara vez se pide a los reclutas pensar de modo creativo, que se ve afectado negativamente por el estrés. En resumen, para la mayoría de las condiciones de aprendizaje, los niveles bajos a moderados de estrés son lo mejor. Un estrés o una amenaza fuertes no deben tener lugar en los centros docentes.

AMENAZA Y APRENDIZAJE

Se debería señalar que existen maneras diferentes de responder a posibles amenazas externas. Algunos se rinden a ellas, otros lo consideran un reto y hacen frente a la situación, y para otros son devastadoras. No obstante, el cerebro responde a las amenazas de modos predecibles. En el momento en que se detecta una amenaza, se pone a funcionar a fondo (Fig. 6.2).

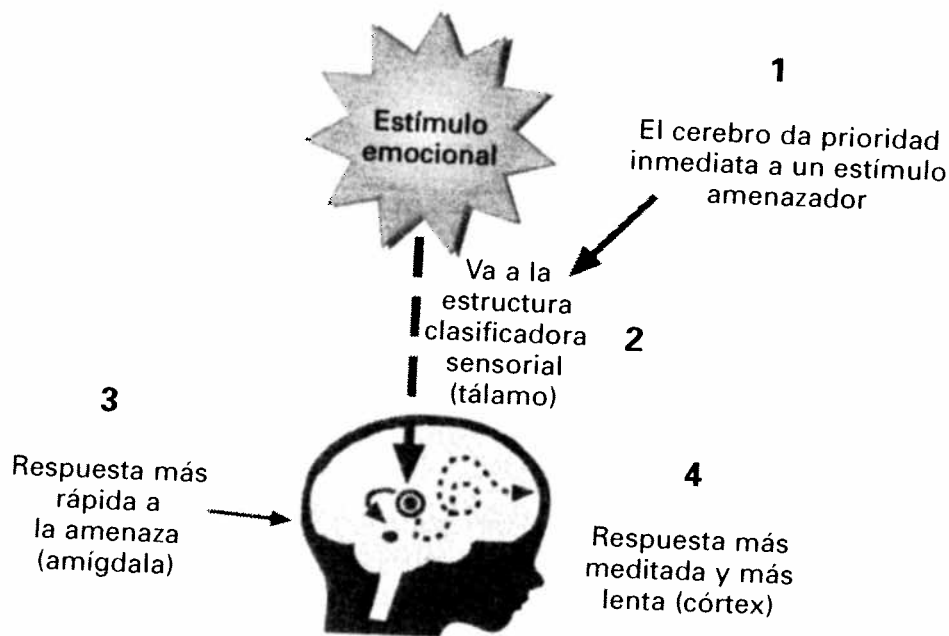


Figura 6.2. Reacción funcional simple ante la amenaza

La amígdala está en el centro de todas nuestras respuestas al miedo y a la amenaza (LeDoux, 1996). Centra nuestra atención y recibe *inputs* directos inmediatos del tálamo, del córtex sensorial, del hipocampo y de los lóbulos frontales. Las proyecciones neuronales (haces de fibras) de la amígdala activan entonces todo el sistema simpático. Normalmente, ello activa la liberación de adrenalina, vasopresina y cortisol. Estas hormonas modifican inmediatamente el modo en que pensamos, sentimos y actuamos. La figura 6.3 resume las vías biológicas más detalladas de estrés y amenazas.

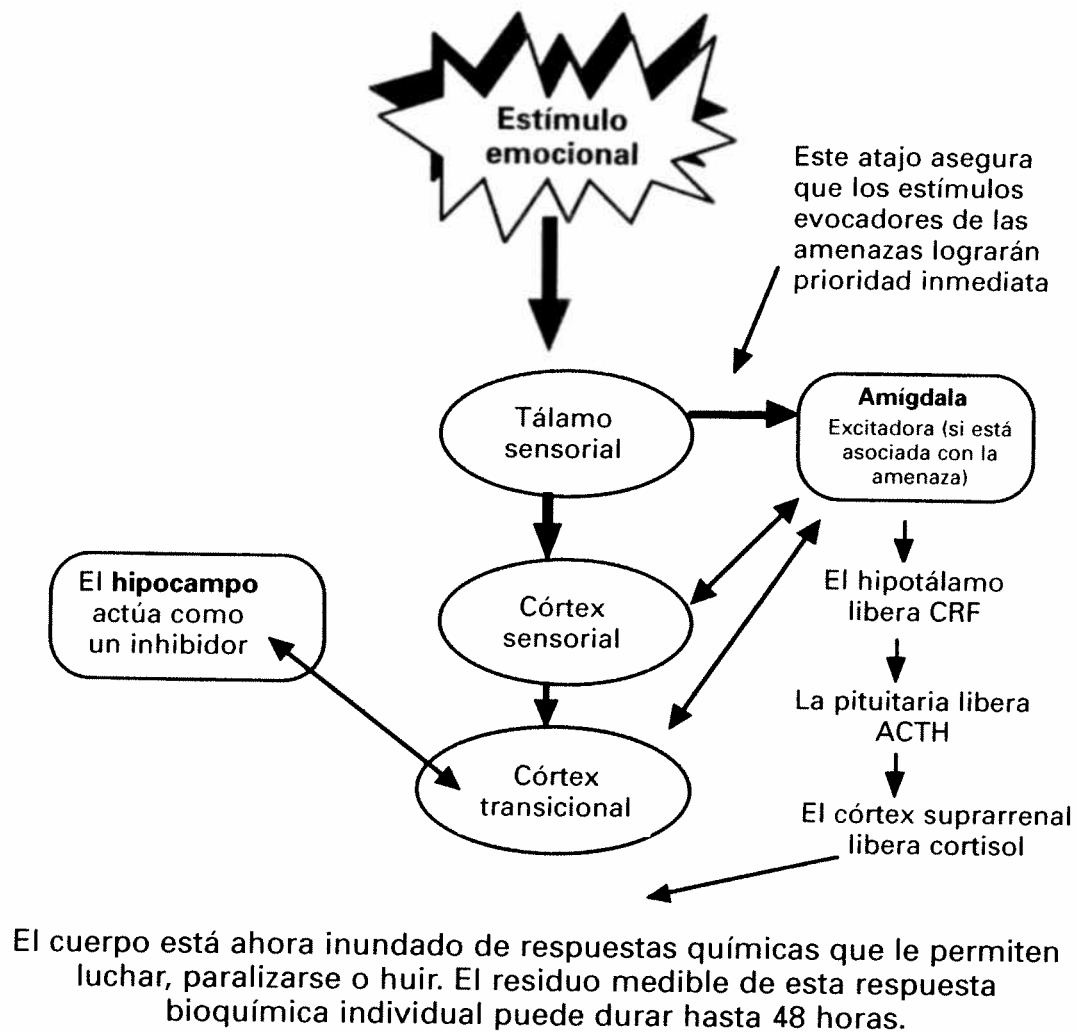


Figura 6.3. Vías complejas para la respuesta a la amenaza

Alan Rozanski (1988) indicó que incluso los comentarios hostiles y el sarcasmo pueden desencadenar irregularidades cardíacas en pacientes predispuestos a ellas. Investigaciones recientes revelan que los entornos amenazadores pueden incluso provocar desequilibrios químicos. La serotonina es el modulador definitivo de nuestras emociones y conductas ulteriores. Cuando los niveles de serotonina disminuyen, suele aumentar la violencia. No sólo estos desequilibrios pueden provocar una conducta impulsiva y agresiva, sino que también pueden llevar a una vida de violencia.

Los alumnos que han tenido una exposición temprana y constante durante su infancia a la amenaza y a un alto estrés, particularmente los que han venido de familias violentas, son con frecuencia aquéllos para quienes resulta más difícil captar la atención. Su visión y su voz cambian constantemente, explorando el aula en busca de predadores o “presas” potenciales. A menudo atacan a otros alumnos como un modo de establecer “rango”. Este territorialismo es el origen de los comentarios que algunos niños hacen a otros: “¡No

me mires de ese modo!". Lo que están haciendo es evitar posibles problemas. Sus receptores cerebrales se han adaptado a una conducta orientada a la supervivencia. Aunque esta conducta produce profesores frustrados, tiene sentido para el estudiante cuya vida parece depender de ello.

La lista de posibles amenazas para los alumnos es interminable. Pueden existir amenazas en el hogar o en el camino a la escuela, en los pasillos y en el aula. Las amenazas podrían incluir un padre demasiado tenso que intimida con violencia, una pérdida de privilegios en la escuela o en casa, un amigo o una amiga que amenaza con romper la relación o un matón que lanza insultos en los pasillos. En el aula, podría ser un compañero agresivo o un profesor desconocido que amenaza a un alumno con la humillación o el bochorno ante los compañeros. Cualquiera de estos hechos y otros muchos más no deberían repetirse a menudo porque pueden poner en alerta al cerebro. Las amenazas activan los mecanismos de defensa y las conductas adecuadas para la supervivencia, pero son pésimas para el aprendizaje.

Las amenazas suponen otros costes. Se obtienen conductas predecibles viscerales o instintivas cuando el cerebro siente cualquier amenaza que produzca indefensión. La supervivencia pasa siempre por encima de la detección de modelos y la resolución de problemas complicados. Los alumnos son menos capaces de comprender las conexiones o detectar mejores niveles de organización. Este hecho tiene tremendas implicaciones para el aprendizaje, que se reduce a la memorización de hechos aislados. Los alumnos con menor estrés pueden tener relaciones, comprender grandes teorías de fondo e integrar una mayor variedad de material. El estrés, la amenaza y la indefensión aprendida del alumno deben ser eliminadas del entorno para lograr un máximo de rendimiento (Fig. 6.4).

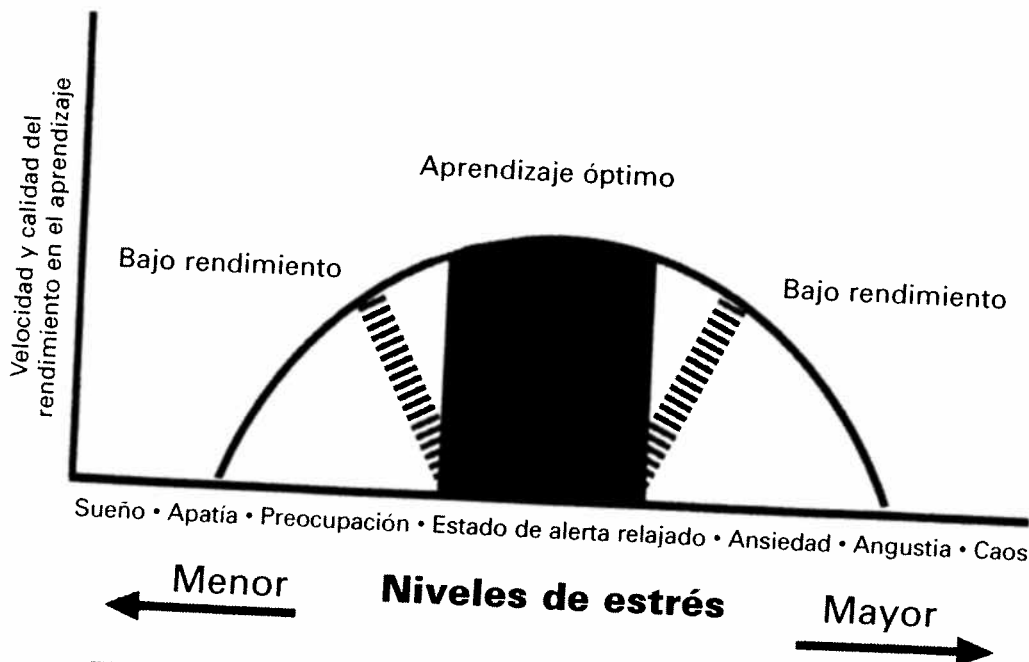


Figura 6.4. Repercusión del estrés sobre el rendimiento en el aprendizaje

INDEFENSIÓN APRENDIDA

Al contrario de un estado de baja motivación *temporal*, la indefensión aprendida es una situación crónica y devastadora. A menudo se diagnostica en exceso, pero aun así merece la pena estudiarlo. Vemos sus síntomas en comentarios de alumnos: “Soy tonto ¿por qué preocuparme?”. Los alumnos muestran una apatía casi total y una persistente pasividad. La indefensión aprendida es rara en la mayoría de las aulas pero, cuando se produce, es bastante desalentadora. Existe indefensión aprendida cuando aparecen las siguientes situaciones:

- **Trauma.** El alumno está en una situación que implica un hecho importante no controlable. Aunque los hechos más corrientes son una amenaza o un trauma grave, la indefensión aprendida se producirá incluso si el hecho no controlable es positivo o neutral (Peterson, Maier y Seligman, 1993). Este podría ser verbal, físico o psicológico. Lo que *no* se calificaría como tal sería una situación donde un profesor dice educadamente a un alumno que se tranquilice o tendrán una conversación en privado después de la clase. Normalmente nos referimos a la presencia de un “matón” en los pasillos, una vida familiar agobiante o un profesor insensible que abochorna o humilla a un alumno ante los compañeros. En ciertas condiciones, el trauma se puede producir de modo secundario. Por ejemplo, cuando hay una pelea en una escuela, los equipos orientadores deben a menudo ayudar a los alumnos que contemplaron la situación traumatizante.
- **Ausencia de control.** El alumno debe haber tenido la experiencia de *no controlar* la amenaza traumática y no tener destreza para manejarla. Un ejemplo puede ser el alumno al que se manda callar en clase y se siente inmovilizado por la vergüenza. Esto es distinto al caso de un alumno que desarrolla capacidades para afrontar problemas y elabora decisiones favorables. Algunos expertos aducen que pedir a los alumnos que hagan tareas para las cuales carecen de recursos puede también contribuir a la inhibición.
- **Decisión.** El estudiante toma una decisión paralizadora para explicar el hecho y su reacción se caracteriza por frases de tipo: “No puedo hacer nada ahora” o “Lo lamento” o “Tengo mala suerte”. Estas conclusiones acaban por crear una expectativa negativa respecto al futuro y el resultado es no actuar. Pueden también surgir de críticas repetidas del profesor tales como: “Eres un caso perdido” o “No lo intentas” (Peterson et al., 1993).

¿Qué alumnos son los más susceptibles a la indefensión aprendida? Los alumnos en riesgo, —que proceden de situaciones familiares amenazadoras y de conductas agresivas en el aula—, pueden ser probablemente los más afec-

tados. Esto sugiere que se podría mirar de otro modo la denominada “ausencia de motivación” en el alumno desanimado. Los chicos que *parecen* ser los más capaces de afrontar el fracaso, los que son extrovertidos y expresivos pueden, de hecho, ser los más incapaces de solucionar una situación así.

Biología de la indefensión aprendida

Aquí la evidencia es innegable. Ciertos traumas pueden literalmente reactivar el cerebro. Las tensiones que recaen sobre los alumnos por la ausencia de control “son tan potentes que alteran la actividad de casi todos los neurotransmisores en alguna parte concreta del cerebro y de algún neurotransmisor en casi todas las partes del cerebro”. (Peterson et al., 1993). Los científicos han recopilado gran cantidad de “sospechas biológicas probables”, pero aun así, no acaban de recogerlas todas. Es como si supiesen las notas pero no conociesen toda la sinfonía. Cuando se da una situación grave, es necesaria la intervención. Algunos alumnos pueden ser ayudados con fármacos, ya sean estimulantes o depresores.

Una serie de experimentos con animales (Maier y Geer, 1968) destaca la importancia de la ausencia de control. Se colocaron perros en jaulas separadas. Se les aplicaron descargas eléctricas suaves a través del suelo de la jaula, sin posibilidad alguna de huir; una vez que su resignación se hizo crónica, se eliminó la sacudida en la mitad de la jaula. El perro fue entonces arrastrado hasta la zona segura, pero volvió inmediatamente al lado afectado por las sacudidas y se acurrucó nuevamente con miedo. Esto es similar a un alumno que ha aprendido a fracasar y simplemente no quiere siquiera intentarlo.

¿Cuánto tiempo se necesitó para hacer que el perro volviese a tomar decisiones? ¿Cinco o diez intentos? “Después de ser arrastrado de 30 a 50 veces, los perros comenzaron a responder por sí mismos”. (Peterson et al., 1993). Quien crea que los seres humanos son distintos, debe pensar bien en ello. Cuando el cerebro ha tenido una experiencia así, cambia la vida. Para verlo basta con visitar una casa de acogida para mujeres maltratadas o dirigirse a la mayoría de los centros de educación secundaria, donde hay muchos alumnos que dicen: “No me importa y no me preocupa”. Sin saber, los profesores abandonan a estos alumnos después de cinco o diez intentos positivos. De hecho, los estudiantes que han aprendido a sentirse indefensos pueden necesitar docenas de intentos de elección positiva antes de poder movilizarse de nuevo. El cerebro debe reactivarse para cambiar la conducta.

Sorprendentemente, una sola exposición al trauma puede producir cambios en los receptores del cerebro. Hay que recordar, no obstante, que es el control lo que está en el centro de la indefensión aprendida, que tiene poderosas consecuencias biológicas. Si el alumno se halla en una situación traumática y toma decisiones, no estará en buenas condiciones para hacerlo. Esto puede ser el motivo de que las reformas educativas hayan propugnado la idea

del control del alumno. En una escuela típica, casi todas las decisiones, desde el tiempo de aprendizaje hasta el trabajo compartido, están dictadas y gestionadas fuera del control del alumno.

Resultados de la indefensión aprendida

¿Qué conclusiones se pueden extraer de estos cambios biológicos? Dos investigadores, P. Villanova y C. Peterson (mencionados en Peterson et al., 1993) analizaron 132 estudios de indefensión aprendida que incluían a varios miles de sujetos humanos. Una parte del análisis comparaba los efectos de las personas respecto al de los animales. El estudio señala: "Los cálculos sugieren que el efecto en las personas puede ser incluso mayor que el efecto análogo en animales..." (p. 107). La experiencia humana con hechos incontrolables trastorna el rendimiento en las tareas de examen. La resolución debilitada de problemas es sólo la punta del iceberg. Las palabras que los autores emplearon para describir la repercusión no eran triviales: "moderado" y "significativo". En "lenguaje de investigador", estas palabras indican datos abrumadores. La sugerencia es que podríamos adoptar medidas enérgicas para reducir la aparición de las situaciones de indefensión aprendida y ser proactivos al tratar tales situaciones.

Las respuestas emocionales suscitadas en los sujetos varían desde la ansiedad hasta la ira y la depresión. Los seres humanos que fueron estimulados para provocarles indefensión se volvían frecuentemente ansiosos, deprimidos e inquietos; asimismo, Trice (1982) comprobó que la exposición a la indefensión incrementaba la probabilidad de humor mordaz, frente al humor inocente. Algunos profesores emplean un sarcasmo excesivo y hacen comentarios dañinos a los demás. Los alumnos pueden quedarse indefensos cuando se les pide que trabajen (incluso en grupo) en tareas que no pueden resolver. Esto es un ejemplo de que la indefensión aprendida no siempre requiere un hecho traumático inicial (Peterson et al., 1993). Por suerte, las estrategias específicas pueden reducir el estrés, eliminar la amenaza y descartar la indefensión aprendida.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Hay dos planteamientos para *reducir el estrés en los alumnos*. Uno es manejar las situaciones que pueden producirlo, y el otro es emplear estrategias personales mediadoras que lo liberen: Ayudar a los alumnos a aprender lo que induce al estrés y qué hacer al respecto. Enseñarles técnicas de manejo del estrés tales como la organización del tiempo, respiración, la función de los momentos de descanso, formas de relacionarse y lograr apoyo de los compañeros. En el aula, el estrés se podría eliminar mediante la dramatización, apoyo de los compañeros, juegos, ejercicio, debates y celebraciones. El ejerci-

cio físico provoca la liberación de un factor neurotrópico derivado del cerebro (BDNF) que aumenta la comunicación neuronal, eleva el estado de ánimo y ayuda en la formación de recuerdos a largo plazo (Kinoshita, 1997). Un factor neurotrópico es cualquier agente que afecta al funcionamiento del cerebro. Estos incluyen factores internos tales como las hormonas o agentes externos tales como la cafeína o el valium.

Si un profesor tiene poco control sobre el entorno exterior, debe establecer el momento en el que comienza el tiempo de transición entre clases. Ello permite a los alumnos distanciarse de posibles peligros (un bravucón en el pasillo, peleas en el camino a la escuela, amenazas al ir a la clase). Además, este tiempo podría incluir un cambio de postura física, baile, manualidades, un juego o un paseo. Podría ser interpersonal: un debate de grupo pequeño o grande, o con un compañero. Finalmente, podría ser personal: redacción de boletines, reflexión y escritura creativa.

Conviene reducir las amenazas de otros alumnos en clase fijando expectativas claras respecto a la conducta en el aula. Los tipos de función captan la inteligencia emocional: debatir y utilizar estrategias de resolución de conflictos. Seguir y hacer cumplir las normas de aula; hablar sobre qué lenguaje es adecuado para utilizarlo en la escuela; dejar a los alumnos interpretar si sus conductas son aceptables o inadecuadas; fomentar el compañerismo, grupos de trabajo y equipos; cambiarlos cada tres a seis semanas para asegurar que todos tengan una oportunidad de encontrarse y trabajar con los demás en una diversidad de papeles de liderazgo y de apoyo.

Hay que ejercer una especial vigilancia para reducir las amenazas. Evitar mantener directrices poco realistas simplemente diciendo durante una actividad: "¿Cuántos de vosotros creen que el plazo fijado de una semana es suficiente?". Indicar lo que se quiere sin añadir una amenaza al final. En vez de decir: "Kenny, déjalo o tendré que pedirte que te quedes después de la clase", indicar: "Kenny nos falta tiempo hoy. ¿Puedes dejarlo, por favor?" No amenazar las malas conductas con ir al despacho de Dirección. O bien se envía a alguien, o no. Implicar a los alumnos en la disciplina de la clase para que los compañeros pueden ayudar en este proceso.

También hay que evitar señalar con el dedo. Conviene ayudar a los alumnos a localizar recursos clave, como materiales y compañeros de trabajo; ayudarles a fijar objetivos específicos, realistas y medibles. Finalmente, preguntarles qué están logrando en su aprendizaje aunque sea de manera indirecta. Es importante que el profesor muestre una disposición a escucharles y aprender de ellos. A medida que les incluya en la planificación, la participación, el estado de ánimo de los alumnos mejorará y sus peticiones de cambio serán más razonables.

Hay algunas estrategias eficaces para reducir la repercusión de la indecisión aprendida. Por suerte, los efectos destructivos desaparecen a menudo

con el tiempo, indican Young y Allin (1986). Cuánto tiempo se necesitará, depende de muchos factores, incluyendo la frecuencia con la que el agente provocador de estrés se dispara de nuevo, y si se administra alguna "terapia" de intervención. Puede variar, desde unos pocos días hasta varios años. Es fundamental que los educadores reconozcan la situación pronto. ¿Por qué? Los alumnos pueden ser "inmunizados" de manera sorprendente, contra la indefensión aprendida (Altmaier y Happ, 1985). El proceso es sencillo, pero no es fácil.

Hay que ayudar a los alumnos a ver la conexión entre sus acciones y los resultados. Aportarles ricas experiencias de elección en la escuela, particularmente en situaciones estresantes. Si un examen pendiente se está convirtiendo en algo paralizador, hay que convertirlo en un momento "de enseñanza". También es conveniente explicar a los alumnos cómo reaccionan nuestros cuerpos ante el estrés, proporcionarles modos de eliminar estrés, así como opciones y recursos para alcanzar sus objetivos académicos. La visualización, la gestión de una tarea propia creativa y las estrategias para la realización de exámenes pueden ser de utilidad. Los alumnos podrían necesitar saber cómo gestionar mejor su tiempo, encontrar información en el aula de medios de comunicación u organizar sesiones de estudio con un compañero.

Asimismo, hay que animar a los estudiantes a explorar posibilidades alternativas de explicar un fracaso aparentemente pequeño. Por último, ponerles en situaciones en que puedan aprender a movilizarse ante la amenaza. Las actividades y los deportes de equipo pueden ser útiles, al igual que el teatro o la representación con actuaciones públicas.

La biología nos está dando otro medio de afrontar algunos de los problemas persistentes que los educadores afrontan. El exceso de estrés nos ayuda a comprender por qué tantos estudiantes tienen problemas para distinguir entre lo que es importante y lo que no lo es. El estrés provoca problemas de salud, un deficiente reconocimiento de modelos y un debilitamiento de la memoria. La repercusión de la amenaza nos recuerda que debemos tener cuidado. No podemos permitirnos pasar por alto las amenazas del entorno y ciertamente debemos eliminar nuestras propias conductas y políticas amenazadoras.

7

Motivación y recompensas

CASI TODOS LOS EDUCADORES tratan el tema de la motivación. De hecho, en las primeras semanas de asistencia a la escuela, los profesores suelen agrupar mentalmente a los alumnos en las categorías de “motivados” y “no motivados”. El resto del año escolar confirma, generalmente, estas percepciones iniciales de quién está “dispuesto a aprender” y quién no lo está. Se presenta un conjunto de instrumentos, estrategias y técnicas a una audiencia hambrienta de educadores frustrados que trabajan con alumnos “difíciles” o perpetuamente “no motivados”.

¿Nuestra nueva comprensión del cerebro nos dice algo acerca de la motivación del alumno? ¿Existe realmente un alumno no motivado? ¿Por qué algunos alumnos están intrínsecamente motivados? ¿Y qué nos dice la investigación sobre el cerebro acerca de emplear recompensas? Aunque el capítulo anterior se centró en la función del estrés y de la amenaza, también resaltó la desmotivación crónica, la condición denominada “indefensión aprendida”. Este capítulo se centra en las dificultades de la motivación *temporal*, la función de las recompensas y el desarrollo de la motivación intrínseca.

ESTUDIANTES Y MOTIVACIÓN

La popularidad del conductismo en los años cincuenta y sesenta inspiró a una generación de educadores para aplicar las recompensas como una estrategia de aprendizaje. En esa época sabíamos muy poco acerca del cerebro y las

recompensas parecían algo barato, inocuo y, con frecuencia, efectivo; pero había más instrumentos para el empleo de recompensas de lo que creía la mayoría de los educadores. De modo sorprendente, gran parte de la investigación original realizada por Watson y Skinner se malinterpretó.

Por ejemplo, las recompensas de estímulo y respuesta popularizadas por el conductismo eran eficaces sólo para acciones físicas sencillas. Pero las escuelas intentan a menudo recompensar a los alumnos mediante la resolución de problemas cognitivos desafiantes, la escritura creativa y el diseño y ejecución de proyectos. Existe una enorme diferencia en cómo el cerebro humano responde a las recompensas para tareas de resolución de problemas sencillos y complicados. Las recompensas a corto plazo pueden estimular temporalmente las respuestas físicas sencillas, pero las conductas más complicadas se ven generalmente debilitadas, y no ayudadas, por las recompensas (Deci, Vallerand, Pelletier y Ryan, 1991; Kohn, 1993).

Además, los conductistas formularon una hipótesis sesgada: que el aprendizaje depende primordialmente de una recompensa. De hecho, los ratones —al igual que los seres humanos— buscarán reiteradamente experiencias y conductas sin recompensa o impulso percible alguno. Los ratones de los experimentos respondían positivamente a la simple novedad. Es de suponer que la búsqueda de novedades podría llevar a nuevas fuentes de alimento, seguridad o cobijo, para la preservación de la especie. La elección y el control sobre su entorno producía conductas más sociales y menos agresivas (Mineka, Cook y Miller, 1984). ¿Es posible que la curiosidad o la mera busca de información puedan ser valiosas por sí mismas? Los estudios lo confirman, y los seres humanos se sienten felices de buscar la novedad (Restak, 1979).

Todos hemos buscado soluciones para los alumnos “motivados”. La promesa a largo plazo de mejores cursos, agradar a los demás, la graduación y el futuro empleo son “ganchos” bastante comunes. A corto plazo, los profesores ofrecen elección, privilegios y ascensos. Estos tipos de recompensas parecen funcionar con algunos alumnos, pero no con todos. Un estudio de 849 alumnos de 8º curso en Los Angeles descubrió que lograban notas un 13% mejores cuando se les ofrecía un dólar por cada respuesta correcta en un examen nacional de Matemáticas. Este estudio sugiere, entre otras cosas, que algunos alumnos pueden conocer realmente el material pero que no están motivados para demostrarlo, según Harold O’Neill, investigador de dicho estudio (Colvin, 1996).

Un alumno puede hallarse momentáneamente en un estado apático, o la desmotivación puede ser crónica y debilitadora. Se necesita un poco de investigación para establecer la distinción entre ambas situaciones. Si el alumno entra y sale de los estados “motivadores” y ocasionalmente se dedica a aprender, ello es probablemente una situación temporal. Este estado tiene un enorme grupo de causas posibles, pero las soluciones son relativamente fáciles. La indefensión aprendida, la desmotivación más crónica y grave, es algo bastante diferente.

DESMOTIVACIÓN TEMPORAL

Los alumnos que van a la escuela cada día han demostrado cierta motivación. Después de todo, van a clase mientras los alumnos realmente no motivados aún están en la cama o en cualquier otro lugar excepto la escuela. A eso se debe que haya muy pocos alumnos no motivados. Al profesor le puede dar la impresión de que la escuela es el último lugar donde quieren estar pero, al menos, debería pensar que han ido a su clase. Y, lo más probable, es que no estén motivados *temporalmente*. ¿Por qué? Hay tres razones primordiales.

La primera tiene que ver con las asociaciones del pasado, que pueden provocar un estado negativo o apático. Estas asociaciones de recuerdos pueden acumularse en la amígdala, situada en el centro del área cerebral (LeDoux, 1996). Cuando se activan, el cerebro actúa como si el incidente estuviese ocurriendo en el momento. Se desencadenan las mismas reacciones químicas y se libera adrenalina, vasopresina y ACTH en la corriente sanguínea desde las glándulas suprarrenales.

La voz de un profesor, su tono o sus gestos pueden recordar a un alumno un profesor anterior que le desagradaba. Los fracasos pasados pueden provocar malos sentimientos, así como recordar fallos, bochornos o equivocaciones “catastróficas” en clase. Una amenaza significativa original puede volverse a desencadenar por una incidencia mucho menor (Peterson, Maier y Seligman, 1993).

Hay una segunda razón más actual y ambiental. Los alumnos pueden sentirse no motivados ante estilos de enseñanza inadecuados, una carencia de recursos, barreras del lenguaje, una ausencia de elección, prohibiciones culturales, miedo al ridículo, falta de información, mala nutrición, prejuicio, inadecuada iluminación, asientos malos, temperatura incorrecta, miedo al fracaso, falta de respeto, contenido irrelevante y muchas otras posibilidades (Wlodkowski, 1985). Cada una de estas causas puede tratarse como indican los síntomas. Si los alumnos son alumnos visuales, funcionarán mejor cuando más puedan ver, fijarse y seguir con su mirada. Si no pueden comprender el lenguaje del profesor, lo harán mejor cuando este dé comunicaciones no verbales intensas o cuando trabajen con los demás en un grupo cooperativo.

Un tercer factor en la motivación del alumno es su relación con el futuro. Esto incluye la presencia de objetivos claros y bien definidos (Ford, 1992). Las creencias del alumno (“Tengo la capacidad de aprender este tema”) y las creencias del contexto (“Tengo el interés y los recursos para triunfar en *esta* clase con *este* profesor”) también son fundamentales. Estos objetivos y creencias crean estados que liberan potentes elementos químicos cerebrales. El pensamiento positivo activa el lóbulo frontal izquierdo y generalmente desencadena la liberación de componentes químicos placenteros como la dopamina, así como opiáceos naturales, o endorfinas. Esta autorrecompensa refuerza la conducta deseada.

Los alumnos de cualquiera de las tres categorías antes mencionadas están simplemente en un estado temporal no motivado. Los estados son una instantánea del cuerpo-mente en un momento: equilibrio químico de su cerebro, temperatura del cuerpo, postura, modelo de visión, latido cardíaco, EEG y un grupo de otras medidas. Dado que en cualquier momento puede variar el estado de ánimo (feliz, hambriento, ansioso, curioso, satisfecho), el estado denominado apatía puede simplemente ser una de las muchas respuestas adecuadas al entorno. Al fin y al cabo, todos entramos y salimos de miles de estados cada día. Nuestros estados cambian con lo que comemos, la humedad, la fatiga, acontecimientos especiales, buenas o malas noticias, éxito y fracaso. En el aula, el profesor que comprende la importancia de los estados puede ser bastante eficaz. La apatía desaparece a menudo con una actividad sencilla que capta la atención, escuchar o compartir, o el empleo de actividades musicales o de grupo.

RECOMPENSAS Y CEREBRO

Dean Wittrick, jefe de la División de Psicología educativa en la Universidad de California, señala que la enseñanza actual en el aula se basa en una teoría sesgada. "Durante mucho tiempo, hemos supuesto que los niños deberían obtener una recompensa inmediata cuando hacen algo bien," indicó. "Pero el cerebro es mucho más complicado que la mayoría de nuestra enseñanza; tiene muchos sistemas funcionando en paralelo". El cerebro está perfectamente preparado para buscar la novedad y la curiosidad, abarcar la relevancia y disfrutar con la información de sus éxitos. Wittrick sugiere aplicaciones ampliadas de proyectos y resolución de problemas donde el proceso sea más importante que la respuesta. Esa es la verdadera recompensa (Nadia, 1993).

Aun así, el viejo paradigma del conductismo nos dice que, para aumentar una conducta, necesitamos simplemente reforzar lo positivo. Si aparece una conducta negativa, deberíamos ignorarla o castigarla. Esto es la perspectiva "fuera-dentro". Es como si nos fijamos en el alumno como sujeto de un experimento. Este planteamiento dice que si la desmotivación es una situación establecida, entonces existen causas y síntomas. Este modo de comprender la conducta en el aula parecía tener sentido para muchas personas. Pero nuestra comprensión de la motivación y de la conducta ha cambiado. Los gestos, los trucos y los puntos no tienen ya sentido cuando se comparan con alternativas más atractivas.

Los neurocientíficos adoptan un punto de vista distinto respecto a las recompensas. Primero, el cerebro aplica sus propias recompensas. Se llaman opiáceos, que se utilizan para regular el estrés y el dolor. Estos opiáceos pueden producir un estado natural alto, similar al de la morfina, el alcohol, la

nicotina, la heroína y la cocaína. El sistema de recompensas se encuentra en el centro del cerebro: el sistema de recompensas hipotalámico (Nakamura, 1993). El sistema productor de placer nos permite disfrutar de una conducta, como el afecto, el sexo, el entretenimiento, el cuidado o el éxito. Se le puede denominar un mecanismo de supervivencia a largo plazo. Es como si el cerebro dijese: "Eso era estupendo: ¡recordémoslo y hagámoslo otra vez!". Actuando como un termostato o un entrenador personal, el sistema encefálico recompensa ordinariamente el aprendizaje cerebral con excelentes sensaciones. Los alumnos que triunfan se sienten generalmente bien, y esa recompensa es suficiente para la mayoría de ellos. La figura 7.1 resume el sistema de recompensas internas del cerebro.

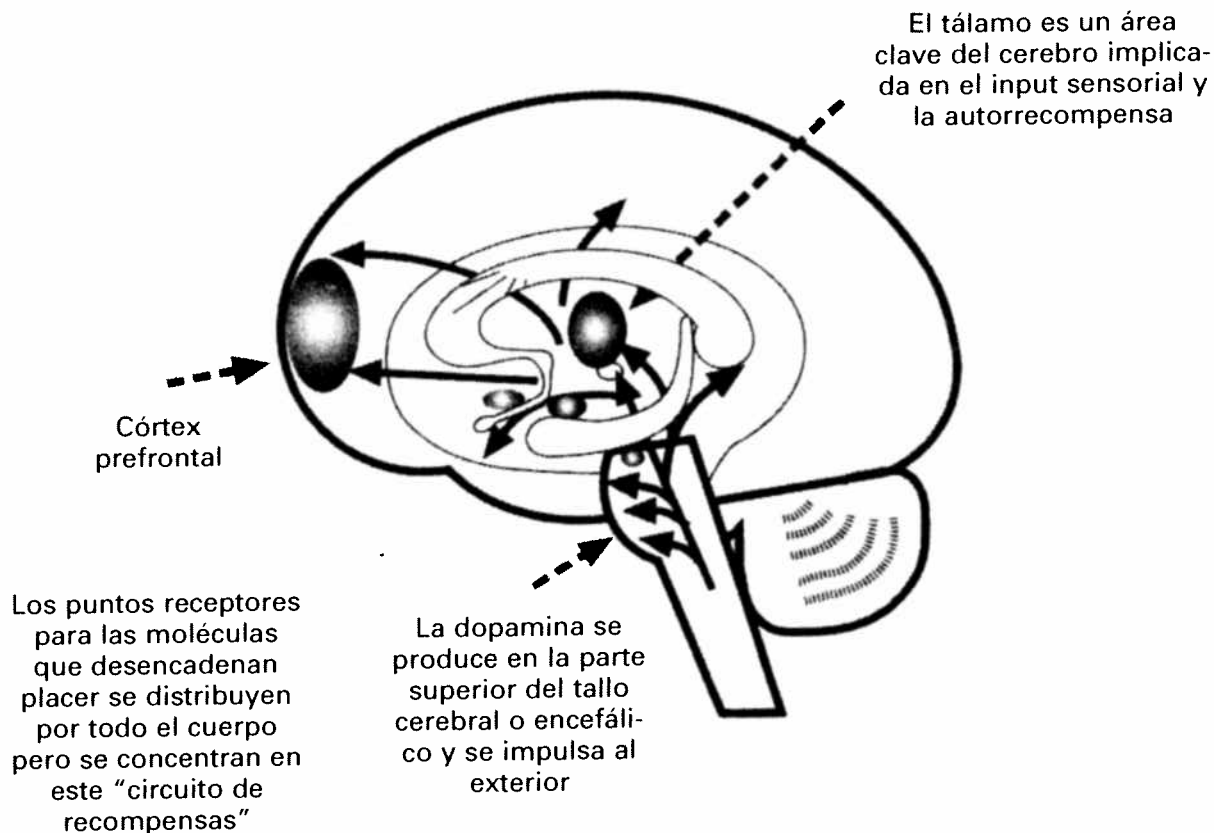


Figura 7.1. Sistema de recompensas internas del cerebro

¿Significa todo esto que las recompensas *externas* son también adecuadas para el cerebro? La respuesta es *no*. Ello se debe a que el sistema de recompensas internas del cerebro varía de un alumno a otro. Nunca lograremos disponer de un sistema idóneo. La respuesta de los alumnos depende de la genética, su química cerebral particular y las experiencias de la vida que han

modelado su cerebro de un modo único. Las recompensas actúan como un complejo sistema de neurotransmisores que se enlazan con puntos receptores en las neuronas. Estos puntos actúan como puertos para el amarre de las naves. Aquí, los neurotransmisores suministrarán, ya sea un mensaje excitador a un punto receptor NMDA (N-metil-D-aspartato) o un mensaje inhibidor a un receptor GABA (gamma-aminoácido butírico). Sin estos conmutadores “conectado” y “desconectado” en el cerebro, las células cerebrales se activarían de modo indiscriminado. Ello daría a todas las experiencias de la vida el mismo peso, y el aprendizaje se vería o bien debilitado de modo dramático o resultaría casi imposible. La mayoría de los profesores ha comprobado que la misma recompensa interna se recibe de modo distinto por dos alumnos diferentes. No obstante, cuando una experiencia de aprendizaje es positiva, casi todos los estudiantes responderán favorablemente según sus características biológicas únicas. Eso hace que las recompensas sean desiguales desde el principio.

Steven Hyman, de la Facultad de Medicina de Harvard, señala: “La inmunidad genética actúa a través del sistema de recompensas” (citado en Kotulak, 1996, p. 114). Pero los investigadores no están seguros de hasta qué grado. Las experiencias de la vida tienen una función incluso más importante. Bruce Perry, de la Universidad de Chicago, declara que las experiencias de la primera infancia que implican violencia, amenaza o un estrés significativo vuelven a activar el cerebro. Para sobrevivir, estos cerebros han desarrollado generalmente más puntos receptores para la noradrenalina. Las conductas incluyen el exceso de excitación, la atención intensa a claves no verbales y la agresividad. Pero en un aula no hay recompensa alguna por mostrar conductas impulsivas, amenazar a los demás o interpretar los gestos no verbales como agresivos. Los cerebros de estos alumnos no son recompensados por la satisfacción de terminar las tareas para casa, sino que han aprendido a prosperar simplemente sobreviviendo. Las estrategias de disciplina empleadas por la mayoría de los profesores serán insuficientes, a menos que comprendan por qué tales estudiantes se comportan de ese modo. Prosperarán cuando sean colocados en funciones múltiples de equipo y con un papel cooperativo, donde puedan ser tanto jefes como seguidores durante el mismo día. También necesitan destrezas de alfabetización emocional para leer las comunicaciones no verbales no amenazantes.

Desde un contexto social y educativo, ya se han estudiado las recompensas y, en gran medida, rechazado como una estrategia motivadora (Kohn, 1993). Pero los educadores no están de acuerdo en qué constituye una recompensa. Una definición útil es que las recompensas necesitan dos elementos: ser predecibles y que tengan valor de mercado. Digamos que una clase de una profesora plantea una representación teatral para la escuela y los padres una vez al año. Al final, el público ofrece una ovación, de pie. Los alumnos salen del escenario y la profesora, orgullosa, anuncia que va a llevar a todos a tomar

pizza. ¿Eso es una recompensa? No, es una celebración. Si ella hubiese dicho a los estudiantes, justo antes de subir el telón: “Si lo hacéis bien, todos recibiréis pizza”, habría una recompensa. Pizza, dulces, pegatinas, privilegios y títulos, todo ello tiene un valor de mercado. La investigación sugiere que los alumnos querrán cada vez que se repita la conducta, una recompensa más valiosa. Las recompensas aportan poco o ningún placer duradero. Amabile (1989) ha documentado ampliamente cómo el empleo de recompensas perjudica la motivación intrínseca. Aunque la mayoría de los centros docentes sabe que incluso las clases son en sí mismas una forma de recompensa, sólo unos pocos selectos han pasado a un sistema de crédito/no crédito.

PROMOVER LA MOTIVACIÓN INTRÍNSECA

Aunque ha estado de moda etiquetar a los alumnos como “motivados” o “no motivados”, la realidad es muy diferente. La mayoría de los estudiantes están ya intrínsecamente motivados; pero la motivación depende mucho del contexto. El mismo que es pasivo en una clase tradicional de Matemáticas, puede ponerse bastante enérgico cuando descubre los descuentos de la paga en su primer trabajo. Así, podemos inferir que hemos buscado la motivación en los lugares erróneos.

Esto puede llevar a muchos educadores a preguntar: “Si no podemos recompensar las conductas positivas, ¿cómo motivamos a los alumnos?” Quizá una pregunta mejor es: “Cuando los estudiantes están motivados, ¿qué ocurre en el cerebro?” o “¿Qué condiciones fomentan ese valioso impulso interno?”. Los investigadores nos dicen que existen varios factores: objetivos en conflicto, creencias positivas y emociones productivas (Ford, 1992). Cualquier debate sobre la motivación intrínseca debe incluir también la búsqueda natural del alumno y la posterior elaboración de significado. Este se estudiará en el capítulo siguiente. Aunque los neurocientíficos aún no han descubierto las correlaciones biológicas de los objetivos y las creencias, sabemos mucho acerca del poder de las emociones.

Las emociones del estrés y de la amenaza pueden movilizarlos o bien volverlos pasivos. En el lado positivo, varios neurotransmisores están implicados en la motivación natural e intrínseca. Si es una motivación cognitiva suave, podemos ver niveles incrementados de norepinefrina o dopamina. Si es una motivación más intensa y más activa, pueden ser los niveles incrementados del péptido vasopresina o de la adrenalina. La manipulación artificial de estos componentes químicos se produce con frecuencia mediante los medicamentos y los alimentos. En la escuela, los profesores pueden hacer muchas cosas para fomentar la liberación de esos componentes químicos motivadores. La figura 7.2 presenta cinco estrategias clave para ayudar a los alumnos a descubrir su motivación intrínseca.

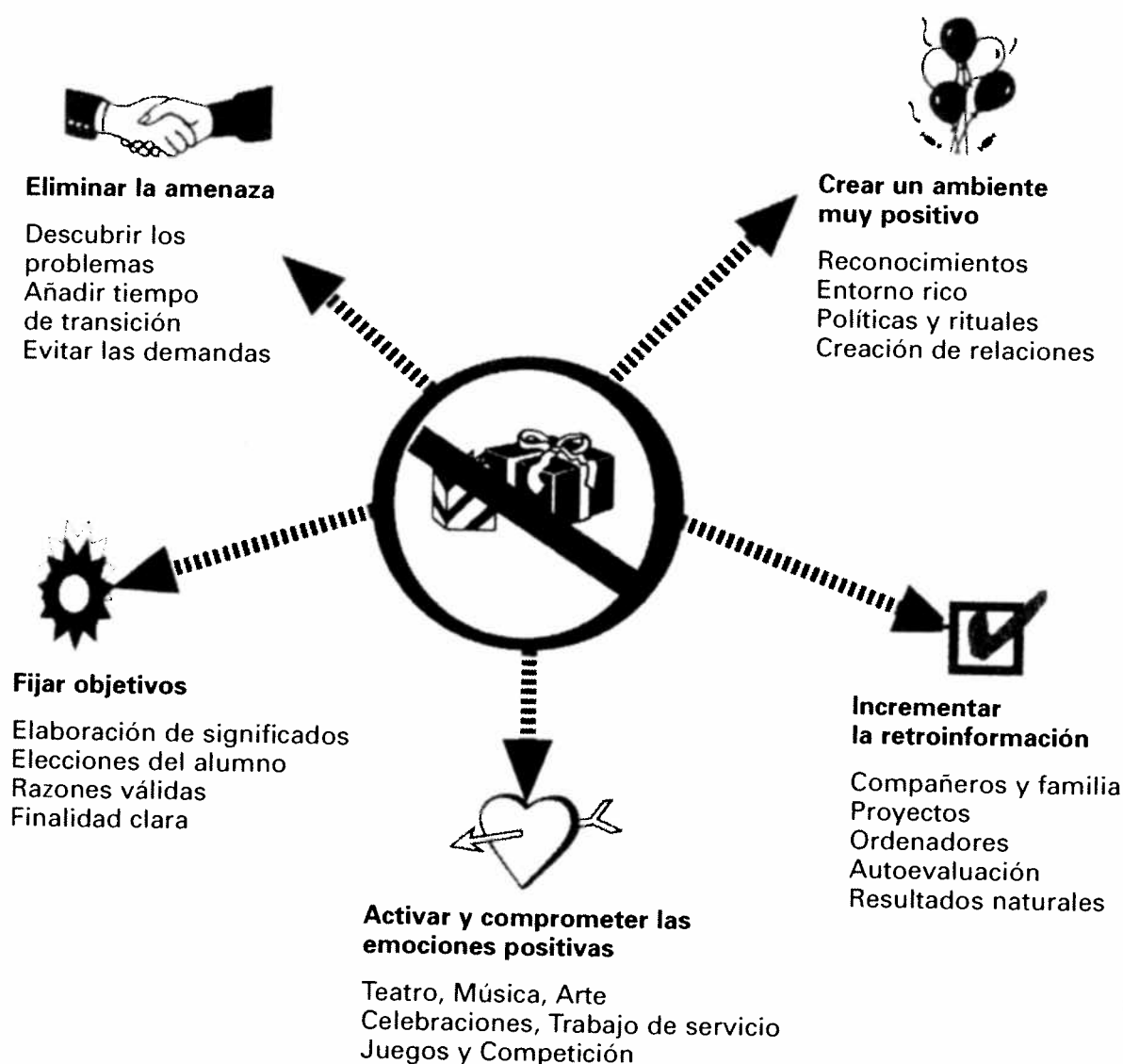


Figura 7.2. Alternativas prácticas al uso de recompensas

La primera estrategia es *eliminar la amenaza*. Se necesita tiempo y un firme propósito, pero vale la pena. Algunos profesores han pedido a los alumnos que se reúnan en pequeños grupos para debatir de modo creativo sobre una lista de las cosas que inhiben su aprendizaje. Los grupos podrían luego discutir cómo aliviar algunos de los problemas. También se puede potenciar la encuesta anónima de clase para pedir a los alumnos lo que mejoraría y haría más agradable su aprendizaje.

En segundo lugar, la *fijación de objetivos* (con alguna elección por parte de los alumnos) a diario puede aportar una actitud más centrada. Preparar a los alumnos para solucionar “rompecabezas” o explicarles relatos personales para estimular su interés. Por ejemplo: “Hoy vamos a explorar el sistema de autopistas de vuestro cuerpo para ver el movimiento de los nutrientes, el sis-

tema circulatorio. La última vez que os pusisteis mal, este sistema era parte de la solución para poneros mejor.” Esto asegura que el contenido sea interesante para ellos.

Tercero, *influir positivamente* de todos los modos posibles, simbólica y concretamente, sobre las creencias de los alumnos respecto a sí mismos y a la enseñanza. Esto incluye el empleo de afirmaciones, reconocer los éxitos del alumno, comunicaciones no verbales positivas, trabajo en equipo o carteles que contengan motivos que animen.

En cuarto lugar, gestionar las emociones del alumno mediante el empleo productivo de rituales, teatro, movimiento y celebración. Enseñar a los estudiantes cómo gestionar sus propias emociones.

Finalmente, la retroinformación es una de las mayores fuentes de motivación intrínseca. Crear una enseñanza que los alumnos puedan asumir con este tipo de información autogestionada sin fin. El ordenador puede ser perfecto, pero siempre y cuando los proyectos, las listas de control, los trabajos en grupo, la dramatización, la ayuda entre iguales, etc. estén bien diseñados.

Modelo del “Supercampo”

Hay un programa académico que incluye estas cinco sugerencias. Creado conjuntamente por el autor de este libro y Bobbi DePorter, el “Supercampo” es un programa de inmersión académica de diez días para alumnos con edades comprendidas entre los doce y los veintidós años. Muchos de ellos llegan al programa con un historial de desmotivación crónica. Aun así, los estudios de seguimiento a largo plazo sugieren que después de asistir sólo diez días, los alumnos se convierten en aprendices insaciables que superan cursos, mejoran la participación en el centro docente y la autoestima (Dryden y Vos, 1994). El “Supercampo” se ha convertido en un modelo para centros docentes de todo el mundo demostrando cómo obtener lo mejor de los alumnos.

Los profesionales del “Supercampo” son preparados a fondo para eliminar la amenaza del entorno del campo. Se les plantea la pregunta: “¿Qué sienten los chicos y qué les amenaza?”. Es emocionante ver desaparecer la amenaza en la práctica. Sería deseable que el profesorado se reuniese e hiciese un debate creativo sobre los factores que podrían contribuir a la amenaza y al elevado estrés. Algunas de las fuentes probables son los comentarios amenazadores, “mantener puntuaciones”, ciertas estrategias de disciplina, sarcasmo, concursos de preguntas no anunciados, carencia de recursos, directrices implacables y las barreras culturales o lingüísticas.

Es oportuno crear “puentes emocionales” desde los mundos de los alumnos fuera del aula hasta el comienzo del aprendizaje. Dan por supuesto (aun cuando no siempre sea verdad) que los alumnos necesitan un tiempo de transición desde sus vidas personales a sus vidas académicas y desde un profesor

al siguiente. Nunca sabremos lo que ocurre en los pasillos. Al comienzo de la clase, los alumnos podrían estar pensando aún en un insulto, una ruptura con un amigo o amiga íntimos, una pelea o la pérdida de algo valioso. Utilizar actividades fiables que desencadenan estados específicos y predecibles puede ser el modo perfecto de pasar a la enseñanza. Los rituales adecuados mantienen bajos los niveles de estrés y pueden incluso eliminar las respuestas de amenaza.

Por ejemplo, cada mañana, en “Supercampo”, se comienza con el tiempo de “estar preparados para aprender”. Estos rituales fiables y seguros incluyen un paseo matutino con un compañero, tiempo con los colegas del equipo para discutir problemas personales, revisar la enseñanza del día anterior, y hacer estiramientos durante la actividad física matutina. Tales transiciones insertas permiten al cerebro cambiar al estado químico correcto necesario para aprender. También permite a todos “sincronizar” sus relojes con la misma hora de enseñanza. Los estudios de seguimiento indican que este proceso reductor de las amenazas funciona (DePorter y Hernacki, 1992).

Durante el día en “Supercampo”, los altos niveles de novedad, movimiento y elección enriquecen un currículo muy relevante (cómo hacer funcionar nuestro propio cerebro, resolver problemas, resolver conflictos y aprender a aprender). El final de la jornada sigue la misma rutina que el comienzo, casi en sentido inverso. Los rituales de cierre ayudan a los alumnos a situar la enseñanza del día en su nuevo lugar cognitivo-emocional.

Se podría examinar los rituales de llegada y comienzo que incluyan fanfarria musical, saludos positivos, apretones especiales de manos, abrazos o tiempo para compartir. Algunas canciones se pueden utilizar para recuperar a los alumnos después de una pausa y hacerles saber que es tiempo de comenzar (hacer sonar una campana). Los rituales de grupo y de organización también son útiles, tales como nombres de los miembros del equipo, saludos, gestos y juegos. Los rituales de situación con éxito incluyen el aplauso cuando los alumnos hacen aportaciones, una canción para cerrar o terminar algo, afirmaciones, debate, redacción de boletines, saludos, autoevaluación y gestos. Estas oportunidades de influir sobre el lado afectivo de la enseñanza apoyan mucho los periodos educativos más largos en educación secundaria. De este modo, un profesor puede practicar algunas de estas estrategias y tener aún suficiente tiempo para los contenidos.

El entorno del “Supercampo” aporta amplias oportunidades para que los estudiantes consigan una retroinformación personal y académica. En general, lo logran de diez a veinte veces diarias, mediante el empleo con esa finalidad del tiempo compartido, fijación de objetivos, trabajo de equipo, tiempo para preguntas y respuestas, observación de los demás, y periódicos y publicaciones. Los profesores que diseñan su enseñanza específicamente para obtener múltiples métodos de retroinformación generada por el alumno comprueban que la motivación aumenta. El *feedback* de los compañeros es más motivador

y útil que el del profesor para obtener resultados duraderos (Druckman y Sweets, 1988).

Todo el tema de la indefensión aprendida se trata en el “Supercampo” de un modo dramatizado. Los estudios indican que el mejor modo de llevar la situación es emplear vías múltiples de elección positiva compulsiva o “forzada” (Peterson et al., 1993). Dicho de otro modo, si se deja siempre a un alumno hacer lo que quiera, a menudo no hará nada. En juegos, como una “soga de nudos”, donde se potencian los objetivos específicos en el trabajo en grupo, generalmente se obtiene éxito. En el curso de toda la jornada, los alumnos son conducidos a la situación de tener que hacer elecciones difíciles: “¿Subo otro peldaño por esta escalera de 15 metros? ¿Salto de esta barra de trapecio? ¿Confío en los demás y caigo de espaldas en sus brazos?”. Estas decisiones se toman una y otra vez durante todo el día. Ayudan a los alumnos a comprender que ellos *importan* a los demás y que pueden tomar decisiones correctas y obtener apoyo de su equipo. Es probable que no se logre utilizar una “soga de nudos” con los alumnos, pero el teatro, la fijación de objetivos, las actividades físicas y la responsabilidad en el aula han demostrado ser de utilidad.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

La desmotivación temporal es común y no se debería considerar como una crisis. Las causas podrían ser numerosas y las soluciones son bastante fáciles de aplicar: una mejor formación del personal docente, estilos de enseñanza y gestión, y más recursos tales como ayuda de los compañeros, ordenadores y listas de criterios. También es útil reducir las barreras lingüísticas, ampliar las posibilidades de elección del alumno y eliminar cualquier tipo de ridiculización o de sarcasmo. Además, hace falta tiempo para aportar más cantidad, diversidad y calidad de retroinformación y fomentar una mejor nutrición. También es útil que los alumnos tengan objetivos claros y bien definidos y aprendan las destrezas del pensamiento positivo.

Los investigadores están desarrollando mejores instrumentos para comprender el funcionamiento interno de un cerebro motivado. En conjunto, la investigación nos lleva a comprender que una parte del problema es el modo en que tratamos a los alumnos. No son trabajadores de fábrica que tienen que ser empujados, engatusados y motivados mediante sobornos, gestiones o amenazas. En lugar de preguntarnos: “¿Cómo puedo motivar a los alumnos?”, una pregunta mejor sería: “¿De qué modos se motiva al cerebro de forma natural?”. ¿Se puede fomentar mejor el aprendizaje de este modo? La respuesta es un sí claro, y los educadores de todo el mundo ya están teniendo éxito cada día.

8

Emociones y aprendizaje

EL LADO COGNITIVO del aprendizaje generalmente logra una gran cantidad de atención, pero arrastra una corriente subterránea. Es el ámbito de las emociones, el denominado lado afectivo. Todos sabemos que está ahí, pero normalmente se piensa en ello como una distracción para el aprendizaje. De hecho, algunas personas siguen creyendo que la enseñanza y las emociones están en extremos opuestos. Es tiempo de que todos nos atengamos a las conclusiones de la investigación.

Biológicamente, las emociones no son sólo un tema de actualidad, sino también una ciencia fundamental. Los neurocientíficos están penetrando en nuevos ámbitos al trazar el mapa de esta importante componente del aprendizaje. Su lado afectivo es la interacción fundamental entre cómo sentimos, actuamos y pensamos. No hay separación alguna entre la mente y las emociones; éstas, el pensamiento y el aprendizaje están vinculados. Este capítulo trata el lugar y el sentido que las emociones tienen en el aprendizaje y en las escuelas.

CULTURA OCCIDENTAL Y EMOCIONES

La cultura occidental ha adoptado una actitud peculiar ante la emoción humana. Aunque reconocemos que las emociones existen, siempre se les ha dado poca importancia. La literatura ha descrito el mundo de las emociones como errático, veleidoso, incontrolable, voluble e incluso siniestro. La vía estable, fiable y “científica” ha sido la de la razón y la lógica.

Pero, ¿qué ocurre si lo que consideramos lógico fuese realmente emocional? ¿Qué ocurriría si fuese *más* racional incluir las emociones en nuestro pensamiento y en nuestra toma de decisiones? Para muchas personas, simplemente pensar en esto resulta insultante. La Ciencia trata sobre hechos, no sobre sentimientos. Como consecuencia, la mayoría de los científicos, en particular los biólogos y los neurocientíficos, consideraban un suicidio profesional estudiar las emociones como un asunto serio. “Es mejor dejarlo para los psiquiatras”, era el punto de vista predominante.

De hecho, se podría decir que las emociones han sido la oveja negra de la familia cerebral. Peter Stearns dice que nuestra sociedad ha ido en sentido “anti-intensidad”, pregonando una nueva emocionalidad baja; de otro modo, se te describe como “fuera de control” (Atlas, 1996). Este punto de vista puede provenir de la descripción periodística de los individuos violentos como carentes de autodisciplina. Pero, ¿cuáles son los vínculos científicos entre las emociones y el aprendizaje? ¿Podría realmente ser más inteligente organizar el aprendizaje en torno a las emociones?

LAS EMOCIONES SON LO PRINCIPAL

Aunque varios investigadores hacen referencia a las emociones e incluso han realizado estudios ocasionales sobre ello, nadie lo ha convertido en una trayectoria profesional permanente. Se actuó así hasta mediados de los años ochenta. Cinco neurocientíficos muy respetados —Joseph LeDoux, de la Universidad de Nueva York; Candace Pert, del Centro médico de la Universidad de Georgetown; Jerome Kagan, de Harvard; y Antonio Damasio y Hanna Damasio, de la Universidad de Iowa— realizaron contribuciones significativas que han ayudado a cambiar nuestra manera de pensar sobre las emociones.

Las emociones dirigen la atención, crean significado y tienen sus propias vías de recuerdo (LeDoux, 1994). No se puede estar más relacionado con el aprendizaje que de ese modo. Kagan señala: “Los racionalistas que están convencidos de que los sentimientos interfieren con las elecciones más adecuadas se encuentran muy atrasados al respecto. Confiar solamente en la lógica, sin la capacidad de sentir... llevaría a la mayoría de la gente a hacer muchas más cosas estúpidas” (1994, p. 39). El viejo modo de pensar respecto al cerebro es una separación de mente, cuerpo y emociones. Esa idea es historia, nos recuerda Antonio Damasio: “El cuerpo... puede constituir la estructura indispensable de referencia para la mente” (1994, p. XVI) y, de hecho, “la reducción en la emoción puede constituir una fuente igualmente importante de conducta irracional” (p. 53). La emoción ayuda a la razón a centrar la mente y fijar prioridades. Muchos investigadores creen actualmente que la emoción y la razón no están opuestas. Por ejemplo, nuestro lado lógico dice: “Fija un obje-

tivo". Pero sólo nuestras emociones nos vuelven lo bastante apasionados como para preocuparnos hasta el punto de actuar sobre ese objetivo.

Uno de los primeros investigadores en elaborar la teoría de la inteligencia emocional, Jack Mayer, cree que las emociones transmiten tanta información, como los datos o la lógica. La psicología ha estado demasiado atomizada, en el sentido de que dividía la inteligencia, la conducta motora y las emociones en áreas diferentes, en vez de considerar los vínculos inseparables entre ellas (Marquis, 1996, p. B-2). La popularidad del éxito de ventas del libro *Inteligencia emocional* (Goleman, 1995) ha suscitado emociones hasta un nivel aceptable, si no reputado. Algunos están denominándolo actualmente como una disciplina totalmente nueva en Neurociencia (Davidson y Sutton, 1995). Nunca se habría hallado este tipo de apoyo científico para la función de las emociones hace diez años. ¿Qué provocó el cambio?

Tres descubrimientos en el ámbito de las emociones han cambiado nuestro modo de pensar sobre ellas. Primero, el de las vías físicas y prioridades de las emociones. Segundo, los hallazgos sobre los componentes químicos del cerebro implicados en las emociones. Tercero, un vínculo entre estas vías y los componentes químicos con el aprendizaje y el recuerdo cotidianos.

El primer elemento dio a las emociones algo "sólido", algún tipo de realidad con fundamento que podíamos medir. Era información concreta que se podía ver en una autopsia o en una pantalla. El segundo descubrimiento nos ayudó a comprender la naturaleza omnipresente de las emociones. El tercero fue el premio de los investigadores: el vínculo fundamental de que nuestra supervivencia misma depende de las emociones.

LA MEDIDA DE LA EMOCIÓN

Los neurocientíficos separan generalmente emociones y sentimientos. Las primeras se generan a partir de vías biológicamente automatizadas. Son el gozo (placer), el miedo, la sorpresa, el disgusto, la ira y la tristeza. Estudios culturales transversales indican que estas seis expresiones son universales. Las únicas emociones para las que los investigadores han hallado lugares específicos en el cerebro son el miedo y el placer. Por eso los primeros modelos biológicamente vinculados de aprendizaje estuvieron dominados por estudios sobre amenazas y recompensas. Los sentimientos son diferentes, son nuestras respuestas desarrolladas cultural y ambientalmente a las circunstancias. Los ejemplos de ello incluyen: preocupación, anticipación, frustración, cinismo y optimismo. Las emociones son muy reales. Cuando decimos que están implicadas las emociones, tenemos un enorme grupo de modos muy específicos y científicos para medir con exactitud lo que está ocurriendo, incluyendo las respuestas cutáneas, el ritmo cardíaco, la presión sanguínea y la actividad EEG. Es fácil lograr lecturas sobre la respuesta de un alumno al

miedo, pero no tenemos aún un modo de medir los sentimientos de simpatía, por ejemplo. La fig. 8.1 muestra información que podemos utilizar para medir las emociones.

Podemos utilizar información de los sistemas autónomos (glándulas sudoríferas, actividad cardíaca, presión sanguínea, y gastrointestinal), central (actividad eléctrica de las neuronas del cerebro) o sensoriomotor (respiración, movimientos oculares, etc.) para medir las emociones.

RCC: respuesta de la conductividad cutánea

Pulso: latidos cardíacos por minuto

EGG: electrogastrografía, mediciones del sistema gastrointestinal

PS: presión sanguínea

CAEC: cartografía de la actividad eléctrica del cerebro

RPC: respuesta del potencial cutáneo

PRH: Sistema nervioso central, los potenciales relacionados con los hechos

IRM: obtención de imágenes mediante resonancia magnética funcional

EEG: electroencefalografía

IR: índices respiratorios

FSCR: flujo sanguíneo cerebral regional

TM: tensión muscular

AEPRC: análisis del espectro de la potencia del ritmo cardíaco

MEG: magnetoelectroencefalografía

PET: tomografía por emisión de positrones, mediciones del flujo sanguíneo

CP: color de la piel; piel ruborizada

Figura 8.1. La naturaleza objetiva de las emociones

VÍAS DE LA EMOCIÓN

Los estados de sensaciones generales y los de las emociones intensas de miedo y placer siguen vías biológicas separadas en el cerebro (LeDoux, 1996). (La fig. 8.2 resume las áreas del cerebro implicadas en la emoción.) Aunque los sentimientos siguen una ruta retorcida y más lenta por todo el cuerpo, las emociones siempre toman las “superautopistas” del cerebro. En la zona media del cerebro, LeDoux (1992) halló un haz de neuronas que lleva directamente desde el tálamo hasta la amígdala. Alguna información logrará prioridad emocional antes de que produzca el pensamiento medido. Cualquier experiencia que evoque amenazas o active los circuitos de placer de nuestro cerebro, activa neuronas específicas que responden sólo a estos hechos.

En una emergencia, la evaluación prolongada puede costarnos la vida. Cualquier situación de vida o muerte necesita recursos inmediatos, no reflexión y contemplación. Esto nos permite volvernos, como sugiere Goleman, “emocionalmente secuestrados” por nuestras respuestas (1995, cap. 2). Aun-

que nuestro sistema emocional está actuando de modo independiente, también lo hace de modo cooperativo con nuestro córtex. Por ejemplo, un alumno que está siendo amenazado con gestos por otro alumno, puede responder a la amenaza percibida antes incluso de pensar en ello. La "lectura de mejora de la conducta" del profesor después del hecho sirve generalmente de poco para modificar la siguiente aparición "automática" del ataque. Los alumnos necesitan aprender las destrezas de la inteligencia emocional de un modo repetitivo que haga a las conductas positivas tan automáticas como las negativas. Este punto es particularmente importante porque, aunque los alumnos actuales no tienen tigres de dientes de sable contra los que luchar, tienen amenazas equivalentes. Estas incluyen el miedo o el ridículo, ser un fracasado para sus compañeros o ser avasallado en el pasillo. Su cerebro se ha adaptado para afrontar esas amenazas emocionales, psicológicas y físicas como si pusiesen en peligro su vida.

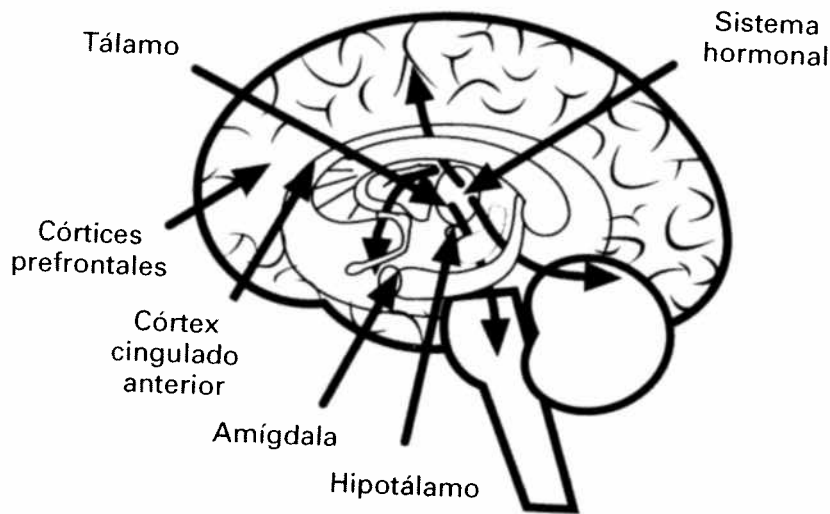


Figura 8.2. Áreas del cerebro muy activadas por las emociones. Se activan también otras zonas del cerebro. Véase la figura 8.4

Según Jeff Tooby, de la Universidad de California en Santa Bárbara (Marquis, 1996), el circuito de expresión de las emociones está ampliamente distribuido por nuestro cerebro. Aunque el viejo modelo vinculaba a toda la zona media del cerebro (el sistema límbico) con las emociones, la amígdala, una estructura con forma de almendra, parece ser la más implicada. No hay evidencia alguna de que otras zonas del denominado "sistema límbico" estén muy involucradas en las emociones directas. Por eso, la expresión "sistema límbico" no tiene sentido alguno, según LeDoux (1996).

La amígdala tiene de doce a quince regiones emocionales distintas. Hasta ahora se ha identificado sólo dos: las vinculadas con el miedo. Otras emociones pueden estar relacionadas con otras áreas. La amígdala ejerce una enorme

influencia sobre nuestro córtex. Hay más *inputs desde* la amígdala al córtex que lo contrario. Aun así, la información fluye en ambos sentidos. El diseño de estos circuitos de retroalimentación asegura que la repercusión de las emociones sea generalmente mayor. Se convierte en el peso de todos nuestros pensamientos, sesgos, ideas y argumentos. De hecho, es el lado emocional lo que nos anima, no el lógico. Cuando los profesores evalúan el rendimiento de los alumnos, todo se refiere a cómo se sienten respecto a lo que ven y escuchan. Los sentimientos dan un intenso sabor a la evaluación. Lo llamamos una opinión profesional, pero decir que no hay emoción alguna sería un caso de grave denegación.

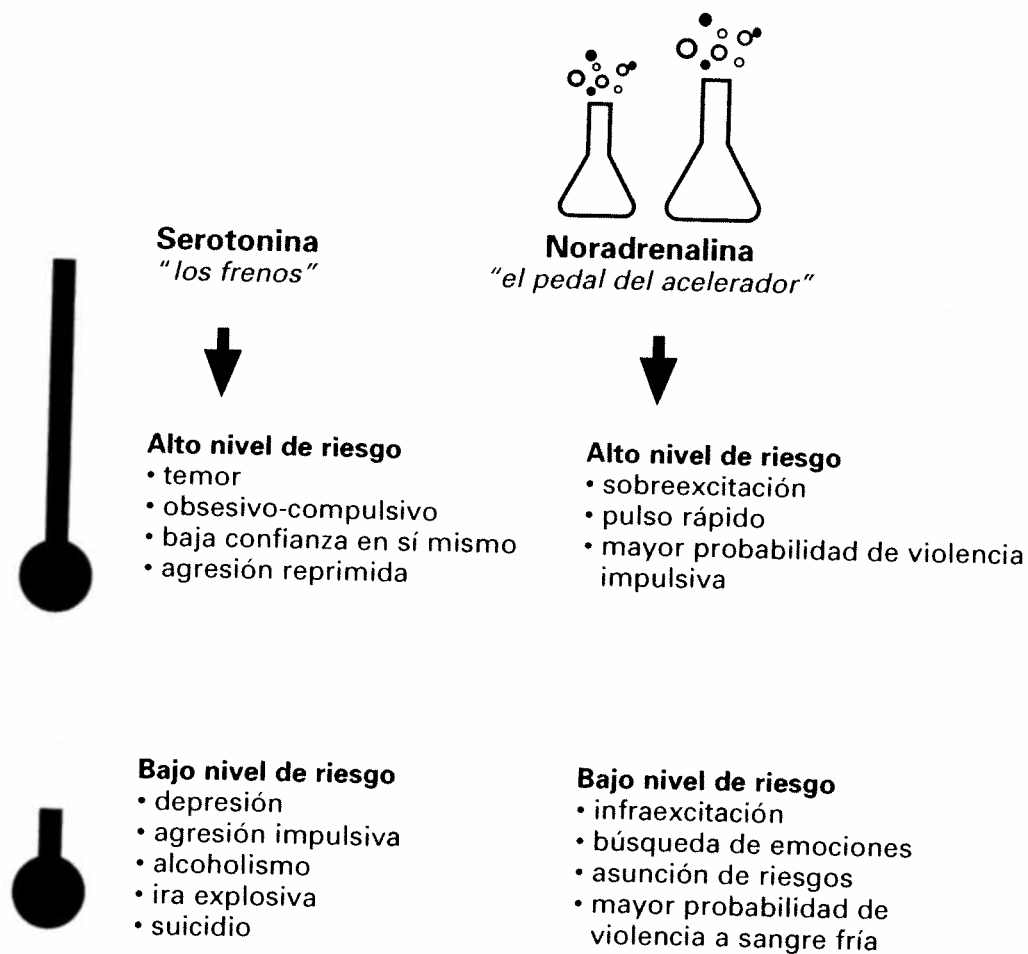
Nuestras emociones son nuestras personalidades y nos ayudan a tomar la mayoría de nuestras decisiones. Cuando los investigadores quitan áreas del lóbulo frontal (la zona de la denominada inteligencia más elevada), el rendimiento humano en pruebas normales de inteligencia disminuye generalmente muy poco. La eliminación es a menudo necesaria en el caso de tumores cerebrales que aumentan de tamaño, y luego comprimen y destruyen el tejido cercano. En general, los pacientes se pueden recuperar bastante bien y conservan las destrezas de pensamiento (Damasio, 1994, p. 42; Pearce, 1992, p. 48). Sin embargo, eliminar la amígdala es algo devastador ya que ello destruye las capacidades para el juego creativo, la imaginación, la toma de decisiones clave y los matices de las emociones que rigen las artes, el humor, la imaginación, el amor, la música y el altruismo. Estas son muchas de las cualidades que atribuimos a quienes hacen grandes aportaciones a nuestro mundo. El genio de Quincy Jones, Martha Graham, Stephen Hawking, Eddie Murphy y Madre Teresa de Calcuta son ejemplos de creatividad dirigida por las emociones.

QUÍMICA DE LA EMOCIÓN

Los componentes químicos cerebrales se transmiten no sólo a través de la reacción axón-sinapsis-dendrita corrientemente citada, sino también se distribuyen a amplias zonas del cerebro. La persona que está deprimida es tratada a menudo con Prozac, un medicamento que modula los niveles de serotonina. La cafeína impulsa los niveles de amina, que fomenta el estado de alerta. Cuando se experimenta un sentimiento visceral, es porque los mismos péptidos que se liberan en el cerebro también están revistiendo el tracto gastrointestinal. La memoria se regula mediante los niveles de acetilcolina, adrenalina y serotonina.

Estos activos componentes químicos son impulsados desde zonas tales como la médula, las glándulas suprarrenales, los riñones y las protuberancias anulares. Estas permiten a los componentes químicos de las emociones influir sobre la mayor parte de nuestras conductas. Tales productos se quedan en

nuestro sistema y con frecuencia lo dominan. Por eso, una vez que se produce una emoción, es difícil para el córtex desconectarse de ella. Desde elegir el currículo hasta vigilar el comedor, nuestro comportamiento obedece a nuestros sentimientos (fig. 8.3). El viejo paradigma era que nuestro cerebro estaba gestionado por las conexiones físicas establecidas en el punto de la sinapsis. Pero la teoría más reciente es que las moléculas mensajeras conocidas como péptidos no sólo están distribuidas por todo el cerebro y el cuerpo, sino que ejercen una influencia sobre nuestras conductas mucho mayor de lo que anteriormente se pensaba. Miles Herkenham, del National Institute of Mental Health, dice que el 98% de toda la comunicación interna del cuerpo puede producirse mediante estos mensajeros péptidos (en Pert, 1997, p. 139). Este punto de vista implica una función mucho más importante para la comprensión e integración de las emociones en el aprendizaje.



Los niveles indicados son altos o bajos, comparados con la norma. En general, los hombres tienen niveles de serotonina menores (del 20 al 40%) que las mujeres. La conducta humana es complicada, y hay otros factores influyentes además de los desequilibrios químicos.

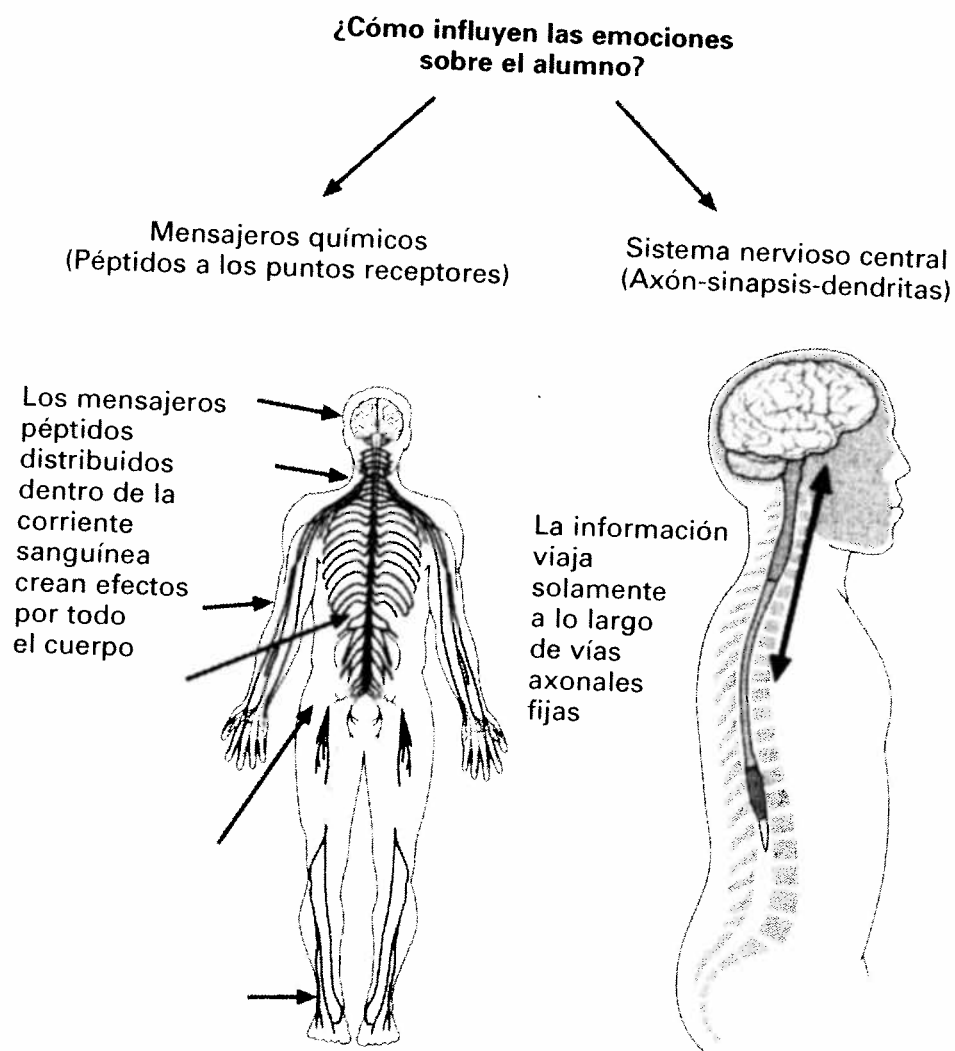
Figura 8.3. Los componentes químicos influyen sobre la atención y la conducta

La razón por la que tales estados tienen tanto poder es que se producen y modulan por todo el organismo. Cada célula tiene incontables puntos receptores para recibir información de otras zonas del cuerpo: la corriente sanguínea es nuestro segundo sistema nervioso. La figura 8.4 muestra cómo las *ligands* (las moléculas mensajeras de péptidos) encajan en los puntos receptores, transfieren su información y comienza una nueva conducta celular. Multipliquemos esto por millones de células, y un estudiante se sentirá de otro modo.

LAS EMOCIONES COMO ESTADOS MENTE-CUERPO

Las emociones afectan a la conducta del alumno porque crean estados mente-cuerpo distintos. Un estado es un momento compuesto por una postura, un ritmo respiratorio y un equilibrio químico específicos del cuerpo. La presencia o ausencia de norepinefrina, vasopresina, testosterona, serotonina, progesterona, dopamina y docenas de otros componentes químicos alteran en gran medida la estructura de la mente y del cuerpo. ¿Hasta qué punto son importantes estos estados para nosotros? Son todo lo que tenemos, son nuestros sentimientos, deseos, recuerdos y motivaciones. Los estudiantes emplean dinero para lograr un cambio de estado. Compran alimentos para quitar el hambre, y calzado de marca para sentir más confianza o caer bien a los compañeros de clase. Incluso compran drogas para cambiar su estado de ánimo, ya sea para sentirse mejor o simplemente para sentir algo. Los educadores tienen que prestar atención a esto. Los profesores deben ayudar a sus alumnos a sentirse bien con el aprendizaje y las amistades que se desarrollan en el aula, y ese bienestar produce precisamente lo que ansía el cerebro del alumno.

El neurocirujano Richard Bergland señala: "El pensamiento no está enjaulado en el cerebro sino que está disperso por todo el cuerpo" (Restak, 1993, p. 207). Añade que tiene pocas dudas de que el cerebro actúe más como una glándula que como un ordenador. Produce hormonas, está bañado en ellas y está dirigido por ellas. Las emociones desencadenan los cambios químicos que alteran nuestros estados de ánimo, conductas y, finalmente, nuestras vidas. Si la gente y las actividades son el contenido de nuestras vidas, las emociones son tanto los contextos como los valores que tenemos. Simplemente no podemos dirigir un centro docente sin reconocer las emociones e integrarlas en las actividades diarias. Muchos centros hacen ya esto. Tienen reuniones animadas, oradores invitados, recitales de poesía, actividades de servicio a la comunidad, relato de narraciones, debates, clubs, deportes y artes dramáticas.



Los estados de ánimo influyen poderosamente sobre la elaboración de significados, la motivación, la conducta cotidiana y la cognición del alumno. Por ejemplo, aunque a uno le guste bailar, si está cansado, descartará esa oportunidad.

*Figura 8.4. Cómo influyen las emociones sobre el alumno:
Son el segundo sistema nervioso del cuerpo*

EMOCIONES, APRENDIZAJE Y MEMORIA

Durante años hemos sufrido un lavado de cerebro creyendo que son nuestros lóbulos frontales los que nos dan nuestros brillantes pensamientos, “lo mejor de la Humanidad”. Aunque dichos lóbulos nos permiten elaborar los detalles de nuestros objetivos y planes, son las emociones quienes los generan y dirigen su ejecución en nuestras vidas (Freeman, 1995, p. 89). Por eso es importante pedir a los alumnos que expliquen *por qué* quieren alcanzar los objetivos que se fijan. Se podría decir: “Escribe tres buenas razones por las que alcanzar tus objetivos es importante para ti.” Luego, hacer que los alumnos

compartan sus respuestas con los demás. Las razones son las emociones que hay detrás de los objetivos y la fuente de la energía para alcanzarlos (Fig. 8.5).

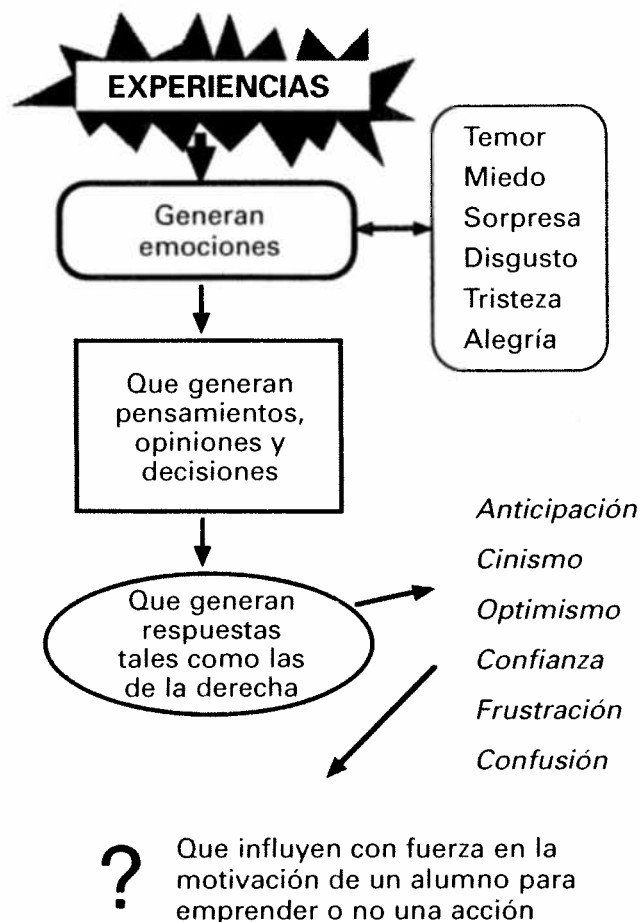


Figura 8.5. Cómo afectan los estados emocionales al aprendizaje

Las emociones destilan la sabiduría aprendida; las lecciones vitales de supervivencia fundamentales están emocionalmente insertas en nuestro ADN. Hemos sido biológicamente modelados para tener o sentir miedo, preocupación, sorpresa, sospecha, alegría y alivio, casi al pie de la letra. Debemos abandonar la vieja costumbre de pensar en las emociones como algo siempre irracional o que nada tiene que ver con el modo en que pensamos. Las emociones son una fuente fundamental de información para el aprendizaje (LeDoux, 1993). ¿Qué pasa si se ignora los sentimientos cada vez que se hace algo peligroso o erróneo? Si no se siente frustrado y se lo dice a su jefe, podría poner en peligro su puesto de trabajo muy rápidamente. Por suerte, los sentimientos de culpa o remordimiento es probable que lo impidan. Los alumnos que dudan o temen hablar ante sus compañeros son así por una razón "lógica": fracasar puede costarles un estatus social importante.

Tomar diariamente decisiones basadas en las emociones no es una excepción, sino la norma. Las emociones extremas suelen ser dañinas para un buen pensamiento, por ello conviene ser moderados. Las emociones adecuadas aceleran muchísimo la toma de decisiones (Damasio, 1994). Si se nos pide que nos reunamos con un amigo para almorzar, podemos tomar la decisión basándonos en sentimientos viscerales rápidos: sí o no. Recopilar suficiente información podría ser algo difícil o que consuma mucho tiempo. ¿A dónde vamos a almorzar? ¿Qué hay de comida? ¿Quiénes estarán allí? ¿Quién paga? ¿Será divertido? ¿Quién conduce? ¿Está sucio el coche? ¿Cuándo regresaremos? ¿Hay una oferta mejor? Es mucho más útil, la mayoría de las veces, tener un sentimiento sobre lo que vamos a hacer después, y luego hacerlo.

Las emociones no sólo nos ayudan a tomar más decisiones con más rapidez sino que tomamos decisiones de mejor calidad, basadas en un valor. De hecho, tomamos diariamente miles de microdecisiones que modelan nuestro carácter: llegar a tiempo o tarde, ser honrado o liante, mentiroso o noble, creativo o falto de imaginación, y generoso o avaro. Cada una de esas decisiones se toma con una mano firme: nuestros valores. Todos ellos son simplemente estados emocionales. Si mi valor es la honradez, entonces me siento mal cuando engaño. Al contrario, me siento bien cuando me porto honradamente. En cierto sentido, nuestro carácter está modelado por la consciencia de nuestras emociones. Aunque un exceso o una carencia de emoción es generalmente algo contraproducente, nuestras emociones normales cotidianas son una parte importante de la vida.

Aunque todos reconocemos que tenemos emociones, sólo unos pocos nos damos cuenta de que no son las cartas del juego de mesa sino la mesa misma. Todo lo que experimentamos tiene un tono emocional, desde la calma a la ira, desde el dolor al placer, y desde estar relajado a sentirse amenazado. Y, dado que las emociones median en nuestro significado, nuestras emociones son, de hecho, la estructura para nuestro día. Incluso si utiliza una vía dirigida por la lógica para evaluar el proyecto de cada alumno, las emociones siguen mandando. En un día malo, nuestros sentimientos respecto a ciertos alumnos o un criterio particular de calificación nos llevará a puntuar un trabajo como más creativo, otro como más organizado, otro como suficiente, y otro como inadecuado.

Además, recordamos lo que tiene más carga emocional. Eso ocurre porque todos los acontecimientos emocionales reciben un tratamiento preferente (Christianson, 1992) y porque el cerebro es sobreestimulado cuando se presentan emociones fuertes. Las emociones nos proporcionan un cerebro químicamente estimulado y más activado, que nos ayuda a recordar mejor las cosas. Cuanto más intensa es la activación de la amígdala, más profunda es la huella (Cahill, Prins, Weber y McGaugh, 1994), dice Goleman (1995). De hecho, Larry Squire —neurobiólogo y experto en la memoria, de la Universidad de California en San Diego— señala que las emociones son tan importantes que tienen sus propias vías de recuerdo. James McGaugh, neurobiólo-

go de la Universidad de California, e investigadores colegas están de acuerdo con esto. Cuando se suprimen las emociones o se expresan de modos inadecuados, tenemos problemas de disciplina. Los profesores podemos activar emociones productivas. Es común entre los alumnos recordar la muerte de un amigo, una salida al campo o un experimento científico durante mucho más tiempo que la mayoría de las clases. La buena enseñanza no evita las emociones, sino que las abarca.

Candace Pert, investigador de las emociones y cotizado neurocientífico, del Georgetown University Medical Center, dice que “cuando las emociones se expresan... todos los sistemas se unen y forman un todo. Cuando las emociones se reprimen, se niegan, no se permite su despliegue, nuestras vías de redes se bloquean, interrumpiendo el flujo de los componentes químicos unificadores vitales que nos hacen sentirnos bien y que dirigen tanto nuestra biología como nuestra conducta” (Pert, 1997, p. 273).

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Desencadenar las emociones al azar es contraproducente. Además, las emociones extremas son generalmente contraproducentes para los fines académicos. Una carencia de emoción es tan peligrosa como una emoción incontrolable. El viejo proverbio decía: “Primero, controla a los alumnos, y luego imparte la enseñanza.” Hoy día, los neurocientíficos nos podrían decir que manejemos las emociones adecuadamente en cada oportunidad que tengamos. Ello es una parte de la enseñanza, no algo añadido. Se puede ya haber utilizado música, juegos, teatro o narración de relatos para tal fin. Aquí damos otros cinco modos sencillos.

Modelar funciones o roles

Los profesores deberían fomentar el amor por la enseñanza y mostrar entusiasmo por su trabajo. Por ejemplo, llevar algo con gran emoción a la clase. Crear suspense, sonreír, narrar un relato emocional verdadero, mostrar un nuevo CD, leer un libro o llevar un animal. Implicarse en el trabajo comunitario ya sea en vacaciones, para ayudar en un desastre o en un servicio que está en marcha. Dejar que los alumnos conozcan lo que emociona a su profesor.

Celebraciones y fiestas

Utilizar reconocimientos, fiestas, veladas, alimentos, música y diversión. Una celebración puede exponer el trabajo del alumno de diferentes modos. Por ejemplo, cuando los alumnos han terminado de hacer un mapa mental de algo, pedirles que se levanten y muestren su mapa mental de tamaño cartel a

otras ocho parejas de alumnos. La finalidad es encontrar al menos dos cosas que les agraden. Mientras descubren su mapa mental, enseñan cosas a los alumnos y aprenden de sus compañeros. Lo ideal es que las celebraciones se “institucionalicen” de modo que los alumnos las realicen sin que un profesor lo proponga cada vez.

Suscitar una controversia

Suscitar una controversia podría implicar un debate o un diálogo. En cualquier momento que surjan dos partes (un interés personal y los medios para expresar opiniones), habrá acción. Propongamos que los alumnos elaboren una lista de prioridades mediante consenso. Después de ello, dividir en dos grupos para un “tira y afloja” de intereses opuestos en el exterior.

La investigación indica que cuando se generan emociones justo después de una experiencia de aprendizaje, es mucho más probable que los recuerdos se evoquen de nuevo y aumente la exactitud (McGaugh, Cahill, Parent, Mesches, Coleman-Mesches y Salinas, 1995). El debate podría ser por parejas de alumnos, o convertirlo en una olimpiada académica o un espectáculo de juegos. El teatro y la interpretación pueden producir emociones intensas: ¡a mayor producción, mayores apuestas y más emociones! Por ejemplo, si un grupo se ofrece a interpretar una obra para toda la escuela, hay ensayos, estrés, diversión, ansiedad, anticipación, suspense, emoción y alivio.

Uso de rituales físicos

Los rituales en el aula pueden captar instantáneamente la atención de los alumnos. Podrían incluir aplausos, aclamaciones, cantos, movimientos o una canción para anunciar la llegada, la partida, una celebración y para comenzar un proyecto. Hay que procurar que el ritual sea divertido y rápido, y cambiarlo cada semana para evitar el tedio. Cada vez que los equipos terminan sus tareas, se les podría dar una aclamación colectiva o una ovación especial para cada miembro a la llegada y otra al final del día. Obviamente, los rituales deberían ser adecuados a la edad.

Introspección

El empleo de periódicos, debates, contribuciones, relatos y la reflexión sobre cosas, gente y asuntos compromete a los alumnos de modo personal. Si hay una noticia impactante, se les puede pedir que escriban o hablen sobre ello. Los hechos actuales o los dramas personales tienen éxito. Si es adecuado, los alumnos pueden compartir sus pensamientos con un vecino o un grupo de compañeros. Debemos ayudar a establecer conexiones personales con el trabajo que hacen en clase. Por ejemplo, si los alumnos están redactando

periódicos, podemos hacer que lean la sección de “Cartas al director” de un periódico local y discutir las o incluso criticarlas en positivo. También pueden elegir un tema que les apasione y presentar cartas para imprimir.

La buena enseñanza implica los sentimientos. Lejos de ser un complemento, las emociones *son* una forma de aprendizaje. Nuestras emociones son el resultado genéticamente refinado de vidas de sabiduría. Hemos aprendido qué amar, cuándo y cómo preocuparnos, en quién confiar, la pérdida de la estima, la euforia del éxito, la alegría del descubrimiento y el miedo al fracaso. Esta enseñanza es tan importante como cualquier otra parte de la educación. Muchas actividades tienen potentes efectos durante toda la vida, y aun así, hay pocos resultados que mostrar en una tabla de puntuación diaria. Las emociones abarcan una de estas áreas. La investigación apoya el valor de implicar las emociones adecuadas. Son una parte integral e inestimable de la educación de cada niño.

9

Movimiento y aprendizaje

EN ÉPOCAS de recursos económicos decrecientes, los educadores deben tomar decisiones difíciles. ¿El ballet, el teatro y la educación física encajan en el presupuesto? ¿Son banalidades o materias fundamentales? ¿Qué nos dice exactamente la investigación del cerebro sobre las relaciones entre el cuerpo y la mente?

Durante años, parecía que las comunidades educativa y científica creían que pensar era pensar y el movimiento era el movimiento, y que ambos nunca se encontrarían. Científicos heterodoxos imaginaron vínculos entre ambos durante decenios, pero con poco apoyo popular. Hoy día lo conocemos mejor. Este capítulo revela los fuertes vínculos entre la educación física, las artes y el aprendizaje.

MENTE Y CUERPO

Si queremos tratar la educación sobre drogas, las segundas lenguas, la educación en la diversidad, las inteligencias múltiples, la mejora de los niveles de lectura, la reducción del número de abandonos, el animar a las chicas a estudiar matemáticas y ciencias, la instrucción temática y la educación sobre el sida, ¿qué eliminamos para dejar tiempo a esos importantes contenidos? Es probable que lo primero en ser descartado sea lo considerado accesorio. Para algunos funcionarios cortos de miras, es la educación física. La investigación reciente sobre el cerebro nos dice que eso es un error.

Parte de la razón para la separación desfasada de la mente y el cuerpo procede de la simple observación. Si el cerebro está en la cabeza y el cuerpo está debajo de ella, ¿cómo podría haber algún vínculo? ¿Qué ocurriría si el cerebelo, una zona comúnmente relacionada con el movimiento, resultase ser un cuadro virtual de la actividad cognitiva? La primera evidencia de un enlace entre mente y cuerpo surgió hace decenios con Henrietta Leiner y Alan Leiner, dos neurocientíficos de la Universidad de Stanford. Su investigación comenzó lo que finalmente reelaboraría “el mapa cognitivo” (S. Richardson, 1996).

El trabajo de los Leiner se centró en el cerebelo, e hicieron algunos descubrimientos fundamentales que alentaron años de provechosa investigación. Primero, el cerebelo ocupa sólo una décima parte del volumen que ocupa el cerebro, pero contiene *más de la mitad* de todas sus neuronas. Tiene unos 40 millones de fibras nerviosas, cuarenta veces más que incluso el tracto óptico altamente complejo. Esas fibras no sólo aportan información del córtex al cerebelo sino que retroalimentan al córtex. Si esto fuese sólo para la función motora, ¿por qué las conexiones están tan potentemente distribuidas en ambas direcciones en todas las zonas del cerebro? Dicho de otro modo, esta subsección del cerebro —conocida desde hace bastante tiempo por su función en la postura, la coordinación, el equilibrio y el movimiento— puede ser el gigante dormido de nuestro cerebro (la figura 9.1 muestra la ubicación de zonas clave del cerebro implicadas en el movimiento.)

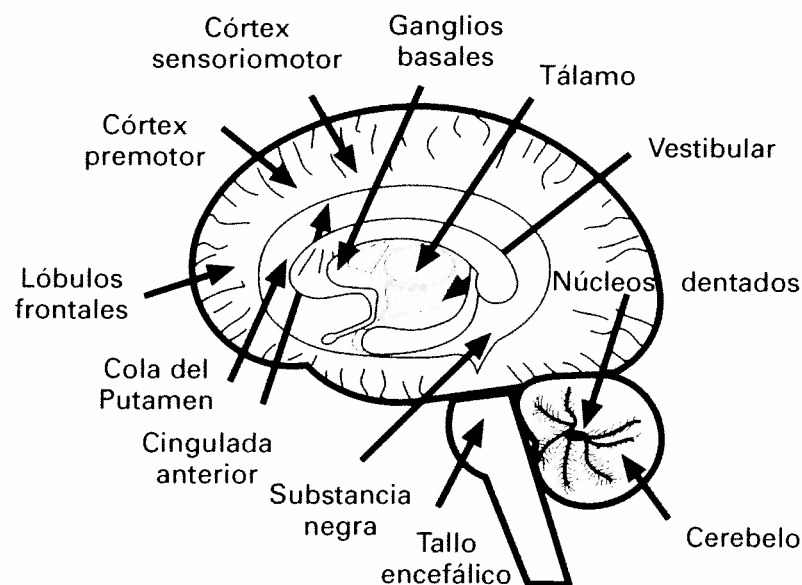


Figura 9.1. Ubicación de las zonas cerebrales claves para el movimiento

En el pasado, se creía que el cerebelo simplemente procesaba señales del cerebro y las enviaba al córtex motor. El error fue suponer que las señales sólo iban a esa zona. Y no era así (S. Richardson, 1996, p. 100). El último lugar

donde la información se procesa en el cerebelo, antes de enviarlo al córtex, es el núcleo dentado. Aunque no existe en la mayoría de los mamíferos, es muy grande en los primates con las mayores capacidades de aprendizaje. Una zona más pequeña, el núcleo neodentado, existe sólo en los seres humanos y puede tener una función significativa en el pensamiento. El neurólogo Robert Dow, de Portland, Oregón, fue uno de los primeros en establecer los vínculos. Uno de sus pacientes tenía una lesión cerebelar y, sorprendentemente, una función cognitiva debilitada (S. Richardson, 1996, p. 102), por eso, vincular el movimiento y el pensamiento se volvía algo inevitable.

Exactamente, ¿hasta qué punto es importante el movimiento para el aprendizaje? Carla Hannaford señala que el sistema vestibular (oído interno) y el cerebelar (actividad motora) es el primer sistema sensorial en madurar. En este sistema, los canales semicirculares del oído interno y los núcleos vestibulares son una fuente de recopilación y retroinformación para los movimientos. Esos impulsos viajan a través de los tractos nerviosos desde el cerebelo hasta el resto del cerebro, incluyendo el sistema visual y el córtex sensorial. Los núcleos vestibulares son estrechamente modulados por el cerebelo y también activan el sistema activador reticular (SAR), cerca de la parte superior del tallo encefálico. Esta zona es fundamental para nuestro sistema de atención, ya que regula los datos sensoriales de entrada. Esta interacción nos ayuda a mantener el equilibrio, transformar el pensamiento en acciones y coordinar los movimientos. Por esto hay un valor en los juegos que estimulan el movimiento del oído interno como el vaivén, el balanceo y el salto.

Peter Strick, del Veteran Affairs Medical Center of Syracuse, Nueva York, estableció otro vínculo, trazando una vía de vuelta desde el cerebelo a zonas del cerebro implicadas en la memoria, la atención y la percepción espacial. De modo sorprendente, la parte del cerebro que procesa el movimiento es la misma que procesa el aprendizaje.

Otro ejemplo: el neurocientífico Eric Courchesne, de la Universidad de California en San Diego, dice que el autismo puede estar relacionado con déficits cerebelares (L. Richardson, 1996). Sus estudios de elaboración de imágenes del cerebro han demostrado que los niños autistas tienen cerebelos más pequeños y menos neuronas cerebelares. También ha vinculado esos déficits con una capacidad debilitada para trasladar la atención rápidamente de una tarea a otra. Dice que el cerebelo filtra e integra avalanchas de datos de entrada de forma compleja que permiten la toma de decisiones complicadas. Una vez más, la parte del cerebro que controla el movimiento está implicada en el aprendizaje. Sorprendentemente, no hay un “centro de movimientos” en nuestro cerebro (Greenfield, 1995). El movimiento y el aprendizaje tienen una interacción constante.

En Filadelfia, Glen Doman ha tenido un éxito espectacular con niños autistas y con niños que padecen lesiones cerebrales, utilizando una terapia de integración sensorial intensa. Con el paso de los años, muchos profesores

que introdujeron el “juego” productivo en su currículum comprobaron que la enseñanza llegaba más fácilmente a los alumnos.

En la Conferencia Anual de la Sociedad de Neurociencia de 1995, W.T. Thatch Jr. presidió uno de los simposios de mayor asistencia: “¿Cuál es la función específica del cerebelo en la cognición?”. Thatch es un investigador de la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington que ha estado recopilando datos durante años. Los 800 asistentes escucharon con mucha atención una información opuesta a los argumentos que defendía una comunidad neurocientífica cegada por años de prejuicio. Se mencionaron casi ochenta estudios que sugieren la existencia de fuertes vínculos entre el cerebelo y la memoria, la percepción espacial, el lenguaje, la atención, la emoción, las claves no verbales e incluso la toma de decisiones. Estos hallazgos implican con fuerza el valor de la educación física, el movimiento y los juegos para fomentar la cognición.

DESARROLLO MOTOR Y APRENDIZAJE

Existe investigación biológica, clínica y académica importante que apoya esta conclusión. La zona conocida como la cingulada anterior es particularmente activa cuando se inician nuevos movimientos o nuevas combinaciones. Esta zona concreta parece unir algunos movimientos con el aprendizaje. Los primeros estudios de Prescott (1977) indican que si nuestros movimientos se debilitan, el cerebelo y sus conexiones con otras zonas del cerebro se ven afectados. Señala que el cerebelo también está implicado en la “conducta emocional compleja” (inteligencia emocional). Sus experimentos con ratones apoyan sus conclusiones. Los ratones con déficits cerebelosos obtuvieron peores puntuaciones en las pruebas del laberinto.

Nuestro cerebro crea movimientos enviando un diluvio de impulsos nerviosos, ya sea a los músculos o a la laringe, dado que cada músculo tiene que recibir un mensaje en un momento ligeramente distinto. Esta asombrosa secuencia cerebro-cuerpo se menciona con frecuencia como un modelo espaciotemporal (espacio-tiempo). El investigador William Calvin lo denomina *código cerebral*. Aunque movimientos sencillos tales como masticar chicle están controlados por los circuitos cerebrales básicos más cercanos a la médula espinal, los movimientos complejos —como los pasos de danza, lanzar una pelota o hacer un experimento científico— son bastante diferentes. Algunos movimientos simples, como los que tienen secuencias, están controlados en los niveles subcorticales, como los ganglios basales y el cerebelo. Pero los nuevos movimientos cambian el centro de atención del cerebro porque éste no tiene recuerdos en que basarse para la ejecución. De repente, activamos el córtex prefrontal y los dos tercios traseros de los lóbulos frontales, en particular los dorsolaterales. Esta es una zona del cerebro utilizada a menudo para la

resolución de problemas, la planificación y la secuenciación de cosas nuevas que aprender y hacer (Calvin, 1996).

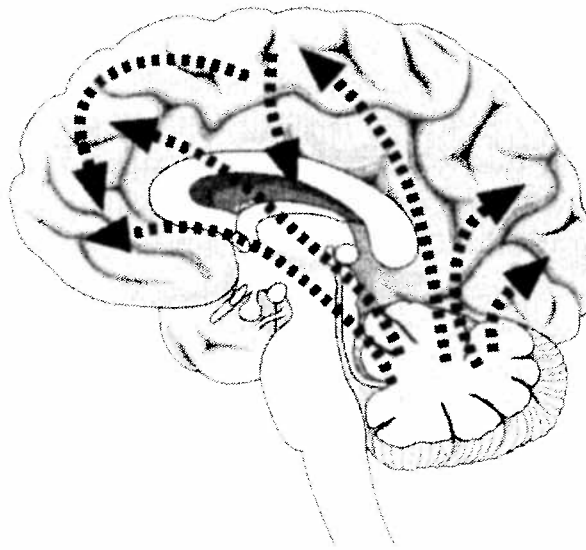
Muchos investigadores (Houston, 1982; Ayers, 1972; Hannaford, 1995) han comprobado que la integración sensoriomotriz es fundamental en la preparación para la escuela. En un estudio llevado a cabo en Seattle, Washington, alumnos de tercer curso estudiaron conceptos lingüísticos mediante actividades de danza. Aunque las puntuaciones en lectura de todo el distrito mostraron una disminución del 2%, los alumnos implicados en las actividades de danza mejoraron sus puntuaciones en lectura el 13% en seis meses (Gilbert, 1977). Una rutina completa incluía giro, gateo, balanceo, mecerse, dar volteretas, andar de puntillas y emparejarse. Lyelle Palmer, de la Winona State University, ha encontrado mejoras significativas en la atención y la lectura gracias a estas actividades estimulantes (Palmer, 1980). Aunque muchos educadores conocen esta conexión, casi todos la descartan una vez que los niños superan los cursos de primero o segundo. La investigación sugiere que la relación entre movimiento y aprendizaje continúa durante toda la vida. La clase de teatro de la Garfield High School en Los Angeles da a los estudiantes una nueva esperanza para el éxito en las habilidades vitales. Las destrezas aprendidas cuando eran niños, mediante el juego y las actividades escolares organizadas, significan que se han creado las vías neuronales correctas (Miller y Melamed, 1989).

¿Es importante el movimiento precoz? Puede haber un vínculo entre violencia y falta de movimiento. Los bebés privados de estimulación por el tacto y las actividades físicas pueden no desarrollar el vínculo movimiento-placer en el cerebro. Se hacen menos conexiones entre el cerebelo y los centros de placer. Un niño puede crecer sin capacidad de experimentar placer mediante los canales habituales. Como consecuencia, se puede desarrollar la necesidad de estados intensos, uno de los cuales es la violencia (Kotulak, 1996). Con suministro suficiente del “fármaco” necesario del movimiento, el niño se siente bien. Si se le priva de ello, habrá problemas.

EDUCACIÓN FÍSICA Y APRENDIZAJE

Un asombrosamente alto 64% de alumnos americanos no participan en un programa diario de educación física (Brink, 1995). En los experimentos de William Greenough realizados en la Universidad de Illinois, los ratones que prosperaban en entornos enriquecidos tenían un mayor número de conexiones entre las neuronas, que los que no disponían de ese entorno. También tenían más capilares alrededor de las neuronas del cerebro que los ratones sedentarios (Greenough y Anderson, 1991). Del mismo modo que el ejercicio modela los músculos, el corazón, los pulmones y los huesos, también fortalece los ganglios basales, el cerebelo y el cuerpo calloso, todos ellos zonas clave

del cerebro. Sabemos que el ejercicio aporta oxígeno al cerebro, pero también neurotropinas (alimento alto en nutrientes) para mejorar el crecimiento y establecer más conexiones entre las neuronas. Se sabe que también el ejercicio aeróbico ayuda a la memoria (Brink, 1995). La figura 9.2 ilustra las vías clave entre movimiento y aprendizaje.



Las proyecciones de los axones son mayores *desde* las zonas asociadas con la acumulación y producción de movimiento *a* las zonas de cognición, que a la inversa. Esto sugiere que el movimiento puede influir sobre la cognición más de lo que antes se creía.

Figura 9.2. Relaciones neuronales entre movimiento y aprendizaje

Los investigadores James Pollatschek y Frank Hagen declaran: “Los niños que participan en educación física diariamente muestran una mejora motriz, un mejor rendimiento académico y una actitud más favorable hacia la escuela, respecto de sus compañeros que no hacen ejercicio físico todos los días” (1996, p. 2). El ejercicio aeróbico y otras formas de “ejercicios de fortalecimiento” pueden tener beneficios mentales duraderos. El secreto es que el ejercicio físico por sí solo parece provocar una rápida respuesta de adrenalina-noradrenalina y una rápida recuperación. Dicho de otro modo, trabajando el cuerpo, preparamos mejor nuestro cerebro para responder con rapidez a los retos que se presentan. Cantidades moderadas de ejercicio, tres veces por semana, veinte minutos diarios, pueden tener efectos muy beneficiosos.

Los neurocientíficos de la Universidad de California, descubrieron que el ejercicio desencadena la producción de BDNF, un factor neurotrófico derivado del cerebro (Kinoshita, 1997). Esta sustancia natural realza la cognición fomentando la capacidad de las neuronas para comunicarse mutuamente. En el Scripps College de Claremont, California, 124 sujetos fueron distribuidos en dos grupos iguales, uno que hacía ejercicio y otro que no lo hacía. Los que hacían 75 minutos de ejercicio por semana mostraban reacciones más rápidas, pensaban mejor y recordaban más (Michaud y Wild, 1991). Dado que los estudios sugieren que el ejercicio puede reducir el estrés, hay también un benefi-

cio adicional. El estrés crónico libera componentes químicos que destruyen neuronas en la zona cerebral fundamental para la formación de recuerdos a largo plazo: el hipocampo. Brink (1995) señala que el ejercicio físico es aún uno de los mejores modos de estimular el cerebro y el aprendizaje (Kempermann, Kuhn y Gage, 1997).

Hay otra evidencia sobre la potencia del movimiento físico: sabemos que gran parte del cerebro está implicada en movimientos complejos y ejercicio físico, no es sólo "trabajo muscular". De hecho, según el tipo de elaboración, la parte del cerebro implicada en casi todo aprendizaje, el cerebelo, tiene mucho que ver en ello (Middleton y Strick, 1994). En un estudio canadiense con más de 500 escolares, los que pasaban una hora adicional cada día en una clase de gimnasia tenían mejores notas en los exámenes que los que no hacían ejercicio (Hannaford, 1995). La investigación de Dustman (Michaud y Wild, 1991) reveló que entre tres grupos de prueba, el que hacía ejercicios aeróbicos enérgicos mejoró la memoria a corto plazo, el tiempo de reacción y la creatividad. Todos los alumnos necesitan treinta minutos diarios de movimiento físico para estimular el cerebro, dice el ministro de educación y deportes. Los proyectos Vanves y Blanshard, en Canadá, revelaron algo incluso más sorprendente: cuando se aumentó un tercio el tiempo dedicado a educación física en la jornada escolar, las puntuaciones académicas mejoraron (Martens, 1982).

LAS ARTES DEL MOVIMIENTO

Tres países que obtienen altas puntuaciones en Matemáticas y Ciencia (Japón, Hungría y Países Bajos) tienen una formación intensiva en música y en arte incluidas en sus currículos de educación primaria. En Japón, cada niño tiene que tocar un instrumento musical o estar dedicado a cantar en coros, escultura y diseño. Enseñar arte a los alumnos también ha estado vinculado con un mejor pensamiento visual, una mejor resolución de problemas y mayor riqueza de lenguaje y creatividad (Simmons, 1995). Muchos estudios sugieren que los alumnos reforzarán el aprendizaje académico con juegos y con las denominadas actividades "lúdicas" (Silverman, 1993). La idea de realizar alguna actividad física diaria está en aumento. Jenny Seham, del National Dance Institute (NDI) de Nueva York, dice que ha observado durante años los resultados cognitivos y sociales medibles y reconfortantes de los escolares que estudian danza. Seham habla con entusiasmo sobre los cambios positivos en la autodisciplina, los cursos y el sentido de la vida que muestran sus alumnos. Ahora está dedicada a calcular los resultados de más de 1.500 niños que hacen danza semanalmente en el NDI.

Los investigadores saben que ciertos movimientos estimulan el oído interno. Eso ayuda al equilibrio físico, a la coordinación motriz y a la estabilización de imágenes en la retina. David Clarke, de la Facultad de Medicina de la Uni-

versidad del Estado de Ohio, ha confirmado los resultados positivos de un tipo particular de actividad física: girar (1980). Al desaparecer las instalaciones especiales de parques y terrenos de juego a causa del aumento de los gastos por responsabilidad civil, hay una nueva preocupación: más incapacidades de aprendizaje. Los estudios de Clarke sugieren que ciertas actividades de giro fomentan el estado de alerta, la atención y la relajación en el aula. Los alumnos que se ponen sobre las dos patas traseras de sus sillas en clase están estimulando con frecuencia su cerebro con un movimiento de mecerse que activa la zona vestibular. Aunque es una actividad insegura, resulta ser excelente para el cerebro. Deberíamos proporcionar a los alumnos más a menudo actividades que les permitan moverse con seguridad, tales como juegos de rol, estiramiento, parodias, etc.

Demos a un centro docente instrucción diaria en danza, música, teatro y arte visual con un considerable movimiento, y se podrá lograr un milagro. En Aiken, Carolina del Sur, las puntuaciones de la prueba de la escuela elemental Redcliffe fueron del 25% más bajo en el distrito. Después de añadir un intenso currículo de artes, la escuela pasó a los primeros puestos en seis años (suficientes para permitir a los alumnos mejorarse desde los cursos primero a sexto). Esta escuela rural demostró que un intenso currículo en artes es el núcleo creativo de la excelencia académica y no una mayor disciplina, niveles más altos o leer, escribir y contar (Kearney, 1996).

Arthur Stone, de la Universidad del Estado de Nueva York, dice que divertirse puede ser bueno para la salud. Disminuye el estrés y mejora el funcionamiento del sistema inmunitario durante tres días después de la diversión. La mayoría de los niños disfrutaban de la danza, las artes y los juegos. No sólo es bueno para el cerebro, también te hace sentirte bien. Mediante experimentos con primates, los neurofisiólogos James Prescott y Robert Heath comprobaron que hay un vínculo directo desde el cerebelo a los centros del placer en el sistema emocional (Hooper y Teresi, 1986). Los niños que disfrutaban con los juegos en el patio lo hacen por una buena razón: las experiencias sensoriomotrices alimentan directamente los centros del placer de sus cerebros. Esto no es trivial, ya que disfrutar en la escuela mantiene a los alumnos estudiando un año tras otro.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

La investigación actual sobre el cerebro, la mente y el cuerpo establece vínculos significativos entre movimiento y aprendizaje. Los educadores deberían interesarse por integrar las actividades de movimiento en la enseñanza cotidiana. Esto incluye mucho más que actividades prácticas. Significa estiramiento, paseos, danza, teatro, interpretación, cambio de asientos, y educación física a diario. La idea de utilizar sólo el pensamiento lógico en una clase de matemáticas desaparece ante la actual investigación sobre el cerebro. La ense-

ñanza que tiene en cuenta la actividad del cerebro sugiere que los educadores deberían entrelazar las matemáticas, el movimiento, la geografía, las habilidades sociales, el juego de rol, la ciencia y la educación física. De hecho, Larry Abraham, del Departamento de Kinesiología en la Universidad de Texas, señala: "Los profesores deberían hacer que los alumnos se muevan por la misma razón que los profesores de educación física hacen que sus alumnos cuenten" (1997). La educación física, el movimiento, la dramatización y las artes pueden ser una actividad continua. No hay que esperar a un acontecimiento especial. Aquí damos ejemplos de estrategias fáciles de utilizar.

Fijación de objetivos sobre la marcha

Comenzar la clase con una actividad donde todos se pongan en parejas. Los alumnos pueden hacer bromas o expresar sus objetivos con gestos a un compañero e ir a dar un corto paseo mientras se fijan dichos objetivos. Hay que pedirles que contesten a tres preguntas centrales tales como:

- ¿Cuáles son mis objetivos para hoy y para este año?
- ¿Qué tengo que hacer hoy o esta semana en clase para alcanzar mis objetivos?
- ¿Por qué es importante para mí alcanzar mis objetivos hoy?

Se pueden inventar todas las preguntas que se desee o pedir a los alumnos que hagan algunas.

Drama, teatro y juegos de rol

Conviene acostumbrar a los alumnos de clase a ejecutar juegos de rol diarios o al menos, semanales; también hacer que inventen historias para detectar las ideas principales. Pueden organizar una representación mímica improvisada para dramatizar un asunto clave, hacer anuncios de un minuto adaptados de la TV para anunciar el contenido siguiente o examinar el contenido anterior.

Energizantes

Pueden utilizar el cuerpo para medir las cosas del aula e indicar los resultados. Por ejemplo: "Este armario tiene 99 palmos de largo."; jugar al juego de 'Simón dice' con el contenido incluido en el juego: "Simón dice: 'señala al Sur'. Simón dice: 'señala cinco fuentes distintas de información en este aula'". Hacer procesos de rompecabezas en equipo con mapas mentales enormes de tamaño cartel. Levantarse y tocar siete colores en orden sobre siete objetos diferentes. Enseñar a través del movimiento, utilizando palabras que ejerciten la memoria. Por ejemplo. "De pie en la habitación donde aprendimos por vez primera a..."

Los juegos de lanzamiento de pelota se pueden utilizar para un repaso, creación de vocabulario, narración de relatos o autodescubrimiento. Los alumnos pueden reescribir poemas como canciones familiares por grupos o en equipo, y luego interpretar la canción con coreografía.

Asimismo, pueden realizar actividades físicas como el juego de tira y afloja con una soga (tirasoga) donde cada alumno elige a un compañero y un asunto de una lista que todos han estado aprendiendo. Cada persona forma una opinión sobre el tema. La finalidad es que cada alumno convenza a un compañero, en treinta segundos, de por qué su asunto es más importante. Después del debate *verbal*, las parejas forman dos equipos para un tirasoga gigante, para un desafío *físico*.

Laterales y transversales

Aprender y utilizar actividades de brazos y piernas cruzados o transversales que puedan obligar a ambos hemisferios cerebrales a “comunicarse” mejor mutuamente. “Date palmaditas en la cabeza y frota tu barriga” es un ejemplo de un juego cruzado. Otros ejemplos incluyen marchar mientras se dan golpecitos a las rodillas opuestas, darse uno mismo una palmada en el hombro contrario, y tocar los codos o las rodillas opuestas. Varios libros destacan estas actividades. (Hannaford, 1995).

Estiramientos

Para comenzar la clase, o en cualquier momento en que se necesite un poco más de oxígeno, conviene que todos se levanten para hacer algún estiramiento lento. Conviene dejar a los alumnos más movilidad en el aula durante momentos específicos: que hagan recados, poner una soga colgada para trepar, o simplemente permitirles que caminen por la parte trasera del aula siempre que no molesten a otros compañeros.

En general, se necesita hacer todo lo que se pueda para apoyar la educación física, las artes y las actividades de movimiento en el aula, y dar importancia a estos ejercicios en la escuela y en el barrio.

Estamos en una época en que muchos niños no participan en la educación física. Los recortes presupuestarios afectan con frecuencia a las artes y a la educación física considerándolo como “fruslerías”. Eso es vergonzoso porque está claro que estas actividades hacen interesante la escuela para muchos alumnos y pueden ayudar a mejorar el rendimiento académico. “La actividad física es esencial para promover el crecimiento normal de la función mental,” dice Donald Kirkendall (Pollatschek y Hagen, 1996, p. 2). Carla Hannaford señala: “Las artes y las actividades deportivas no son banalidades. Son formas importantes de pensamiento y modos acertados de comunicarse con el mundo. Merecen una parte mayor, y no menor, de tiempo y de presupuestos para su enseñanza” (1995, p. 88).

Aunque es contraproducente hacer que sea más importante que la escuela misma, el movimiento debe volverse tan digno como el denominado “trabajo sobre los libros”. Necesitamos utilizar mejor nuestros recursos en modos que aprovechen el poder oculto del movimiento, de las actividades y de los deportes. Norman Weinberger, científico del Departamento de Neurobiología del aprendizaje y de la memoria en la Universidad de California, declara: “La educación en las artes facilita el desarrollo del lenguaje, mejora la creatividad, refuerza la disposición para la lectura, ayuda al desarrollo social y éxito académico general y fomenta actitudes positivas hacia la escuela” (1995, p. 6). Esta actitud se ha vuelto cada vez más predominante entre los científicos que estudian el cerebro. Es tiempo de que los educadores lo asuman.

10

El cerebro como elaborador de significados

CUANDO LOS ALUMNOS dicen: “La escuela es aburrida”, una parte del comentario refleja un sentimiento adolescente común. Aun así, hay algo más. Los alumnos quieren que la escuela merezca la pena y tenga sentido. Con tantas personalidades, culturas y tipos de alumnos diferentes, ¿cómo puede la escuela tener sentido para todos? En este capítulo veremos cómo se puede hacer que la enseñanza sea más rica y más atractiva poniendo las condiciones para que tenga un mayor significado.

BÚSQUEDA DEL SIGNIFICADO

Tradicionalmente, las escuelas fueron un lugar social y un sistema de suministro de información, pero no se pensaba mucho en el contenido que se transmitía. La Era de la Información cambió todo esto. Mientras que, en los años cincuenta, en Estados Unidos, el alumno estaba expuesto a unos cuantos manuales, tres cadenas de TV, algunas novelas y varias revistas, hoy es muy diferente. El enorme volumen de información accesible nos hace retroceder. Cientos de canales de TV y multitud de revistas de actualidad y libros son accesibles con facilidad. Hay miles de sitios web, incontables contactos por Internet, correo electrónico, faxes y teléfonos móviles para asaltar el sistema de tratamiento de la información del cerebro.

Aunque el cerebro es un experto en aprender, la cantidad de información que recibimos actualmente puede ser de cien a mil veces más, comparada con

lo que era sólo hace 50 años. Esta avalancha virtual de datos puede hacer que simplemente nos “desconectemos”. En las escuelas, más clases, más contenidos y más información que aprender pueden tener un efecto negativo sobre los alumnos: estrés por sobrecarga de información. Una de las soluciones es asegurar la *calidad* de la información, no la *cantidad*. Esto lo podemos hacer organizando el significado con un propósito. La exploración del significado puede ser intrínsecamente motivadora.

Los investigadores nos dicen que hay dos tipos de significado: la referencia y el significado del sentido (Kosslyn, 1992, p. 228). Otros se refieren al significado como “superficie” o como “sentido profundo” (Caine y Caine, 1994). El primero es una especie de significado señalador, una definición de diccionario que se refiere al territorio léxico de la palabra. Por ejemplo, *gabardina* es una “prenda impermeable de tamaño grande o una prenda de plástico”. Pero el significado del “sentido” de la palabra es diferente. Aunque sé lo que es una gabardina, significa poco para mí, ya que vivo en un clima donde raramente llueve. La gabardina que tengo apenas la utilizo, sólo (cuando viajo), y la mayoría del tiempo está ocupando un espacio en el armario.

Comparemos esto con un “sentido” muy diferente o un significado “profundamente sentido”. Digamos que usted lleva su gabardina de 50 a 60 días al año porque vive en una zona donde llueve a menudo. Su gabardina puede protegerle de la lluvia, ser un añadido de buena apariencia para su guardarropa y recibir cumplidos por ello. Su gabardina tiene “sentido de significado” para usted. Es más que una prenda de vestir; es tanto una necesidad como un “amigo”.

En el aula, la guerra de Vietnam puede presentarse a nivel superficial o con un significado profundamente sentido. Lo segundo podría ocurrir si el profesor es un veterano de Vietnam que comparte experiencias con sus estudiantes. En este capítulo, evitaremos el diccionario de significado “señalado” y trataremos el de significado “sentido”.

BIOLOGÍA DEL SIGNIFICADO

Muchos de nuestros significados profundamente sentidos en la vida están insertos, como una especie de conexión fuerte en nuestros cerebros. Un ejemplo sería la respuesta humana de tristeza a la enfermedad y a la muerte. Los seres humanos han aprendido simplemente, con el paso de los siglos, a valorar la vida por encima de la muerte. Una sospecha para este mecanismo es que la liberación de productos químicos basados en la emoción puede cambiar realmente la estructura física del cerebro. La investigación de Roger Sperry, premio Nobel (Thompson, 1993) indica que los gradientes químicos en los ratones estimulan el crecimiento y la dirección de los axones hacia una célula particular de destino. El organismo modificado puede tener una ven-

taja adaptativa sobre otro que no ha desarrollado esta respuesta. Por ejemplo, el miedo a un gran predador que se acerca con rapidez es automático. En los tiempos antiguos, los seres humanos que respondían a este miedo tenían probablemente un índice de supervivencia mucho mayor.

El significado que no está fuertemente conectado es un poco más confuso. Este significado “construido” podría ser como una fiesta satisfactoria con la familia o un proyecto científico desafiante para un alumno. Las exploraciones PET revelan que la experiencia del significado tiene una correlación biológica, pero ello depende de qué tipo de significado. Cuando algo tiene sentido durante la lectura, generalmente hay más actividad (medido por el consumo de glucosa) en los lóbulos frontal izquierdo, temporal o parietal, dice Michael Posner, de la Universidad de Oregón. Si es un significado más espiritual, probablemente es una actividad del lóbulo parietal, dice V.I. Ramachandran, de la Universidad de California en San Diego. Es un significado sentido emocionalmente; puede mostrar actividad en las zonas frontal, occipital y central del cerebro, indica Antonio Damasio, de la Universidad de Iowa. Si el significado está relacionado con un descubrimiento, es más probablemente una actividad del lóbulo frontal izquierdo. Estas distintas zonas de ubicación sugieren que el concepto de significado también puede ser diferente (Fig. 10.1).

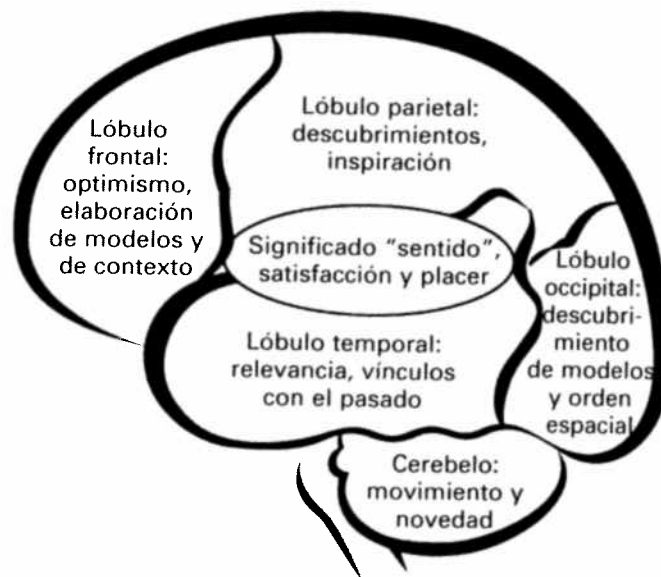


Figura 10.1. La elaboración de significado se produce en muchas zonas del cerebro

En resumen, el significado es complejo. Conocemos las correlaciones pero no tenemos relaciones causales. La evidencia sugiere que sean probables estos factores: relevancia, emociones, y contexto y elaboración de modelos. La relevancia es una función de la elaboración cerebral de una conexión desde puntos neuronales existentes. Las emociones se desencadenan por la química del cerebro, y el contexto desencadena una elaboración de modelos que puede

estar relacionada con la formación o activación de campos neuronales más amplios. Todo significado tiene, al menos, uno de esos tres componentes, pero no lo contrario. Algo podría ser relevante y carecer aún de significado. Tomar una dieta nutricionalmente correcta es muy importante, pero podría tener poco significado para la mayoría de los alumnos.

Importancia de la relevancia

¿Cuál es la biología de la relevancia? Es uno de los tipos de significado más fáciles y más corrientemente elaborados. Se produce en un nivel celular simple. Una neurona ya existente se “conecta” con una neurona cercana. Si el contenido es irrelevante, no es probable que se establezca una conexión. Aunque las neuronas están constantemente activándose, la mayor parte del tiempo es una cháchara inaudible. Las conexiones relevantes se hacen más a menudo, y eso las refuerza. Cada pensamiento que se tiene aumenta las probabilidades de que ese pensamiento actúe de nuevo.

Algunos pensamientos activan campos neuronales enteros que pueden cruzar los límites celulares y de los axones. A mayor número de vínculos y asociaciones creados por el cerebro, más territorios neuronales hay implicados y más firmemente entrelazada está la información neurológicamente. Las conversaciones con Buckminster Fuller, premio Nobel, eran tan ricas porque podía establecer tantas asociaciones que casi todo le recordaba casi todo lo demás. Una conversación sobre aves podía plantear la historia de la observación de las aves, el suministro cambiante de alimento, la economía de la conversación, la geografía, la economía de las aves, la biología, el amor, los rituales, el mito, la política y la belleza. Para Fuller, casi todo era relevante. Para muchos alumnos, el problema es lo contrario. La información del aula carece de la relevancia personal necesaria para cualquier significado.

Sugerencias prácticas para crear significado

Nunca debemos suponer que porque algo sea relevante para nosotros, también lo es para los alumnos. Hay que ayudarles a descubrir la relevancia, pero sin imponer nuestras conexiones. Hay que dar a los alumnos tiempo para vincular la enseñanza anterior con el debate, la elaboración de mapas y las tareas periodísticas. Debemos utilizar el poder de los hechos actuales, la historia familiar, los relatos, el mito, las leyendas y las metáforas para ayudar a crear una enseñanza interesante. Durante toda la historia humana, los relatos han sido fundamentales para comprender y valorar a las personas y a las lecciones del pasado. Dejemos que los alumnos expliquen con sus propias palabras lo que han aprendido. Se puede utilizar importantes relatos personales. Se podría también vincularlo con los medios nacionales o locales de comunicación. Hay que alentar a los alumnos a compartir sus propias experiencias.

Los profesores que siguen resaltando los métodos de enseñanza unilaterales están infringiendo un principio importante de nuestro cerebro. Somos seres esencialmente sociales y nuestros cerebros crecen en un entorno social. Dado que a menudo elaboramos significado mediante la socialización, toda la función del debate alumno-alumno se infrautiliza muchísimo. Cuando se emplea correctamente, la enseñanza cooperativa es muy compatible con el cerebro. Hablar, compartir y debatir son algo fundamental; estamos biológicamente conectados para el lenguaje y la comunicación. Empleemos preguntas de debate o dejemos que los alumnos se emparejen y compartan experiencias personales. Dejemos tiempo para la “libre asociación”. Podríamos hacer preguntas como: “¿Os ha ocurrido esto alguna vez?” o “¿podríais comparar y cotejar esto con una experiencia personal?”

IMPORTANCIA DE LAS EMOCIONES

¿Por qué y cómo conectan las emociones con el significado? James McGaugh, neurobiólogo en la Universidad de California, dice que las emociones intensas desencadenan la liberación de componentes químicos como adrenalina, norepinefrina y vasopresina. Añade: “Hacen señales al cerebro y esto es importante” (Hooper y Teresi, 1986). Las emociones y el significado están vinculados. La pregunta planteada con frecuencia es: “¿Qué está primero, la emoción o el significado?”. Es algo parecido a la pregunta del huevo y la gallina. Los sistemas están tan interconectados que los componentes químicos de la emoción se liberan casi de modo simultáneo con la cognición (Hobson, 1994; LeDoux, 1996).

Generamos emoción acerca de lo que está ocurriendo, momento a momento. No obstante, la mayoría de nuestros estados emocionales no son muy intensos. En general, experimentamos emoción sólo respecto de lo que importa, dicen los psicólogos Bernice Lazarus y Richard Lazarus. Sabemos que nuestro sentido evaluador de hechos, personas y cosas parece dar significado a las cosas (“¿Es bueno o malo?”). Se nos ha enseñado que la capacidad de distinguir entre bueno y malo es una función cognitiva, basada en la experiencia de la vida. Eso es sólo en parte verdad. Cuando evaluamos, estamos imbuyendo sentimientos en el contenido. Esto sugiere la vinculación entre sentimientos y significado. Todo se procesa en un nivel inconsciente en la zona central del cerebro y de la zona del tallo encefálico (Cytowic, 1993 y LeDoux, 1996).

Lazarus y Lazarus añaden: “La trama dramática o el significado personal que define cada emoción es universal en la especie humana” (Lazarus y Lazarus, 1995). Las emociones se engranan con el significado y predicen el aprendizaje futuro porque involucran nuestros objetivos, creencias, sesgos y expectativas. Se puede sacar provecho de este proceso. Cuando los alumnos fijan

objetivos, sus emociones crean el objetivo y su interés en alcanzarlo. Para provocar estas emociones, los alumnos deben compartir con otra persona por qué quieren alcanzar sus objetivos.

En un aula, los estados emocionales son una importante condición en torno a la cual los educadores deben dirigir la enseñanza. Los alumnos pueden aburrirse con la lección, temer un próximo examen o desanimarse ante una exigencia planteada. Podrían estar muy animados ante un próximo acontecimiento deportivo, la anterior clase de educación física o una relación. En vez de intentar eliminar las emociones, para poder captar la enseñanza “seria”, tiene más sentido integrarlas en nuestro currículo. Renate Caine, profesora en la Universidad estatal de California, dice que cuando ignoramos los componentes emocionales de cualquier persona a la que enseñamos, privamos a los alumnos de un aprendizaje significativo (Caine y Caine, 1994). Las emociones impulsan al triángulo de la atención, el significado y la memoria. Si se trabajan las emociones de un modo productivo harán una “triple tarea” para captar las tres.

PROVOCAR EMOCIONES PRODUCTIVAS

Existe una gran diferencia entre evocar las emociones simplemente al azar y provocar de modo productivo o entrelazar las emociones a propósito. En el primer caso, es poco serio. En el segundo, es enseñanza inteligente. Aquí se dan algunas estrategias específicas para ayudar a los alumnos a desarrollar más “significado”.

- **Expresión.** Asegurarse de que el alumno tiene un modo positivo y seguro de expresar cualquier emoción negativa o positiva. Para comenzar bien, se podría poner una “papelera” cerca de la puerta, de modo que los alumnos puedan verter en ella cualquier sentimiento negativo, ya sea por escrito o simbólicamente. Utilicemos una imagen mental tranquilizadora o un ejercicio de relajación, o hagamos algún ejercicio físico, como dar un paseo, saltar, hacer estiramiento, gatear o jugar. Fomentemos el diálogo con los compañeros, con un pequeño grupo o con todo el grupo. Demos tiempo a la reflexión interna para escribir boletines, hacer nuestra autoevaluación o fijar objetivos.
- **Movimiento.** Asegurarse de que la enseñanza se entrelaza con las emociones positivas mediante juego de rol, teatro, dramatización, representación mímica, arte y simulaciones. También se puede utilizar la música, tocar instrumentos, cantar, saludos, gritos, debates, relatos personales, improvisación, danza, acertijos, ejercicios, estiramiento, juego, paseos por el campo y escuchar a oradores alumnos o invitados.

- **Límites.** Poner límites altos en la enseñanza mediante la fijación de objetivos o la posibilidad de presentaciones públicas para provocar una inversión emocional. Hacer de la elección un componente clave y divertido. Mientras los alumnos tengan recursos y el apoyo de los compañeros, la mayoría de ellos estará dispuesta a hacer esos proyectos.
- **Novedad.** En los estudios con animales, la novedad ha sido una de las condiciones experimentales más poderosas que llevan a una respuesta hormonal (Levine y Coe, 1989). Demasiada novedad creará malestar y poca, provocará tedio. Hagamos que la novedad sea relevante, social y divertida. Creemos entornos donde el aula sea rediseñada o decorada como una ciudad, un lugar nuevo o un país extranjero; dejemos que los alumnos diseñen el aula como un bosque, un avión, un negocio u otro país.
- **Compartir.** Desarrollemos una mayor colaboración entre compañeros, hagamos proyectos cooperativos. Utilicemos socios, equipos de larga duración o grupos temporales para actividades especializadas.
- **Aprendizajes.** Proporcionemos relaciones de aprendizaje con expertos. Las aulas multiedad y los adultos activos en la comunidad son ejemplos perfectos de sistemas de apoyo.
- **Pensar a lo grande.** Hacer menos proyectos pero más complejos, especialmente los proyectos largos multinivel, con tiempo y recursos suficientes. Los alumnos de una clase de ciencias podrían planear un viaje de cinco años a Marte. El proyecto implicaría destrezas en matemáticas, ciencias, resolución de problemas, investigación, economía y habilidades sociales. Los proyectos complicados ofrecen más oportunidades para la curiosidad, el misterio, la interacción social, la frustración, la emoción, el desafío, el cumplimiento y la celebración con los alumnos de cualquier nivel.

IMPORTANCIA DEL CONTEXTO Y LOS MODELOS

En su obra *Pattern Thinking*, Andrew Coward (1990) dice que el cerebro forma rápidamente jerarquías para extraer o crear modelos. Estos dan contexto a la información que, de otro modo, se descartaría como carente de significado. Este deseo de formar algún tipo de modelo lleno de sentido a partir de la enseñanza parece innato. Los niños crean juegos en los que se organizan las conductas y se disponen los objetos en modelos en vez de dejarlos al azar. Los adultos organizan los platos, coches, herramientas, artículos de coser, negocios, archivadores y capítulos de libros.

Los investigadores creen que la elaboración de modelos puede comenzar a un micronivel. Las neuronas individualmente no parecen mostrar un aprendizaje, sólo grupos de neuronas. Estas redes o “nubes” de neuronas parecen

reconocer y responder a una enseñanza que tenga sentido. De hecho, los científicos están probando actualmente modelos de percepción y aprendizaje que parecen imitar al sistema visual del cerebro (Bruce y Green, 1990). Estos modelos "conectivistas" reflejan los grupos y sinapsis neuronales y sus primeros hallazgos parecen ser alentadores.

Otras áreas de la Neurobiología sugieren que la elaboración de modelos puede ser innata. En un experimento clásico, se mostró a bebés una serie de dibujos. Cada ilustración tenía exactamente los mismos elementos que un rostro humano, pero sólo uno de ellos no tenía mezclados los ojos, nariz, cabello y boca. Con el fin de determinar el grado de interés y su valor para un bebé, se hicieron anotaciones cuidadosas de qué figuras eran las preferidas, por "tiempo de observación". El modelo de un rostro humano en su forma correcta tenía mucho más significado para los bebés, incluso para los que sólo tenían días (Franz, 1961). Los bebés de diez meses o menos de edad son más atraídos por los modelos y pueden reconocerlos más rápidamente (Mehler y Dupoux, 1994). En cintas de vídeo, los bebés mostraban expresiones de confusión cuando se les presentaba material disperso "sin modelo". Estos estudios sugieren que estamos "conectados" para prestar atención a ciertos modelos.

En pruebas de percepción visual, los investigadores han demostrado no sólo que podemos discriminar de forma "natural" modelos de aprendizaje, sino que podemos también aplicarlo a otros modelos. Elaborar conexiones familiares (relevancia) y localizar redes neuronales (elaboración de modelos) son fundamentales para la formación del significado (Freeman, 1995). ¿Hasta qué punto es importante para el cerebro el proceso de la elaboración de modelos? Jane Healy, experta en desarrollo infantil, dice: "Cada vez estoy más convencida de que los modelos son la clave de la inteligencia. Modelar la información significa realmente organizar y asociar nueva información con los vínculos mentales anteriormente desarrollados" (1994, p. 49). Utilizar las zonas cerebrales de detección y de elaboración de modelos es fundamental para un desarrollo correcto. Healy añade: "Los niños que no aprenden a buscar significado son con frecuencia buenos 'técnicos' en 1º y 2º cursos porque pueden tratar datos aislados, pero cuando aumentan las exigencias de comprensión, se ven 'contra las cuerdas', simplemente porque no pueden reunirlos y extraer su sentido. Los que pueden lograrlo son considerados con frecuencia como más inteligentes" (p. 50).

El hecho de que el cerebro extraiga modelos para elaborar un contexto lleno de significado, fue utilizado originariamente como la teoría subyacente a una enseñanza temática integrada (Kovalik, 1994). Aun así, hay una diferencia significativa entre lo que constituye un modelo para un novato y para un experto. Aunque el cerebro es un consumado elaborador de modelos, la madurez intelectual enriquece muy notablemente el proceso. Las exploraciones PET indican que un jugador novato de ajedrez quema más glucosa y utiliza el

hemisferio izquierdo (secuencia paso a paso) del cerebro. Un maestro de ajedrez gasta menos glucosa mientras enlaza modelos más amplios con el hemisferio derecho del cerebro. Evidentemente, sería más probable que un historiador contemplase en la conducta humana un modelo multisecular, que un alumno de 4º curso. Como consecuencia, los profesores pueden ver los temas, conexiones y relevancias que un alumno no consigue ver, porque los adultos han acumulado previamente vínculos de conocimiento. Para los alumnos más jóvenes, el aprendizaje tiene que ser sencillamente ponerse “manos a la obra”, basándose en la experiencia y preparándose para desarrollar modelos.

Los modelos temáticos complicados surgen *después* que el cerebro ha recopilado suficientes datos con los que lograr un contexto lleno de sentido. Los modelos se pueden crear y construir sólo cuando ya se posee suficiente información “básica” esencial. Como consecuencia, el currículum temático puede ser más útil para los alumnos mayores que para los más jóvenes. Ello se debe a que el alumno de 16 años tiene ya las piedras miliare del conocimiento con las que crear un modelo. Metafóricamente, conoce ya los postes de las empalizadas, así que es más fácil construirlas. En resumen, la evidencia que enlaza la búsqueda de significado (natural del cerebro) para integrar los temas de enseñanza, es más anecdótica e interpretativa que biológica. Kovalik defiende que un punto de vista, un principio desde el que actuar, es mucho más útil que el uso de un simple tema durante el año. Los conceptos universales y los principios organizadores nucleares tales como la interdependencia pueden tener mucho más sentido para los jóvenes.

También hay un gran valor en los modelos interdisciplinares y transversales. Consiguen mayor relevancia y contextualización y, más importante, ayudan a los alumnos a comprender las conexiones necesarias en el aprendizaje. En el aula, es la capacidad de ver la relación mutua entre las ideas y los hechos individuales lo que hace que tengan sentido en un campo más amplio de información. Ayudemos a los alumnos a captar cómo la economía se relaciona con la geografía, cómo las matemáticas se vinculan con el arte y la música, y cómo la ecología tiene que ver con la ciencia y la política. Mediante el debate, las artes o el pensamiento visual, ellos pueden elaborar modelos importantes y llenos de sentido.

En resumen, conocemos los ingredientes, pero no la receta. La capacidad de elaborar modelos coherentes y de tener en cuenta el contexto parece activar los lóbulos frontales. La capacidad de utilizar nuestras experiencias pasadas reside en los lóbulos temporales. El significado de la activación emocional es más probable que se origine en el circuito de recompensa de la zona central del cerebro. El tálamo, la amígdala e incluso las zonas parietales inferiores están implicadas en ello. La construcción de significado es compleja. Cualquiera de estos componentes pueden desencadenarlo, pero ninguno está garantizado. Esto sugiere que deberíamos contar con todos en nuestras actuaciones (Fig. 10.2).

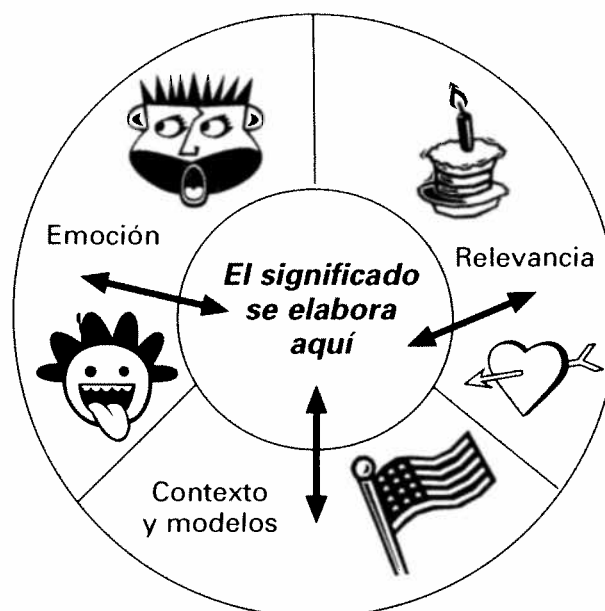


Figura 10.2. Factores que contribuyen a la construcción de significado

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

El contexto puede ser explícito o implícito. El aprendizaje implícito forma un modelo denominado *modelo mental*. Los profesores que revelan sus propios modelos mentales y obtienen los modelos de los alumnos, pueden sorprenderse de su valor. Parecen ser “ventanas de la mente” virtuales que hacen explícito el aprendizaje implícito. Conviene preguntar a los alumnos *cómo* saben ellos *lo que* saben mediante el uso de preguntas “cómo”. ¿Cómo funciona la democracia? ¿Cómo cambia el tiempo? ¿Cómo digiere nuestro cuerpo los alimentos? ¿Cómo se hace para resolver problemas? Estos tipos de preguntas aportarán los modelos que pueden mostrar los límites, las restricciones y la genialidad en el pensamiento de los alumnos.

Los modelos de aprendizaje explícito pueden incluir organizadores gráficos. Son un modo de basar la información en un contexto para su mejor comprensión y para tener más significado. Los estudios atribuyen un éxito a este aprendizaje “por modelo” (Jones et al., 1988, 1989). La elaboración de mapas puede servir como una exposición previa a los modelos de un tema. Estos dibujos tipo web son una presentación visual creativa del asunto y de las relaciones, símbolos y palabras claves que tienen significado para el alumno. Jeff King, director de formación del personal en el Instituto de Arte de Dallas, dice que ayudan a los alumnos a aprender más, a recordar más y a mejorar las actitudes. Una vez puestos sobre el papel, pueden ser compartidos con otras personas para incrementar su significado y reforzar el contexto y los detalles.

La antigua Unión Soviética tenía una de las mejores puntuaciones del mundo en Matemáticas y Ciencia. Una incursión en este éxito se debe al trabajo pionero de un profesor legendario de enseñanza media, Victor Shatalov. Como uno de los más premiados de su país, Shatalov relaciona los altos niveles del éxito con la influencia de la actitud “nadie fracasará”. Sus alumnos utilizaban organizadores gráficos con códigos de colores para destacar lo más importante. También alternaba diariamente entre la enseñanza global y la de detalle, y compartía sus modelos mentales para aprender (Soloveichik, 1979). Hay muchos otros modos de fomentar la construcción de modelos para los alumnos:

- Responder con paciencia a la interminable serie de “por qué”, que los niños plantean, sin sarcasmo ni siendo demasiado breves o demasiado extensos.
- Destacar los modelos de la Naturaleza. Por ejemplo: “¿Puedes ver todos los tipos de hojas de los árboles?”.
- Desarrollar destrezas de agrupar objetos, ideas, nombres, hechos y otras ideas clave.
- Leer simplemente a los niños y pedirles modelos de organización, como los ciclos de causa y efecto, problema y solución o drama intenso y tiempo de descanso.
- Hacer preguntas en que comparen y contrasten los elementos de la Naturaleza.
- Ayudar a los niños a utilizar rompecabezas de piezas pequeñas, bloques y dominós.
- Utilizar materiales de mercería para aprender modelos. Escoger botones, agujas, hilo y otros artículos de costura. Utilizar cajas de herramientas para elegir tuercas, pernos, tornillos e instrumentos. Enseñar a elegir entre sencillos objetos de la casa, de la escuela o de la vida cotidiana.
- Enseñar y aprender tipos de sonido. Escucharlos en la vida de los animales, tales como llamadas de aves.
- Antes de comenzar un tema, dar una panorámica global utilizando titulares, cintas de vídeo o CD y carteles.
- Ayudar a los alumnos a utilizar destrezas motrices para conducirles a un proceso de aprendizaje.
- Días o semanas antes de comenzar un tema, preparar a los alumnos con orientaciones previas orales, juegos aplicables a textos o manipulados, descripciones metafóricas y mapas mentales del tema colocados en las paredes.

- Cuando se termine un tema, hay que permitir a los alumnos evaluar los pros y los contras, debatir su relevancia y demostrar esta elaboración con modelos, juegos y enseñanzas.

Cada vez hay más escuelas que están comprendiendo la importancia de relacionar las prácticas educativas con los enfoques actuales sobre el cerebro. Las relaciones descritas encajan bien con la teoría y la práctica del aprendizaje contextual y del constructivismo (Parnell, 1996). Quienes han propugnado la creación de significado individual han acertado. En definitiva, cada persona tiene que crear su propio significado a partir de la realidad. No es más contenido lo que quieren los alumnos, sino que éste sea significativo. Una de las cosas que las buenas escuelas hacen es comprender la importancia del pensamiento-acción y proporcionar un entorno que incluya los elementos necesarios para crear significado.

11

Memoria y recuerdo

LA MEMORIA Y EL RECUERDO son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje, por razones muy prácticas. El único modo de saber que los alumnos han aprendido algo es que den señales de recordarlo. Pero:

- ¿Por qué sólo minutos u horas después de aprender algo, muchos alumnos parecen olvidarlo?
- ¿Por qué parecen tener una memoria “defectuosa”?

Los adultos pensamos a menudo que recordábamos mejor las cosas en la escuela que los alumnos actuales. Es verdad que los centros de enseñanza se basan menos en la memorización para alcanzar el éxito académico que hace 50 años, pero ¿éramos realmente mejores recordando?

Por sí mismos, los últimos descubrimientos sobre el cerebro pueden no ser contundentes. Pero tomados como un todo, aportan una poderosa estructura para comprender y reforzar la memoria y el recuerdo. Hay algunas razones muy buenas para el fenómeno casi universal de olvidar cosas. Aceptar esto no nos da instantáneamente un recuerdo perfecto pero puede iluminar algunas estrategias para el cambio. De hecho, hoy día, los niños probablemente aprenden mucho más de lo que demuestran y los modos que utilizamos para recordar forman parte del problema de los “alumnos olvidadizos”.

DESCUBRIMIENTOS CLAVE SOBRE LA MEMORIA

Nuestra anticuada idea de cómo funciona la memoria humana fue influida por las malas interpretaciones de las importantes obras del neurocirujano

canadiense Wilder Penfield. Indicaba que, durante la cirugía, una estimulación eléctrica del lóbulo temporal producía episodios de recuerdo, casi como ver clips de cine. Muchos expertos sacaron la conclusión de que nuestros cerebros clasifican nuestras experiencias como si estuvieran “grabadas en cinta de vídeo”, y para recordar cosas, nuestras memorias simplemente tenían que ser estimuladas. Pero estos episodios de recuerdo se producían en sólo el 3,5% de los pacientes de Penfield. Algunos psicólogos han rechazado desde entonces el supuesto recuerdo que Penfield indicó como “provocado” (Fisher, 1990), y los resultados no han sido confirmados por otros cirujanos.

De algún modo, persistió el concepto erróneo, pero popular, de un cerebro que graba o registra la vida en cintas de vídeo. En absoluto es así. Podemos definir el proceso de la memoria como la creación de un cambio persistente en el cerebro mediante un estímulo transitorio. ¿Cómo hace esto nuestro cerebro? Los investigadores no están totalmente seguros, ha sido muy frustrante descifrar el código completo de todos nuestros procesos de memoria. No obstante, los neurocientíficos han hecho recientemente algunos importantes descubrimientos que pueden ser útiles en el aula.

Fluidez

La memoria es un proceso, no una cosa fija o una habilidad singular. No hay una ubicación para todos nuestros recuerdos. Ciertamente, muchos puntos distintos del cerebro están implicados en ciertos recuerdos (Fig. 11.1). Por ejemplo, los recuerdos de sonidos se almacenan en el córtex auditivo. Los investigadores han hallado una zona del cerebro interno, el hipocampo, que es bastante activa en la formación de recuerdos espaciales y de otros recuerdos explícitos, tales como la memoria para hablar, leer e incluso recordar *acerca* de un hecho emocional. Los recuerdos de nombres, sustantivos y pronom-bres se rastrean hasta el lóbulo temporal. La amígdala es bastante activa para los hechos emocionales implícitos, generalmente negativos (LeDoux, 1996). Las destrezas aprendidas implican a las estructuras de ganglios basales. El cerebelo es también fundamental para la formación de la memoria asociativa, en particular cuando hace falta una sincronización exacta, como en el aprendizaje de destrezas motrices (Greenfield, 1995). Asimismo sabemos que las moléculas de péptidos, que circulan por todo el cuerpo, también almacenan y transfieren información. Esta consciencia nos ayuda a comprender por qué “nuestro cuerpo” parece recordar cosas en ocasiones.

Gran parte de nuestro “conocimiento de contenido” está distribuido por toda la extensión de los lóbulos temporales del córtex. En la actualidad, los científicos dicen que es mejor pensar más en la memoria como un proceso que como un lugar específico del cerebro. El proceso para la recuperación es mucho más consistente que el punto del que se extrajo el recuerdo. La situación y los sistemas múltiples de memoria son los responsables de la mejora de

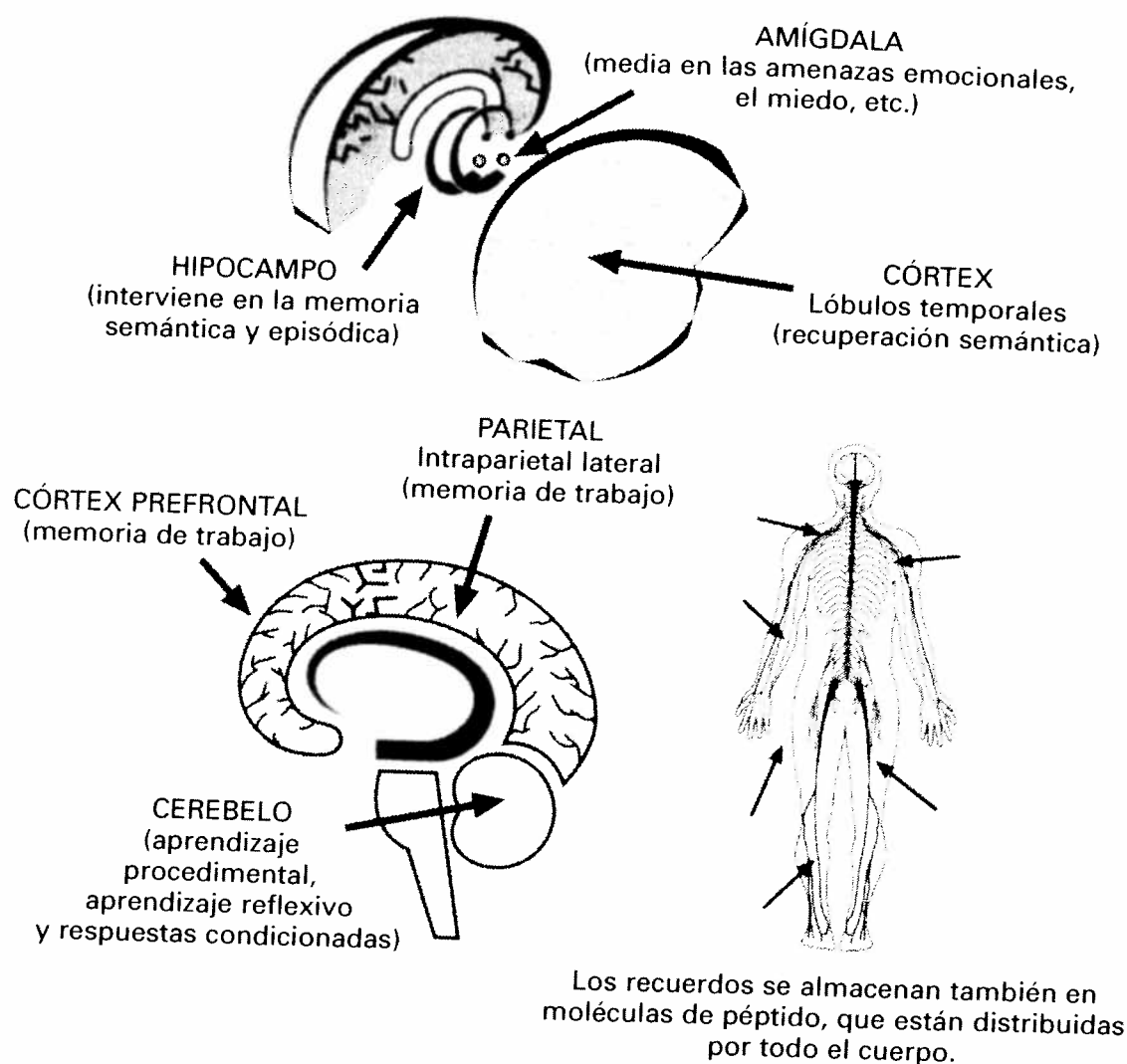


Figura 11.1. Ubicación de nuestros recuerdos almacenados

nuestro aprendizaje y recuerdo (Schacter, 1992). Esta estrategia de “extender el riesgo” es la que explica por qué alguien podría perder el 20% de su córtex y tener un buen rendimiento en la recuperación de información. Los diferentes sistemas explican por qué un alumno puede tener una excelente memoria para las estadísticas de deportes y una deficiente para personajes famosos de la Historia.

Formación

Los científicos creen generalmente que el proceso específico para la formación de recuerdos explícitos es la potenciación a largo plazo (PLP). Esto es simplemente una alteración rápida en la fuerza de las conexiones sinápticas. Susumu Tonegawa, premio Nobel y que trabaja en el MIT, descubrió que este proceso de la PLP está mediado por genes que desencadenan una serie de complejas fases en cascada (Saltus, 1997). Al mismo tiempo, el equipo del

neurobiólogo Eric Kandel, de la Universidad de Columbia, identificó una molécula de proteína fundamental, conocida como CREB, que actúa como un conmutador lógico, indicando a las células nerviosas que almacenen el recuerdo a corto plazo o que lo graben permanentemente en la memoria a largo plazo (Wickelgren, 1996). Tim Tully y Jerry Yin, del Cold Spring Harbor Laboratory, demostraron que la activación de la CREB da a las moscas de la fruta una memoria fotográfica o la capacidad de recordar después de sólo un intento lo que ordinariamente requería muchos intentos (Lasley, 1997). La mayoría de los investigadores creen que la evidencia física de la memoria se almacena como cambios en las neuronas a lo largo de vías específicas.

Randy Gallistel, Endel Tulving, William Calvin y otros expertos resaltan que es el *proceso* de recuperación lo que activa neuronas durmientes para desencadenar los recuerdos (Calvin, 1996; Gazzaniga, 1997). Aducen que no se puede separar el recuerdo y la rememoración. El recuerdo está determinado por el tipo de proceso de recuperación que se activa. Cada tipo de aprendizaje requiere su propio tipo de desencadenamiento. Cuando un número suficiente del tipo correcto de neuronas son activadas de manera adecuada provocan su estimulación logrando una recuperación con éxito. En los modelos más grandes, se pueden activar campos enteros de neuronas (Calvin, 1996). Por ejemplo, ciertos vocablos, como “escuela”, podrían activar cientos de circuitos neuronales, desencadenando una tormenta cerebral. El camino número uno para suscitar o desencadenar el recuerdo es la asociación.

Química

Muchos compuestos moduladores pueden mejorar o dañar la memoria si se toman en el momento del aprendizaje. Ejemplos de ellos son las hormonas, los alimentos o los neurotransmisores. La calpaína, vinculada al calcio, ayuda a digerir la proteína y a desbloquear los receptores. Los investigadores sospechan que las deficiencias de calcio están vinculadas a la pérdida de memoria de las personas ancianas. La norepinefrina es un neurotransmisor que está vinculado a recuerdos asociados con el estrés. La fenilalanina hallada en los productos lácteos ayuda a la elaboración de norepinefrina, también implicada en el estado de alerta y atención (Mark, 1989).

La adrenalina actúa como un fijador del recuerdo, bloqueando los recuerdos de hechos emocionantes o traumáticos (Cahill, Prins, Weber y McGauch, 1994). El cerebro utiliza el neurotransmisor acetilcolina en la formación de la memoria a largo plazo. Los niveles incrementados de este neurotransmisor están vinculados con la mejora de la memoria. La lecitina, que se halla en la soja, los huevos, el salmón y la carne magra de buey, es una fuente dietética que aumenta los niveles de colina y ha reforzado la memoria en muchos estudios (Ostrander y Schroeder, 1991). La colina es un componente clave de la

producción de acetilcolina. Los estudios muestran que incluso la presencia de azúcar doméstico en la corriente sanguínea puede reforzar la memoria si se da después de un hecho de aprendizaje (Thompson, 1993).

Los científicos postulan que la química de nuestro cuerpo, que regula los estados fisiológicos, es un elemento fundamental en el desencadenamiento ulterior del recuerdo. La enseñanza adquirida bajo un estado particular (feliz, triste, estresado o relajado) se recuerda más fácilmente cuando la persona está en ese mismo estado. Este fenómeno de reforzar la memoria emparejando el aprendizaje y las situaciones de examen funciona incluso con el chocolate (Schab, 1990). Si se toma chocolate durante el aprendizaje se recordará más si en el momento del examen se vuelve a tomar. No obstante, para ser realistas diremos que esto es sólo una pequeña parte de toda la ecuación.

Reconstrucción

Nuestros recuerdos no se recuperan como notas de capítulo de un archivador. La mayoría de ellos se reconstruyen sobre el terreno. Hay dos teorías sobre cómo se produce este proceso milagroso. Uno es que tenemos “índices” que contienen instrucciones en el cerebro sobre cómo reavivar el contenido; no indican el contenido mismo. Hanna Damasio y Antonio Damasio, investigadores de la Universidad de Iowa, lo denominan “zonas de convergencia”, que ayudan a mantener unidas las piezas de modo que se dispongan para una recuperación adecuada. La mejor analogía es que la memoria semántica actúa como una fabricación “a tiempo”, creando un “coche todo-terreno” en su propio almacén de piezas de automóvil. Esto es un proceso ingenioso, ya que las “piezas” son reutilizables en el siguiente “coche” o en cualquier otro “coche” que se quiera crear.

Para la mayor parte de nuestra rememoración de palabras, utilizamos “índices” mentales para ayudarnos a encontrar el término que queremos (Damasio, 1994). Un vocablo como *aula* está vinculado muy probablemente con varios índices relacionados, tales como escuela, trabajo, alumnos, profesor y lugar de reunión. Nuestro lenguaje es un ejemplo clásico sobre la necesidad de quitar cientos de palabras “de la estantería” en pocos segundos para formar incluso las frases más corrientes. Esta teoría explica por qué un vocablo similar —cercano, pero erróneo— saldrá de nuestras bocas cuando estamos intentando decir algo.

La otra teoría es que los recuerdos son modelos congelados a la espera de una señal sonora para despertarlos. Son como adoquines en una carretera llena de baches, que no hacen ruido hasta que un coche circula sobre ellos. El neurobiólogo William Calvin dice que el contenido puede estar inserto en “temas espaciotemporales” que resonarán y crearán una masa crítica necesaria para la recuperación. Se han elaborado suficientes copias idénticas de ese pensamiento para que el código cerebral active un “conmutador de acción”

para poder recordar (Calvin, 1996). Esta teoría computacional explica por qué un alumno que intenta recordar información para un examen encuentra la respuesta con una media hora de retraso. Puede necesitar ese tiempo para que la “intención de recordar” cree suficientes “modelos de pensamiento activados” para alcanzar la masa crítica. Antes, el cerebro puede haber tenido que procesar demasiada información competidora diferente para recuperarlo.

Diversidad

Nuestras distintas vías de memoria se utilizan para tipos diferentes de recuerdos. La recuperación de los recuerdos es bastante específica. El neurocientífico Jeri Janowsky, de la Oregon Health Sciences University, señala que es muy común ser excelentes en un tipo de recuerdo, como rostros y lugares, pero no en otros, como direcciones y fechas. Por ejemplo, examinemos los sistemas de asociación con puntos de apoyo popularizados por expertos en memoria de medios de comunicación como Harry Lorayne y Kevin Trudeau. Estos sistemas piden que se conecte un nuevo ítem con una palabra o un número previamente memorizados. Si el vocablo *cerebro* era el segundo en mi lista de cosas a recordar, podría asociarlo con una segunda palabra que sirviera como punto de apoyo, por ejemplo, *pantalones*. Visualizaría imágenes de un cerebro pintado sobre mis pantalones nuevos. La asociación es ahora pantalones = cerebro. Cada palabra adicional tendría su propia palabra de enlace. Pero, ¿podemos hacer todos esos “trucos” de memoria? La mayoría de los alumnos pueden utilizar los sistemas de asociación y beneficiarse de ellos, pero hay otros a los que se considera “perezosos” y tienen problemas para realizar esas asociaciones. La fig. 11.2 describe estas vías de recuerdo.

Recuperación

No hay una diferencia clara entre lo que piensa una persona y lo que es capaz de recordar (Turkington, 1996). Podemos rememorar la mayor parte de todo aquello a lo que hemos prestado atención, pero el éxito de esa recuperación depende mucho del estado, del tiempo y del contexto. Para probar esta teoría, los investigadores simulan las condiciones adecuadas de aprendizaje, tales como el contexto correcto o el estado oportuno, y luego someten a examen el contenido. Cuando se hace adecuadamente, los resultados son asombrosos. Bahrick (1975, 1983, 1984), y Bahrick y Hall (1991) demostraron un amplio recuerdo de la lengua española, matemáticas, calles de la ciudad, ubicaciones, nombres y rostros, cuando se prestaba una atención cuidadosa al contexto y al estado. Para las pruebas de reconocimiento, incluso las personas mayores a quienes se les dio un estímulo contextual obtuvieron puntuaciones del 80 al 90 o más para el reconocimiento de compañeros de clase que tuvieron hace 35 años.

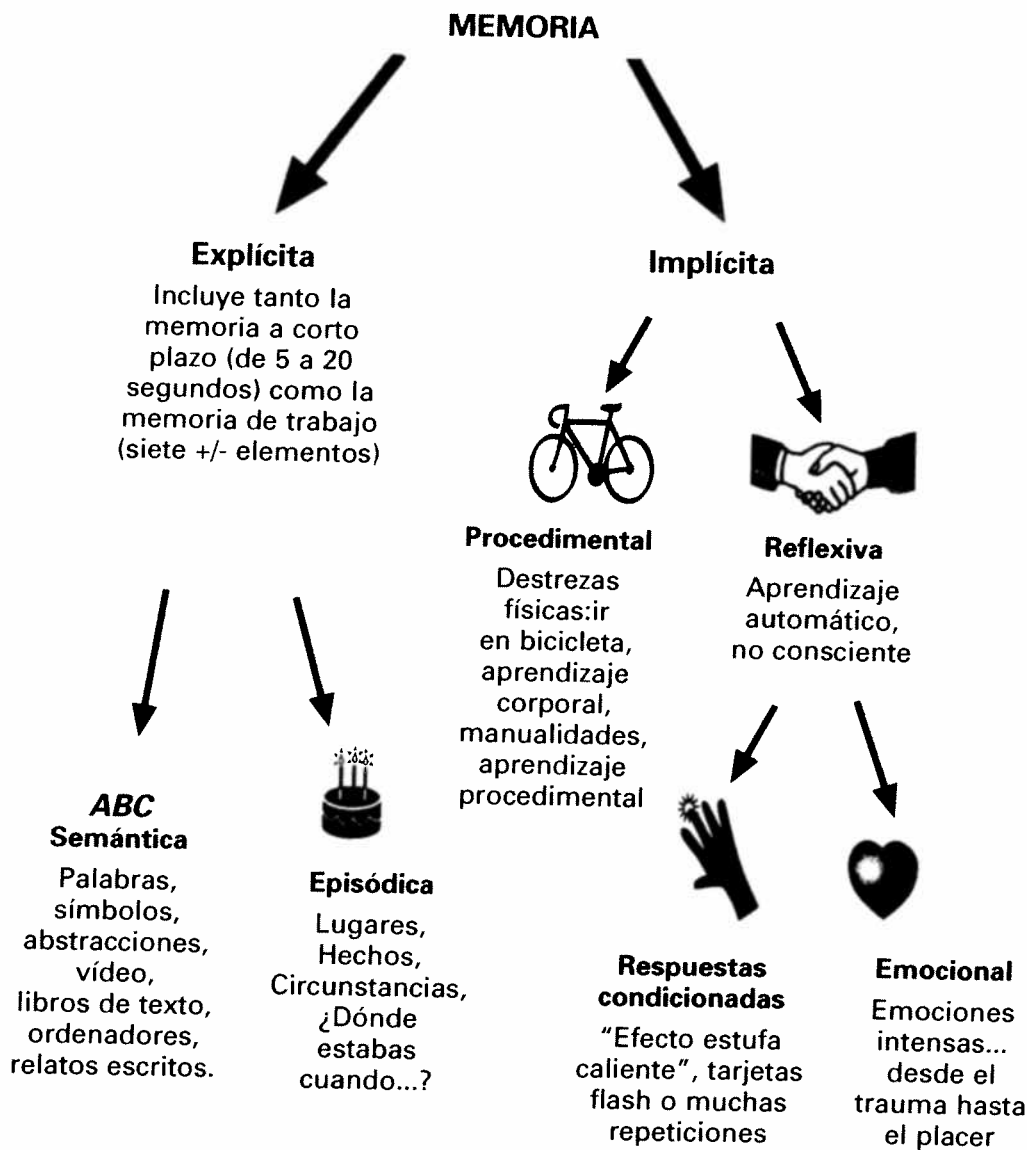


Figura 11.2. Vías de recuerdo

La diversidad de modos en que almacenamos y recuperamos la información nos dice que tenemos que comenzar a pensar menos en "nuestra memoria" y más en "qué tipo de memoria y cómo se puede recuperar". La escuela es una experiencia compleja; dejando aparte todos los modos en que aprendemos, recuperamos y valoramos, podemos descubrir cómo hacer un trabajo mejor. Utilizando el sistema correcto, del modo correcto, los alumnos pueden recordar mejor lo que han aprendido. Este capítulo examina todos los sistemas de recuperación, pero se centra de modo particular en los que son más útiles. El proceso general se esboza en la fig. 11.3.

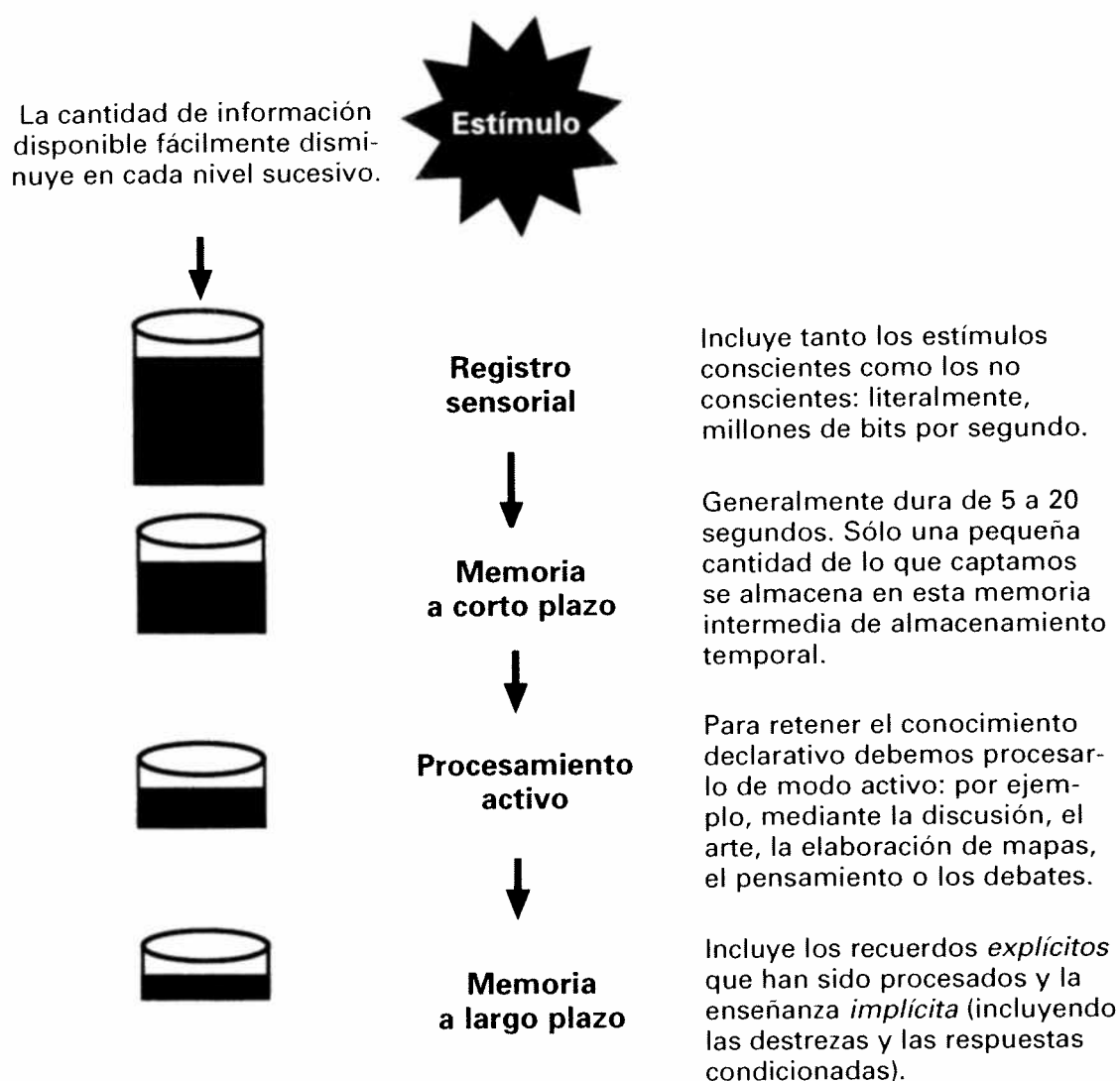


Figura 11.3. Fases clave en los procesos de almacenamiento de recuerdos

MEMORIA EXPLÍCITA

El neurocientífico Larry Squire, de la Universidad de California, dice que el sistema de memoria explícita o declarativa se forma en el hipocampo y se almacena en el lóbulo temporal medio. Anteriormente se la mencionaba como nuestra memoria consciente, pero muchos investigadores afirman que es simplemente la que podemos explicar y describir, y acerca de la que podemos escribir (Schacter, 1996). En general, es la que se utiliza más en las escuelas, cuando pedimos un recuerdo en un examen o un trabajo escrito. Se da en diversas formas, incluyendo la memoria semántica, más basada en palabras, y la memoria episódica, relacionada con los acontecimientos.

Vías semánticas

La memoria semántica se conoce asimismo como memoria explícita, fáctica, taxonómica o lingüística. Es parte de nuestro sistema declarativo e incluye los nombres, hechos, imágenes e información de libros de texto que parece frustrarnos más. De hecho, sólo las vías de la memoria explícita tienen una memoria a corto plazo o una memoria de trabajo.

A corto plazo se refiere a la cantidad de tiempo que podemos “mantener” la información en nuestra mente, que es generalmente de 5 a 20 segundos. La memoria de trabajo se refiere al número de unidades de información que retenemos. Para el adulto medio, esto es generalmente siete. Por ejemplo, encontramos a alguien en una reunión social y olvidamos su nombre pocos segundos después de haber sido presentados, o la mente se queda en blanco después de leer una sola página de un libro y no recordamos nada. ¿Hay alguna razón por la que parece que olvidamos tanto?

De hecho, hay varias razones. Primero, el almacenamiento de recuerdos semánticos parece estar distribuido bastante bien por todo el cerebro. No es que seamos estúpidos o incapaces; el cerebro puede simplemente no estar bien equipado para recuperar de modo rutinario este tipo de información. Ello requiere el uso de disparadores lingüísticos mediante la asociación. Esto puede ser una necesidad relativamente nueva; los seres humanos han hecho poco uso del recuerdo semántico hasta la historia reciente en que libros, escuelas, alfabetización y movilidad social se han vuelto algo habitual. Este, de hecho, es el más débil de nuestros sistemas de recuperación.

Además, gran parte de nuestro aprendizaje semántico es inaccesible por haber sido una enseñanza trivial, demasiado compleja, carente de relevancia o de suficiente estimulación sensorial, o bien “contaminada” con otra enseñanza. La mayor parte de nuestro aprendizaje se extingue sólo temporalmente, señalan Capaldi y Neath (1995). Puede ser recordado bajo las condiciones correctas, siempre y cuando se hubiese prestado atención al principio. Su afirmación, compartida por muchos, es que el olvido consiste meramente en un “déficit de rendimiento temporal”. (Los alumnos nos dirán que a menudo recuerdan puntos importantes después de terminado el examen; demasiado tarde para aprobar el curso).

Nuestro proceso de recuperación semántica se ve afectado por “cuándo” tanto como por “qué” se aprende. Los estudios indican pequeños incrementos de eficiencia cuando recordamos detalles y texto aprendidos por la mañana y relaciones por la tarde (Oakhill, 1988). Algunos investigadores sugieren que el aumento diario en los niveles del neurotransmisor acetilcolina puede contribuir a esto (Hobson, 1994). También parece que recordamos cosas que son nuevas, primero en una lista, distinta de otras, o simplemente única. Si la novedad es lo bastante fuerte, la probabilidad de recordar aumenta de modo muy notable.

Nuestra memoria semántica vive en el mundo de las palabras; es activada por la asociación, las similitudes o los contrastes. Las limitaciones de capacidad se ven influidas de modo más intenso por la fuerza de las asociaciones hechas que por la mera cantidad de ítems. Recordamos mejor por partes, que son pensamientos o ideas individuales o grupos de ideas relacionadas. Para un niño de tres años, la limitación normal es de aproximadamente una parte (“Quítate los zapatos, por favor”). Para uno de cinco años, el límite es dos partes; para uno de siete años, tres partes. Esto aumenta hasta siete partes a los quince años. Nuestra memoria “de trabajo” está limitada por partes y generalmente es excelente para menos de veinte segundos, a menos que se refresque, se revise o se reactive.

Por desgracia, este tipo de memoria requiere una fuerte motivación intrínseca que a menudo se ve reducida si solamente se utiliza el libro de texto, notas o “enseñanza de libro”. Cuando el profesor fomenta esa metodología aumentan la frustración y el fracaso escolar. Si se exige cantidades moderadas o grandes de recuerdo de textos están desarrollando, en el mejor de los casos, la autodisciplina en los alumnos; en el peor de los casos, crean alumnos desalentados que se sienten innecesariamente incompetentes. ¿Deberíamos descartar la tradicional “enseñanza de libro”? No, es útil por muchísimas razones. Los alumnos necesitan hechos, orientaciones, referencias e información segura. Es fundamental leer poesía, novelas, cartas y textos. Por otro lado, si se pregunta a los alumnos qué han aprendido durante el curso que haya sido interesante, vemos que la mayoría del contenido no es semántico. Puede tratarse de otro tipo de recuerdo llamado *episódico*.

Vías episódicas

Este sistema se conoce también como el proceso de recuerdo de lugares, de espacios, de hechos o contextos. Es un mapa temático (“un lugar en el espacio”) de experiencias diarias. En este caso, el aprendizaje y el recuerdo se fomentan por lugares o circunstancias particulares. La formación de esta memoria natural implica al hipocampo y al lóbulo temporal medio. Está motivada por la curiosidad, la novedad y las expectativas. Crece por la entrada de información sensorial intensificada: vista, sonido, sabor, olor y tacto.

Un proceso de recuerdo episódico tiene una capacidad ilimitada, se forma rápidamente, se actualiza con facilidad, no requiere práctica alguna, no exige esfuerzo y se utiliza de modo natural por todas las personas. Ante la pregunta sobre el contenido (“¿Qué te pusieron para cenar la pasada noche?”) la mayoría de la gente se preguntará inmediatamente: “¿Dónde estaba yo?” La *ubicación* desencadena el contenido. Ejemplos corrientes son: “¿Dónde estabas cuando... se produjo el aterrizaje en la luna, un terremoto, una inundación, un bombardeo, un asesinato, el desastre del Challenger o cuando nació tu primer hijo?”

¿Cómo actúa este proceso? De modo sorprendente, nuestro sistema visual tiene tanto vías “qué” (contenido) como vías “dónde” (ubicación) (Kosslyn, 1992). Muchos investigadores creen que esta información es procesada por el hipocampo en un tejido visual, o “tela de espacio mental.” Por desgracia, no todos coinciden en cómo funciona este sistema de pistas espaciales, configurables y relacionales. No obstante, poseemos, en cierto modo, un sistema de memoria de seguridad basado en claves de ubicación, porque toda experiencia vital tiene que estar insertada en un contexto. Así, todo aprendizaje está asociado con vistas, sonidos, olores, situaciones, sensaciones y emociones correspondientes. No se puede no “estar en alguna parte” cuando se aprende. Toda enseñanza aporta claves contextuales.

Los aromas pueden ser una pista poderosa, porque el desgaste de nuestra memoria olfatoria es mínimo. Las moléculas de olor se disuelven en el revestimiento mucoso de la parte superior interna de la nariz. Los receptores de los olores son estimulados y desencadenan impulsos nerviosos que, a diferencia de nuestros demás sentidos, circulan por el centro de integración sensorial: el tálamo. De ese modo, el olor va directamente a los lóbulos frontales del cerebro y, más importante, al sistema límbico. El sistema del cerebro para estos “recuerdos automáticos” tales como un perfume particular, un jamón curado en casa o pastelillos de canela recién hechos, parece mágico. Puede ser porque los olores tienen una vía rápida directa al cerebro. De hecho, es sólo una sinapsis de distancia.

El procesamiento episódico tiene un importante inconveniente: la contaminación. Eso se produce cuando tenemos demasiados acontecimientos o demasiado material inserto en el mismo punto (como meses de aprendizaje en el mismo asiento de la misma aula en la misma escuela). Es como un virus que vuelve a nombrar a todos los ficheros del ordenador con el mismo nombre; la información está ahí, pero es casi inútil. Esto les ocurre a menudo a los alumnos que realmente conocen su material pero carecen de los “ganchos” específicos o de los “nombres de fichero” mentales para recuperar todo su aprendizaje. Esto nos ayuda a comprender por qué a los alumnos les gustan los tipos de examen de varias respuestas sugeridas; aportan los apoyos que el cerebro necesita. El olvido se produce porque estas claves raramente aparecen cuando se necesita recordar.

MEMORIA IMPLÍCITA

El neurocientífico Larry Squire descubrió que podía tener pacientes amnésicos que acertaban o fracasaban en una tarea simplemente cambiando las instrucciones. Los pacientes tenían una lesión en el lóbulo temporal y se les daban listas de palabras para recordarlas. Si se les indicaba que recordasen tantas palabras como pudiesen de una lista anterior, obtenían malos resulta-

dos, pero si se les pedía que simplemente dijese la primera palabra que se les ocurriese después de darles una clave, su memoria era tan buena como la de quienes no tenían lesión cerebral.

Esto llevó a los investigadores a concluir que nuestra capacidad de recordar algo depende de *qué* vía de acceso utilizamos. Mucha información está todavía en nuestro cerebro; no es sólo un déficit de recuperación. Lo sabemos, pero no *sabemos* que lo sabemos. Ese es el sistema de memoria implícita. El aprendizaje de destrezas, la preparación y el condicionamiento clásico permanecen intactos en caso de lesión del lóbulo temporal, incluso si no podemos responder a preguntas sencillas respecto a ellas (LeDoux, 1996). Eso se debe a que implican a otras zonas del cerebro. La implicación aquí es que los alumnos pueden saber más de lo que creemos que saben. Podemos haber estado utilizando la vía errónea para la recuperación.

Memoria procedimental

Esto se conoce a menudo como memoria motora, aprendizaje corporal o memoria de hábito. Se expresa por respuestas, acciones o conductas. Se activa por movimientos físicos, deportes, danza, juegos, teatro y juego de rol. Incluso si no se ha conducido una bicicleta durante años, generalmente se vuelve a hacerlo sin práctica. La memoria procedimental parece tener un almacenamiento ilimitado, requiere una revisión mínima y necesita poca motivación intrínseca.

Los recuerdos de destrezas aprendidas implican tanto a los ganglios basales (situados cerca de la zona central del cerebro) como al cerebelo. De hecho, los mejores ejemplos de evidencia física hallados hasta ahora para *cualquier* recuerdo en el cerebro son los de la memoria de destrezas. Esta evidencia está situada en el cerebelo (Thompson, 1993). Para el cerebro, el cuerpo no es una entidad aislada y separada. Cuerpo y cerebro son parte del mismo organismo, y lo que ocurre al cuerpo le ocurre al cerebro. Este estímulo dual crea un “mapa” más detallado para que el cerebro lo use en el almacenamiento y la recuperación (Squire, 1992). Quizá por ello, la mayoría de los alumnos nos dirán que las experiencias de aula más memorables se basaron en un aprendizaje procedimental.

Este procedimiento físico (formar una línea, resolver conflictos de juegos de rol, realizar un experimento científico manualmente, animación de grupos o crear un proyecto en una clase de artes industriales) es muy probable que sea recordado. De hecho, son los métodos más comúnmente utilizados para la enseñanza de la primera infancia. La vida de un niño está llena de acciones que le exigen que se ponga de pie, a caballo, se siente, pruebe, coma, se mueva, juegue, construya o corra. Esto crea una fuente mayor, más compleja y en conjunto más amplia de información sensorial al cerebro que la simple actividad cognitiva. En la escuela, este tipo de aprendizaje disminuye cada

año hasta que casi desaparece del todo, exceptuando un currículo de educación física, manualidades o dramatización. Aun así, un resumen de la investigación nos dice que esta enseñanza es más fácil de dominar, se recuerda bastante bien y crea recuerdos positivos duraderos.

Memoria reflexiva

Una gran parte de lo que recordamos es automático. Esta vía de recuerdo depende de un número de vías corticales. Incluyen la amígdala para las respuestas emocionales, el condicionamiento muscular y el cerebelo. A menudo mencionada como el “efecto de la estufa caliente”, nuestro sistema de recuperación reflexivo está lleno de asociaciones instantáneas. Yo digo caliente, tú dices frío; yo digo arriba, tú dices abajo; yo digo dentro, tú dices fuera. Extiendo mi mano para estrechar tu mano, y tu mano se extiende sin pensarlo. No es improbable que un cirujano ortopédico golpee tu rodilla para comprobar los reflejos. En el aula, la recuperación reflexiva se puede producir con la repetición instantánea de tarjetas u otras formas de “sobreaprendizaje”. Por este motivo, un alumno con dificultades en el aprendizaje puede destacar cantando canciones *rap* cargadas de contenido. Estas desencadenan los recuerdos implícitos del material almacenado y comprometen una parte distinta del cerebro de lo que requeriría un ensayo. Los profesores harían bien en incluir estos métodos de recuperación con los anteriormente mencionados.

Las emociones reciben un tratamiento privilegiado en nuestro sistema de memoria del cerebro. Varios científicos del Centro para la neurobiología del aprendizaje y de la memoria, de la Universidad de California, han comprobado los efectos de las emociones sobre la memoria. Sus estudios (Cahill et al., 1994) sugieren un recuerdo mayor para hechos asociados con una conmoción emocional. Para muchos expertos, los hechos poco familiares y muy estresantes pueden provocar la liberación de componentes químicos tales como adrenalina, cortisol o ACTH. Esto sirven como fijadores del recuerdo y refuerzan las vías neuronales. Las emociones negativas parecen ser las que se rememoran con más facilidad (LeDoux, 1996), pero todas las experiencias con carga emocional se recuerdan de manera más sencilla que las experiencias neutras. Trabajando con pacientes que sufrían lesión por accidente en zonas particulares del cerebro se descubrió que las experiencias intensas como miedo, pasión e ira parecían ser procesadas en la amígdala (Damasio, 1994; LeDoux, 1994).

Los recuerdos auditivos son poderosos disparadores emocionales. Una canción favorita de la época escolar o los sonidos de un partido de fútbol cargado de emociones pueden reevocar sentimientos anteriores. Los investigadores especulan sobre si esta estimulación cargada de contenido toma vías separadas, distintas de las más difundidas. Esta puede ser la causa de que los hechos traumáticos tengan un impacto más duradero, ya que poseen sus propios disparadores de recuperación “automática”. Los alumnos que reciben

una larga ovación, una dura regañina de un profesor o que disfrutan y celebran la terminación de un proyecto, es probable que recuerden ese momento durante años.

SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Utilizar el proceso erróneo de recuperación lleva generalmente a un déficit de rendimiento: “olvidar.” En sí mismo, eso no es un fracaso. Pero con el paso del tiempo, contribuye a una imagen baja de sí mismo y a menos esfuerzo. Hay vínculos entre la capacidad de recuerdo, una mayor autoestima y el éxito escolar. Lo importante es que resulta bastante sencillo hacer los cambios necesarios para promover estos elementos.

Estrategias declarativas explícitas

El modo de recuperar este tipo de enseñanza se hace activando las rimas, la visualización, las reglas mnemotécnicas, las palabras asociadas, música y debates. De otro modo, leer sólo un capítulo se convierte en un hecho poco significativo. Se deben recordar a los alumnos que interrumpan a menudo la lectura —cada cuarta parte de una o media página— y tomen notas, hablen sobre lo que se lee o reflexionen sobre ello. También es útil hacer un repaso oral o escrito, tanto a diario como semanalmente. Los alumnos pueden trabajar en parejas o rotar en equipos para hacer revisiones diarias. Se pueden repetir las ideas claves en el plazo de diez minutos desde el momento de la enseñanza, luego 48 horas después, y finalmente recopilar todo siete días más tarde. La enseñanza espaciada, con pausas e intervalos para la reflexión, es valiosa. Sin el tiempo de procesamiento tranquilo, gran parte de la enseñanza nunca se transforma en recuerdo a largo plazo.

Para afrontar las limitaciones de la memoria de trabajo, hay que fragmentar lo que se desea recordar. Cuando se den orientaciones e instrucciones a alumnos de seis a nueve años, es mejor emplear informaciones pequeñas, de uno a tres ítems cada vez. Para alumnos mayores, con edades entre los diez y los diecisiete años, se puede emplear hasta siete.

Morris y Cook (1978) afirman que es útil enseñar a los alumnos cómo utilizar acrósticos (la primera letra de cada palabra clave forma una nueva palabra). Los planetas son: “Mi Venado Tiene Miedo” (Mercurio, Venus, Tierra, Marte...). Durante años, hemos aprendido las notas musicales sobre las líneas de la clave de fa memorizando una frase adecuada.

Para ayudar a los alumnos a aprender definiciones, muchos profesores les piden que hagan imágenes de acciones para vincular palabras y comprueban con éxito que los mapas mentales u otros organizadores gráficos ayudan a los

alumnos a mantener viva su enseñanza. Algunos profesores les piden que trabajen en grupo para crear en una cartulina un mapa mental semanal. El mapa mental tiene un tema organizador central (como un autor, un tema científico o un concepto matemático) y unas ramificaciones que aportan el detalle.

Recordamos mejor el material cuando está estructurado, tiene sentido y se localiza lo más importante al comienzo y al final. Resulta eficaz iniciar y terminar la clase con las tres palabras o conceptos claves del día. Utilizar música, anuncios o trajes para presentarlos. Hacer un introducción para debates personales o controvertidos que comprometan emocionalmente a los alumnos. Al final, es positivo pedir que compartan lo que han aprendido con sus compañeros.

Además, los conjuntos estudiados antes que las partes, se recuerdan mejor. Si el asunto es una obra de Shakespeare o un tema en anatomía, nuestra mente recuerda mejor con el contexto, una comprensión global e imágenes para recordar. Se podría presentar a Shakespeare mostrando primero una cinta moderna de vídeo o haciendo un mapa panorámico. Una vez que los alumnos comprendan la importancia y los temas en conjunto, estudiar los detalles y profundizar tiene más sentido. En Anatomía, estudiar primero el cuerpo entero aportará una mejor comprensión de las partes que lo componen.

Es útil poner carteles para crear contextos más eficaces visualmente. Hagamos que los alumnos dibujen, organicen o simbolicen los puntos claves en papel continuo, asegurándonos de que son fáciles de leer, usar ilustraciones y destacar con colores intensos. Conviene ponerlos a la vista sobre la pared y dejarlos durante semanas después de la enseñanza. Hay que hacer y utilizar murales (como paneles de historietas de gran tamaño) de las ideas principales. Lo mejor es que sean los propios alumnos quienes hagan todo este proceso.

También es importante pedir a los alumnos que enseñen a los demás lo que ellos han aprendido. Pueden formar parejas con otros de niveles de cursos diferentes o con un adulto. Es bueno crear oportunidades para que los alumnos hablen de la enseñanza; subdividir y enseñar pequeñas partes. Los alumnos pueden resumir con sus propias palabras lo que acaban de aprender, pero es más eficaz cuando se les pide que analicen o fraccionen su enseñanza en partes más pequeñas. Los estudios muestran (Matthews, 1977) que es el análisis del material lo que ayuda a recordarlo.

Se recuerda más cualquier enseñanza que haya sido interrumpida temporalmente. Las situaciones tensas ayudan. Conviene plantear un problema urgente e importante para resolver, y permitir el debate creativo para lograr soluciones hasta el día siguiente. Recordamos mejor el material cuando lo hemos reorganizado. En un aula, el tiempo atmosférico se podría entender desde el punto de vista de los beneficios o de los daños producidos, su geografía, mitología, historia meteorológica pasada o la repercusión de la tecnología.

La actitud es importante. Hay que decir a los alumnos: "Sí, podéis". Comencemos con una nueva actitud respecto a la memoria y al recuerdo. Evitemos decir: "Tengo que retroceder, he olvidado algo." Más exacto es decir: "Acabo de *recordar* algo. Tengo que retroceder." Dicho de otro modo: nunca olvidamos nada, simplemente lo recordamos más tarde de lo que queremos.

Estrategias episódicas

La película *El club de los poetas muertos* mostraba ejemplos de por qué los alumnos recordaban tantas cosas que les enseñaba su profesor. Había cambios de lugar, circunstancias, empleo de emociones, movimiento y posiciones nuevas en el aula. Sabemos que los alumnos recuerdan mucho más cuando la enseñanza está conectada con un viaje por el campo, música, un desastre, un orador invitado o un nuevo lugar de aprendizaje. Conviene por tanto recurrir a un debate, redacción de boletines, un proyecto o enseñanza entre alumnos, utilizar cambios de lugar (contexto), etc. Para realzar el recuerdo y codificar o "marcar" mejor la enseñanza, hay que impartir los conceptos en lugares diferentes de modo que cada lugar sea una pista clave para el contenido.

Debemos ayudar a los alumnos a emparejar enseñanza y situaciones de examen. Los estudios nos dicen que las únicas situaciones de emparejamiento con bajo recuerdo eran los estados de ánimo neutros. Aparentemente, aprender y examinarse con tristeza o aprender y examinarse contentos es mucho mejor que aprender y examinarse sin emoción alguna. La discrepancia entre estados de aprendizaje y situaciones de examen es bien conocida entre los investigadores como una fuente de pérdida de rendimiento (Bower, 1991 y Overton, 1984). Hay dos modos de influir sobre este fenómeno. Primero, enseñar a los alumnos cómo manejar mejor sus propios estados de ánimo en época de exámenes (por ejemplo, mediante métodos de relajación o charla positiva consigo mismos). Segundo, repetir la enseñanza en diversos estados para promover la "capacidad de recuperación del recuerdo". Esta estrategia significa que los alumnos pueden recordar la enseñanza durante un examen porque han aprendido en una diversidad de situaciones.

Muchos profesores inteligentes emplean los repasos en distintos estados para que los alumnos puedan llegar a habituarse a la gama de emociones que probablemente sienten en tiempo de exámenes. Eso significa emplear concursos públicos, presentaciones en grupos pequeños y una práctica estructurada haciendo exámenes ficticios cronometrados. Esto dará a los alumnos soltura en muchas situaciones, una de las cuales puede emparejarse con la del examen. Es conveniente examinar en la misma aula donde los alumnos aprendieron la materia. Esto estimulará mejor las condiciones de evaluación; y los estudios sugieren que es más probable que se examinen "a la altura" de sus niveles de aprendizaje.

y cuánta revisión se hizo. A mayor práctica, más “automatizada” está la enseñanza, y más probable es que se vuelva reflexiva. La repetición instantánea de tarjetas, los juegos y otras actividades de reacción rápida pueden ayudar a almacenar y recuperar recuerdos. La naturaleza automática de un *rap* puede desencadenar recuerdos implícitos mediante los movimientos físicos y las claves auditivas. Muchos alumnos que lamentablemente fracasan en los intentos de almacenamiento y recuperación semánticos, logran éxitos con el uso del *rap* y otras estrategias reflexivas.

Ciertamente, existe algo más que la memoria para obtener una mejor educación. Podemos preguntarnos: ¿Cuánta enseñanza escolar se requeriría para la memorización? o ¿Está capacitado el profesor para dejar a los alumnos que descubran *cómo* mejorar su recuerdo o para conseguir que encuentren *cómo* aprender impartiendo estas estrategias? Aunque se resalta menos la necesidad de memorizar mucha información material —excepto en los niveles universitarios en Ciencias, Medicina y Derecho— es aún una destreza fundamental, y en tanto siga siéndolo, los educadores harían bien en ofrecer a los estudiantes las estrategias descritas en este capítulo.

Resulta efectivo crear recuerdos de acontecimientos más intensos trayendo a un orador invitado para dar un énfasis especial (quizá alguien del propio centro docente), cambiar el lugar de impartir la clase de un lado del aula a otro y crear días temáticos (día escéptico, día de repetición, día del cerebro, día opuesto) o semanas (otoño, naranja, deportes) para dar color a la enseñanza. En el "día escéptico" se pide a los alumnos que pongan en tela de juicio sus supuestos acerca de casi todo lo que saben. Durante una semana monográfica, se produce un mayor número de asociaciones. Por ejemplo, si la clase está estudiando Anatomía durante la "semana de deportes", las conexiones adicionales de los deportes y el cuerpo humano dan mayor interés al tema. Los estudios en la vida real de la enseñanza monográfica en el aula sugieren que es común que la cantidad de aprendizaje se duplique con estos métodos (Bower, 1973).

Estrategias de procedimiento

Casi todo se puede hacer con movimiento. Si hay que hacer tres observaciones, pidamos a los alumnos que se pongan de pie y que den tres pasos en cualquier dirección. Es positivo introducir la primera de las tres observaciones como una visión previa, incluyendo una acción para ayudar a enlazarla con el tema de fondo. Pidamos a los alumnos que caminen tres pasos más. Repetir esta fase. Después de haber expuesto las tres observaciones, hacer que se sienten. Eso es un ejemplo sencillo de aprendizaje corporal, como el empleo de danza, escultura, manualidades y respuesta física a la enseñanza.

Conviene insertar emociones en la enseñanza, como añadir una pequeña celebración diaria. Dado que los primeros y los últimos minutos de una clase producirán las impresiones más intensas, es mejor dedicar más tiempo a expresar emociones en el centro del aula. También es oportuno crear juegos de rol, escenas de mejora o repeticiones, hacer que los alumnos lleven a cabo presentaciones a la clase, hacer que por parejas, hablen de lo que han aprendido, elaborar o rehacer una canción, reescribir la letra de un antiguo *rap* con los términos o ideas claves, construir un modelo de trabajo que abarque las principales ideas expuestas, organizar sesiones de teatro leído, leer los puntos que deseamos recordar con música instrumental adecuada como fondo, elaborar un relato utilizando los elementos claves, lo que aportará un contexto lleno de sentido, cuya trama dará una base a la asociación de ideas de modo que una permita desencadenar la siguiente. Los estudios en este ámbito son numerosos e incluyen los de Bartlett y Santrock (1979) y Bower (1981).

Estrategias reflexivas

El espacio en blanco para rellenar en un examen escrito puede ser el estímulo para la recuperación semántica o reflexiva; cómo se aprendió el material

Epílogo

A MEDIDA QUE aumenta el número de educadores que toman contacto con la enseñanza basada en la actividad cerebral, se plantean nuevas preguntas. Algunas se pueden contestar con lo que conocemos. Ahora sabemos, por ejemplo, diseñar mejor las evaluaciones, crear entornos de enseñanza más productivos y hacer un trabajo más inteligente para el desarrollo personal.

Otros tipos de preguntas tendrán que esperar las respuestas. Por ejemplo: “¿Cuál será la repercusión de los ordenadores sobre el cerebro?”, “¿A qué edad deberían aprender los niños temas específicos?” Es fácil especular, pero no estamos bastante seguros respecto a las respuestas a esas cuestiones, en parte porque la actual investigación del cerebro se orienta muy poco a la educación. Está impulsada por becas, empresas farmacéuticas y financiación privada. Cada una de ellas tiene intereses propios de estudio: el cáncer, los genes, la clonación, los fármacos o el estrés. Como consecuencia, los educadores tienen que utilizar las aplicaciones de investigación que están disponibles.

Como profesionales, debemos llegar a comprometernos en la investigación de acción sistémica. ¿Un cierto tipo de música estimula al cerebro para escribir poemas? Divida usted su clase y descúbralo. ¿La reducción de la amenaza y del estrés fomenta la participación? Divida su clase en grupos de estrés bajo y moderado e investigúelo. Todos queremos ser tratados como profesionales; comencemos actuando como alumnos que quieren saber más acerca de los mejores métodos para que nuestros estudiantes aprendan.

Conocer la información fundamental sobre cómo hacer nuestro trabajo no es ya algo opcional. No hay que ser biólogo o neurocientífico para saber estas

ideas elementales, aunque tampoco hay que aferrarse al vocabulario o a los procesos neuronales; de hecho, un excesivo interés por la biología puede robar un tiempo valioso para algo más importante como el trabajo práctico necesario para la transformación de la educación.

Este proceso tiene tres fases: familiarizarse más con el cerebro y aprender las ideas y los principios claves; utilizar lo que se ha aprendido de la mejor forma posible; comenzar la transformación en las escuelas. Esta información no es una moda pasajera o un día de formación del personal. Debería ser una fuerza conductora a largo plazo en la toma de decisiones cotidiana. Dado lo que comprendemos acerca del cerebro y cómo aprende, ¿es ésta una buena idea para la enseñanza de los alumnos?

Debemos utilizar lo que conocemos acerca del cerebro, no sólo para estimular nuestra curiosidad sino para comprometer activamente a los educadores en el proceso de cambio. Utilizar además lo que sabemos acerca del cerebro, no sólo con los alumnos sino también con el profesorado. Los temas específicos para el desarrollo de los profesionales incluyen tiempo de diálogo, elección, reflexión, equipos, elaboración de publicaciones, preparación de los compañeros, más información sobre lo que hacemos y más experimentación. De ahí surgirán modelos innovadores que desarrollen de modo óptimo las capacidades naturales de cada profesor. Con un mínimo riesgo, podemos crear instituciones educativas nuevas, complejas y organizadas que tengan la capacidad de situar las puntuaciones de rendimiento en nuevas cotas.

No obstante, esa no es la única razón por la que he escrito este libro, sino porque estoy interesado en cómo podemos todos construir una sociedad mejor. Por ejemplo, la mayoría de las familias aún no conocen bien lo que deben hacer los cinco primeros años para lograr que su hijo esté preparado para la escuela. Por eso sugiero que comencemos planteándonos diferentes preguntas. ¿Qué tipo de mundo podríamos tener dentro de veinte años? ¿Qué necesitarían realmente conocer los ciudadanos del mañana? ¿Hemos formado a los alumnos para toda la vida? ¿Qué saben los estudiantes acerca de los sistemas complejos? ¿Estamos desarrollando mejores pensadores? ¿Pueden leer, y rellenar formularios? ¿Cómo podemos mejorar los servicios comunitarios en áreas como el arte, la música o la ciencia? ¿Los profesionales no sienten ya amor por la enseñanza? La evidencia sugiere que colectivamente no estamos teniendo éxito en esos asuntos.

Una de las respuestas a estas preguntas es hacer la enseñanza compatible con el cerebro. Por suerte, ya tenemos suficientes conocimientos para aplicar cambios importantes en la conceptualización, elaboración y puesta en práctica de los principios educativos. Aunque la investigación no siempre nos da la forma o estructura específicas para *cómo* cambiar el paradigma, es evidente que tenemos suficiente información para hacerlo. No esperemos a disponer de más: siempre habrá actualizaciones. Tiene más sentido comenzar con lo que se puede y dar el primer paso.

Glosario de términos relacionados con el cerebro

ACETILCOLINA. *Neurotransmisor* corriente, particularmente implicado en la formación de memoria a largo plazo. Específicamente liberado en las uniones neuromusculares, se presenta en altos niveles durante el descanso y el sueño. Estas uniones se hallan en la terminal entre un nervio motor, un axón y una fibra muscular esquelética.

ACTH. Denominada también *hormona adrenocorticotrófica*. Esta sustancia relacionada con el estrés es producida por la glándula pituitaria. Se libera en el sistema cuando se experimenta una lesión, emoción, dolor, infecciones u otros traumas.

ADRENALINA. Bajo condiciones de estrés, miedo o excitación, esta hormona se libera de las glándulas suprarrenales a la circulación sanguínea. Cuando llega al hígado, estimula la liberación de glucosa para obtener energía rápida. El incremento brusco causado por la ira puede estrechar los vasos cardíacos, requiriendo que el corazón bombee con una presión más alta. Conocida también como *epinefrina*.

AMÍGDALA. Situada en el centro del cerebro, este complejo de núcleos relacionados y con forma de almendra es una zona procesadora

fundamental para los sentidos. Conectada con el *hipocampo*, tiene una función en los recuerdos con carga emocional. Contiene un enorme número de puntos receptores de opiáceos implicados en la ira, el miedo y los sentimientos sexuales.

AREA DE BROCA. Es una parte del área *frontal* izquierda del *cerebro*. Convierte los pensamientos en sonidos (o palabras escritas) y envía el mensaje al área motora. Los impulsos van primero al *área de Wernicke* y luego al *área de Broca*.

AREA DE WERNICKE. Se refiere al borde trasero superior del *lóbulo temporal*, donde el cerebro convierte los pensamientos en lenguaje.

AXONES. Son las fibras largas que se extienden desde las células cerebrales (*neuronas*) que transportan el *output* (un impulso nervioso eléctrico) a otras *neuronas*. Pueden tener hasta un metro de longitud. Hay sólo un axón por *neurona*, pero los axones se pueden subdividir para conectarse con muchas *dendritas*. Los axones forman a menudo un aislante blanco graso denominado *mielina*.

CEREBELO. Estructura con forma de coliflor situada debajo del área *occipital* y junto al tallo

encefálico. El vocablo significa "pequeño cerebro". Tradicionalmente, la investigación lo vinculaba con los movimientos de equilibrio, postura, coordinación y musculares. La investigación más reciente lo ha relacionado con la cognición, la novedad y las emociones.

CEREBRO. Está formado por el hemisferio izquierdo y el derecho. Tiene *lóbulos frontales, parietales, temporales y occipital*.

CEREBRO INFERIOR. Es la porción inferior del cerebro, formada por la *médula espinal superior, la médula, la protuberancia anular*, y, según algunos expertos, la *formación reticular*. Distribuye la información sensorial y regula las funciones de supervivencia tales como la respiración y el latido cardíaco.

CEREBRO MEDIO. Área situada detrás de los lóbulos frontales, encima del tallo encefálico y debajo de los lóbulos parietales. Las estructuras que lo forman incluyen el *tálamo, el hipocampo y la amígdala*.

CIRCUNVOLUCIÓN CINGULADA. Esta estructura se halla situada directamente encima del *cuerpo calloso*. Actúa como intermediaria en la comunicación entre el *córtex* y las estructuras del *cerebro medio*.

CÓRTEX CEREBRAL. Capa más externa del *cerebro*, con un grosor de 1/4 de pulgada. Es arrugada, con seis capas de profundidad, y está envuelta en células cerebrales (*neuronas*). *Córtex* es el vocablo latino para "corteza" o "cáscara".

CORTICOTROPINA. Hormona esteroide liberada por el *córtex suprarrenal* durante el estrés. Se une a un receptor neuronal especializado donde se ven particularmente afectadas zonas de la *amígdala* y del *hipocampo*.

CRF. Factor de liberación de la corticotropina. Es un componente químico segregado por el *hipotálamo* que impulsa a la *glándula pituitaria* a liberar una hormona del estrés, *ACTH*.

CUERPO CALLOSO. Materia blanca de 200 a 300 millones de fibras nerviosas que conecta los hemisferios izquierdo y derecho. Situado en el área del *cerebro medio*, tiene unos diez centímetros de longitud.

DENDRITAS. Son las fibras que surgen como hebras de la neurona. Similares a telarañas o a

grietas de la pared, son los puntos receptores para los *axones*. Cada célula tiene generalmente muchísimas *dendritas*.

DOPAMINA. Potente *neurotransmisor* implicado primordialmente en producir estados de ánimo o sentimientos positivos. Segregado por las *neuronas* en la *substancia negra, cerebro medio* e *hipotálamo*, tiene asimismo una función en los movimientos. Habitualmente escasea en los pacientes que sufren la enfermedad de Parkinson.

ENCEFALINA. Sustancia similar a la morfina compuesta de cinco aminoácidos tipo opiáceo. Liberada en el cerebro con *ACTH* y *endorfinas* para combatir el dolor.

ENDORFINA. Opiáceo natural, este *neurotransmisor* es similar a la morfina. Se produce en la *glándula pituitaria*. Protege contra el dolor excesivo y se libera con *ACTH* y las *encefalinas* en el cerebro.

FORMACIÓN RETICULAR. Pequeña estructura situada en la parte superior del *tallo encefálico* y en la zona inferior del área del *cerebro medio*, regulador responsable de la atención, la excitación, el sueño-vigilia y la consciencia.

GABA-AGAB. Acrónimo para el ácido gamma-aminobutírico. Este *neurotransmisor* actúa como un agente inhibidor, un conmutador de desconexión. El GABA impide al impulso eléctrico bajar por el *axón*.

GANGLIOS BASALES. Racimos de núcleos situados en lo más profundo del *cerebro* y de las zonas superiores del tallo encefálico, que tienen una función importante en la producción de acciones musculares uniformes y continuas para detener e iniciar el movimiento.

GLÍA. Uno de los dos tipos principales de células cerebrales. El otro es la *neurona*. Las *glías* son diez veces más numerosas que las *neuronas* y también son conocidas como interneuronas. Transportan nutrientes, reparan la velocidad y pueden formar su propia red de comunicación. *Glía* es la palabra resumida de "neuroglia".

GLUTAMATO. Aminoácido presente en cada célula del cuerpo, también se utiliza en el sistema nervioso como un *neurotransmisor* "excitador rápido".

HIPOCAMPO. Situado en lo profundo del *lóbulo temporal*, ocupa un lugar central en el área cerebral. Tiene forma de luna creciente y está muy implicado en el aprendizaje y en la formación de recuerdos.

HIPOTÁLAMO. Situado en la parte central inferior del centro del área cerebral, bajo el *tálamo*. Es una complicada estructura de tipo termostato que influye y regula el apetito, la secreción de hormonas, la digestión, la sexualidad, la circulación, las emociones y el sueño.

LATERALIZACIÓN. Se refiere a la actividad de utilizar un hemisferio más que otro. El vocablo "lateralización relativa" es más exacto porque generalmente utilizamos al menos una parte de ambos hemisferios al mismo tiempo.

LÓBULO OCCIPITAL. Situado en la parte trasera del *cerebro*. Es una de las cuatro áreas principales del cerebro superior y procesa nuestra visión. Las otras tres áreas son los *lóbulos parietal, frontal y temporal*.

LÓBULO PARIETAL. Es la parte superior de nuestro cerebro, y es una de sus cuatro áreas principales. Se encarga de la recepción de la información sensorial del lado opuesto del cuerpo. También tiene una función en la lectura, la escritura, el lenguaje y el cálculo. Los otros tres lóbulos son el *occipital, el parietal y el frontal*.

LÓBULO FRONTAL. Una de las cuatro áreas principales del *cerebro*, el área del cerebro superior. Controla el movimiento voluntario, la expresión verbal, la resolución de problemas, la voluntad de poder y la planificación. Las otras tres áreas del *cerebro* son la *occipital, la parietal y la temporal*.

LÓBULO TEMPORAL. Situado a ambos lados del *cerebro* (en el centro del cerebro superior, cerca del oído), se cree que es un área responsable de la audición, los sentidos, la escucha, el lenguaje, el aprendizaje y el almacenamiento de recuerdos. Las otras tres áreas principales del *cerebro* son los *lóbulos frontales, occipital y parietales*.

MÉDULA OBLONGADA. Situada en el *tallo encefálico*, canaliza la información entre los hemisferios cerebrales y la médula espinal. Controla la respiración, la circulación, el estado de vigilia y el ritmo cardíaco.

MIELINA. Revestimiento blanco graso que envuelve y aísla los *axones*. Puede ayudar a hacer que las células (*neuronas*) sean más eficientes y permite que los impulsos eléctricos viajen hasta doce veces más rápido. Los hábitos pueden ser un resultado de los *axones* recubiertos de mielina.

NEURONA. Uno de los dos tipos de células cerebrales. Tenemos unos 100.000 millones de neuronas. Reciben estimulación de sus ramas, conocidas como *dendritas*. Se comunica con otras neuronas lanzando un impulso nervioso a lo largo de un *axón*.

NEUROTRANSMISORES. Mensajeros bioquímicos del cerebro. Hay más de 50 tipos. Generalmente actúan como el estímulo que excita a una *neurona* vecina o como un inhibidor para suprimir la activación del impulso eléctrico que viaja desde el cuerpo de la célula al *axón*.

NEUROTROPINA. Cualquier nutriente que revitaliza la función cerebral, como alimentos, hormonas o medicamentos.

NORADRENALINA. *Neurotransmisor* implicado primordialmente en nuestros estados de: vigilia o excitación, lucha o huida, índice metabólico, presión sanguínea, emociones y estado de ánimo.

NÚCLEO DENTADO. Pequeña estructura del *cerebelo* responsable de procesar señales para otras áreas del cerebro.

NÚCLEO DE SOEMMERING. Grupo de neuronas teñidas de color oscuro en el área del *cerebro medio* que contiene altos niveles de dopamina. Estas neuronas se conectan con los *ganglios basales* para controlar el movimiento.

OXITOCINA. Péptido conocido como la "molécula del compromiso". Se libera durante la actividad sexual y el embarazo, e influye sobre el "desaprender" y el emparejamiento.

PÉPTIDOS. Tipo de hormonas formadas por cadenas de aminoácidos. Estas proteínas sirven también como mensajeros de información para situaciones, estados de ánimo y pensamiento. Viajan por todo el cuerpo.

PROTUBERANCIA ANULAR, PUENTE DE VAROLIO. Se halla situado cerca de la parte superior del *tallo encefálico*, encima de la *médula*. Es una

estación fundamental de relevo para nuestra información sensorial.

RECEPTOR NMDA (N-METIL-D-ASPARTATO). Receptor del aminoácido denominado *glutamato*, que se halla en cada célula del cuerpo y que tiene un importante papel en la función cerebral.

SEPTUM. Fina división o membrana entre dos cavidades corporales o masas blandas de tejidos.

SEROTONINA. *Neurotransmisor* responsable de producir relajación y regular el estado de ánimo y el sueño. Los medicamentos antidepresivos (como el Prozac) suprimen generalmente la absorción de serotonina, haciéndola más activa.

SINAPSIS. Punto de comunicación donde interactúan las *neuronas*. Cuando un axón de una *neurona* libera *neurotransmisores* para estimular las *dendritas* de otra célula, el proceso resultante donde se produce la reacción es una *sinapsis*. El ser humano adulto tiene trillones de *sinapsis*.

SISTEMA LÍMBICO. Antigua expresión acuñada por Paul MacLean en 1952. Describe un grupo de estructuras conectadas en el área del cerebro medio, que incluye el *hipotálamo*, la *amí-*

dala, el *tálamo*, el *fornix*, el *hipocampo* y el *gyrus cingulado*.

SUSTANCIA NEGRA. Grupo de neuronas oscuras situadas en el área del cerebro medio que contienen altos niveles de dopamina. Están conectadas con los ganglios basales para el control del movimiento.

TÁLAMO. Situado en lo más profundo de la zona central del cerebro, es una estación de relevo sensorial clave. También forma parte del sistema de recompensa del cuerpo.

TALLO ENCEFÁLICO. Situado en la parte superior de la médula espinal, enlaza el *cerebro inferior* con la zona central del cerebro y los hemisferios cerebrales. Mencionado a menudo como el *cerebro primitivo*.

TRÍGONO CEREBRAL (FORNIX). Disposición circular de fibras que conecta el *hipocampo* con el *hipotálamo*.

VASOPRESINA. Hormona relacionada con el estrés parcialmente responsable de nuestra agresividad.

VESTIBULAR. Sistema situado en el oído interno que ayuda a mantener el equilibrio y juzga la posición de una persona en el espacio, incluso con los ojos cerrados.

Referencias bibliográficas

- Abraham, L. (28 febrero, 1997). Entrevista personal.
- Ackerman, S. (1992). *Discovering the Brain*. National Academy Press, Washington.
- (1996). "Imaging the Field of Dreams". *BrainWork Newsletter* 6, 6: 7.
- Altmaier, E.M. y D.A. Happ (1985). "Coping Skills Training's Immunization Effects Against Learned Helplessness." *Journal of Social and Clinical Psychology* 3, 2: 181-189.
- Amabile, T. (1989). *Growing Up Creative*. New York: Crown.
- Armstrong, T. (1995). *The Myth of the ADD Child*. Dutton/Penguin. New York.
- Atlas, J. (18 noviembre, 1996). "The Fall of Fun", en *New Yorker*, 68.
- Ayers, J. (1972). *Sensory Integration and the Child*. Western Psychological Services, Los Angeles.
- (1991). *Sensory Integration and Learning Disorders*. Western Psychological Services, Los Angeles.
- Bahrck, H. P. (1975). "Fifty Years of Memories for Names and Faces", *Journal of Experimental Psychology*, 104: 54-75.
- (1983). "The Cognitive Map of a City-Fifty Years of Learning and Memory", en *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 17, ed. G. H. Bower, 125-163 Academic Press, New York.
- (1984). "Semantic Memory Content in Permastore: Fifty Years of Memory for Spanish Learned in School. *Journal of Experimental Psychology*, 113: 1-29.
- Bahrik, H. P. y Hall, L. K. (1991). "Lifetime Maintenance of High School Mathematics Content", *Journal of Experimental Psychology*, 120: 20-33.
- Bartlett, J.C. y J.W. Santrock. (1979). "Affect-Dependent Episodic Memory in Young Children." *Child Development* 50, 2: 513-518.
- Begley, S. (19 febrero, 1996). "Your Child's Brain." *Newsweek*, 55-62.
- Biederman, J. y otros (1996). "A Prospective 4-Year Follow-Up Study of Attention Deficit Hyperactive and Related Disorder." *Archives of General Psychiatry* 53, 5: 437-446.
- y otros (1995). "Family-Environment Risk Factors for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Test of Rutter's Indicators of Adversity." *Archives of General Psychiatry* 52, 6: 464-470.
- Black, J.E. y otros (1994). "Glial Hypertrophy Is Associated with Synaptogenesis Following Motor-Skill Learning, But Not with Angiogenesis Following Exercise." *Glia* 11, 1: 73-80.

- (1990). "Learning Causes Synaptogenesis, While Motor Activity Causes Angiogenesis, in Cerebellar Cortex of Adult Rats." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 87: 5568-5572.
- Bliss, T.V.P. y T. Lomo. (1973). "Long Lasting Potentiation of Synaptic Transmission." *Journal of Physiology* 232: 331-356.
- Bower, G.H. (7 octubre, 1973). "How to ... uh... Remember!" *Psychology Today*, 63-70.
- (Febrero 1981). "Mood and Memory." *American Psychologist* 36, 2: 129-148.
- Brink, S. (15 mayo, 1995). "Smart Moves." *U.S. News and World Report*.
- Bruce, V. y P. Green. (1990). *Visual Perception*. East Sussex, U.K.: Lawrence Erlbaum and Associates.
- Cahill, L., B. Prins, M. Weber, y J. McGaugh. (20 octubre, 1994). "Adrenergic Activation and Memory for Emotional Events." *Nature* 371, 6499: 702-704.
- Caine, R.N. y G. Caine. (1994). *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. Menlo Park, Calif. Addison-Wesley.
- Calvin, W. (1996). *How Brains Think*. New York: Basic Books.
- Capaldi, E.J., I. Neath (1995). "Remembering and Forgetting as Context Discrimination." *Learning and Memory* 2, 3-4: 107-132.
- Carey, J. (1991). "Sleep and Dreaming" Folleto de la serie "Brain Concepts". Society for Neuroscience, Washington, D.C.
- Christianson, S. (1992). "Emotional Stress and Eyewitness Memory: A Critical Review." *Psychological Bulletin* 112, 2: 284-309.
- Chugani, H.T. (1991). "Imaging Human Brain Development with Positron Emission Tomography." *Journal of Nuclear Medicine* 32, 1: 23-26.
- Churchland, P. (1995). *Engine of Reason: Seat of the Soul*. Boston, Mass.: MIT Press.
- Clarke, D. (1 septiembre, 1980). "Spinning Therapy Calms Hyperactivity, Accelerates Physical Development." *Brain/Mind Bulletin* 5, 20B: 2-4.
- Cleeland, L. (1984). "Vestibular Disorders-Learning Problems and Dyslexia." *Hearing Instruments* 35, 8: 9F.
- Colvin, R.L. (19 julio, 1996). "If Students Are Paid, Test Scores Rise, Study Finds." *Los Angeles*. B-1.
- Connors, K. (1989). *Feeding the Brain*. New York: Plenum Press.
- Coward, A. (1990). *Pattern Thinking*. New York: Praeger.
- Cytowic, R. (1993). *The Man Who Tasted Shapes*. New York: Time Warner.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error*. Putnam and Sons. New York.
- Davidson, R.J. y Sutton, S.K. (1995) "Affective Neuroscience: The Emergence of a Discipline". *Current Opinion in Neurobiology* 5, 2: 217-224.
- Davis, J. (1997). *Mapping the Mind*. Secaucus, N.J.: Carol Publishing Group.
- Debes, J. (Diciembre 1974). "The Power of Visuals." *Instructor Magazine*, 84.
- Deci, E.; E.R. Vallerand, L.G.; Pelletier y R.M. Ryan. (verano-otoño 1991). "Motivation and Education: The Self-Determination Perspective." *Educational Psychologist* 26, 3-4: 325-346.
- DePorter, B. y Hernacki, M. (1992). *Quantum Learning*. Dell Paperbacks. New York.
- Diamond, M.C. (1967): "Extensive Cortical Depth Measurements and Neuron Size Increases in the Cortex of Environmentally Enriched Rats." *Journal of Comparative Neurology* 131: 357-364.
- Diamond, M. y J. Hopson (1998). *Magic Trees of the Mind*. New York: Dutton Books, Penguin-Putnam Group.
- Dowling, W.J. (1993). "Procedural and Declarative Knowledge in Music Cognition and Education." En *Psychology and Music; The Understanding of Melody and Rhythm*, ed. T.J. Tighe y W.J. Dowling. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Druckman, D. y J.A. Sweets. (1988). *Enhancing Human Performance: Issues, Theories, and Techniques*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Dryden, G. y J. Vos. (1994). *The Learning Revolution*. Rolling Hills, Calif.: Jalmar Press.
- Dudai, Y. (Enero/Febrero 1997). "How Big Is Human Memory, or On Being Just Useful Enough." *Learning and Memory* 3, 5: 341-365.

- Edelston, M., ed. (1995). "Did You Know That?" Column in *Bottom Line Personal* 16, 1.7.
- Elias, M. (11 diciembre, 1996). "Ritalin Use Up Among Youth." *USA Today*, p. D1.
- Epstein, H. (1986). "Stages in Human Brain Development." *Developmental Brain Research* 30: 114-119.
- Eysenck, M. (1994). *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*. Oxford, U.K.: Blackwell Publishers.
- Fisher, R. (1990). "Why the Mind Is Not in the Head but in Society's Connectionist Network." *Diogenes* 151, 1: 1-28.
- Ford, M. (1992). *Motivating humans*. Sage Publications. California.
- Franz, R.L. (1961). "The Origin of Form Perception." *Scientific American* 204: 66.
- Freeman, W. (1995). *Societies of brains*. Lawrence. Hillsdale, N. J.
- Fuchs, J.L., M. Montemayor y W.T. Greenough (1990). "Effect of Environmental Complexity on the Size of Superior Colliculus." *Behavioral and Neural Biology* 54, 2: 198-203.
- Gardell, J. (7 octubre, 1997). Conversación personal.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind*. New York: Basic Books
- (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. New York: Basic Books.
- Gazzaniga, M. (1988). *Mind Matters: How Mind and Brain Interact to Create Our Conscious Lives*. Boston: Houghton-Mifflin/MIT Press.
- (1997). *Conversations in the Cognitive Neurosciences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- George, K. (1996). "Attention Deficit: Nature, Nurture, or Nicotine?" *Journal of NIH Research* 8, 11: 24-26.
- Gilbert, A.G. (1977). *Teaching the Three R's Through Movement Experiences*. New York: Macmillan.
- Giles, M.M. (Noviembre 1991). "A Little Background Music Please." *Principal Magazine*, 41-44.
- Gislason, S. (1996). *Getting Better with Nutritional Therapy*. Vancouver, B.C.: Enviromed Research.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
- Green, E.J., W.T. Greenough y B.E. Schlumpf (1983). "Effects of Complex or Isolated Environments on Cortical Dendrites of Middle-Aged Rats." *Brain Research* 264: 233-240.
- Greenberg, D. (1991). "Learning Without Coercion: Sudbury Valley School." *Mothering*: 102-105.
- Greenfield, S. (1995). *Journey to the Centers of the Mind*. New York: Freeman.
- (1997). *The Human Brain: A Guided Tour*. Basic Books/Harper Collins. New York.
- Greenough, W.T. y B.J. Anderson. (1991). "Cerebellar Synaptic Plasticity: Relation to Learning Versus Neural Activity." *Annals of the New York Academy of Science* 627: 231-247.
- Gunnar, M., C. Nelson, eds. (1992). *Developmental Behavioral Neuroscience*. pp. 155-200. Minnesota Symposia on Child Psychology. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hancock, L. (19 febrero, 1996). "Why Do Schools Flunk Biology?" *Newsweek*, 58-59.
- Hannaford, C. (1995). *Smart Moves*. Arlington, Va.: Great Ocean Publishing.
- Hanshumacher, J. (1980). "The Effects of Arts Education on Intellectual and Social Development: A Review of Selected Research." *Bulletin of the Council for Research in Music Education* 61, 2: 10-28.
- Harth, E. (1995). *The Creative Loop*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Healy, J. (1990). *Endangered Minds: Why Our Children Can't Think*. New York: Simon and Schuster.
- (1994). *Your Child's Growing Mind*. New York: Doubleday.
- Hennessy, J.W., M.G. King, T.A. McClure y Levine's. (1977). "Uncertainty as Defined by the Contingency Between Environmental Events and the Adrenocortical Response." *Journal of Comparative Physiology* 91: 1447-1460.
- Heybach, J.P. y Vernikos-Danellis, J. (1979). "Inhibition of Adrenocorticotrophin Secretin During Deprivation-Induced Eating and Drinking in Rats", *Neuroendocrinology* 28: 329-338.
- Hittman, J., ed. (1996). "Personality: It's in the Genes." *BrainWaves Newsletter*.
- Hobson, J.A. (1994). *Chemistry of Conscious States*. Boston, Mass.: Little, Brown and Co.

- Hooper, J. y Teresi, D. (1986). *The Three Pound Universe: The Brain, from Chemistry of the Mind to New Frontiers of the Soul*. New York: Dell.
- Horn, G. (1991). "Learning, Memory, and the Brain." *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 35, 1: 3-9.
- Houston, J. (1982). *The Possible Human: A Course in Enhancing Your Physical, Mental, and Creative Abilities*. Los Angeles, Calif.: Jeremy Tarcher.
- Howard, P. (1994). *Owner's Manual for the Brain*. Austin, Tex.: Leornian Press.
- Hurwitz, I., P.H. Wolff, B.D. Bortnick y K. Kokas. (1975): "Nonmusical Effects of the Kodaly Music Curriculum in Primary Grade Children." *Journal of Learning Disabilities* 8, 2: 45-51.
- Hutchinson, M. (1994): *MegaBrain Power*. Hyperion Books. New York.
- Isaacs, K.R., et al. (1992). "Exercise and the Brain: Angiogenesis in the Adult Rat Cerebellum After Vigorous Physical Activity and Motor Skill Learning." *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism* 12, 1: 110-119.
- Jacobs, B., M. Schall, y A.B. Scheibel (1993). "A Quantitative Dendritic Analysis of Wernicke's Area in Humans: Gender, Hemispheric, and Environmental Factors." *Journal of Comparative Neurology* 327, 1: 97-111.
- Jacobs, W.J. y L. Nadel (1985). "Stress-Induced Recovery of Fears and Phobias." *Psychological Review* 92, 4: 512-531.
- Jermott, J. y K. Magloire (1985). "Student Stress Lowers Immunity." *Journal of Personality and Social Psychology* 55: 803-810.
- Jones, B.F., J. Pierce, y B. Hunter (Diciembre 1988/Enero 1989). "Teaching Students to Construct Graphic Representations." *Educational leadership* 46, 4: 20-25.
- Kagan, J.M. (1994). *Galen's Prophecy*. New York: Basic Books.
- Kearney, P. (3 agosto, 1996). "Brain Research Shows Importance of Arts in Education." *The Star Tribune*, p. 19A.
- Kempermann, G.; H.G. Kuhn y F. Gage (Abril 1997). "More Hippocampal Neurons in Adult Mice Living in an Enriched Environment." *Nature* 38: 493-495.
- Kinoshita, H. (1997). "Run for Your Brain's Life." *BrainWork* 7, 1:8.
- Klein, R., D. Pilon, S. Prosser y D. Shannahoff-Khalsa. (23 octubre, 1986). "Nasal Airflow Asymmetries and Human Performance." *Biological Psychology* 2: 127-137.
- Klein, R. y R. Armitage (Junio 1979). "Rhythms in Human Performance." *Science* 204, 4399: 1326-1328.
- Koch, C. (16 enero, 1997). "Computation and the Single Neuron." *Nature* 385, 6613: 207-210.
- Kohn, A. (1993). *Punished by Rewards*. New York: Houghton Mifflin.
- Kolb, B. y I.Q. Whishaw (1990). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. New York: W.H. Freeman and Co.
- Kosslyn, S. (1992). *Wet Mind*. New York: Simon and Schuster.
- Kotulak, R. (13 abril, 1993). "Research Discovers Secrets of How Brain Learns to Talk." *Chicago Tribune*, Section 1, pp. 1-4.
- (1996). *Inside the Brain*. Kansas City, Mo.: Andrews and McMeel.
- Kovalik, S. (1995). *ITI: The Model-Integrated Thematic Instruction*. Kent, Wash: Books for Educators.
- LaBerge, D. (1995). *Attentional processing*. Harvard University Press. Cambridge, Mass.
- Lamb, S.J. y A.H. Gregory (1993). "The Relationship Between Music and Reading in Beginning Readers." *Educational Psychology* 13, 2: 19-26.
- Lasley, E. (1997). "How the Brain Learns and Remembers." *BrainWork* 7, 1:9.
- Lazarus, R. y B. Lazarus (1995). *Passion and Reason*. New York: Oxford University Press.
- LeDoux, J. (Abril 1992). "Brain Mechanisms of Emotions and Emotional Learning." *Current Opinion in Neurobiology* 2, 2: 191-197.
- (Diciembre 1993). "Emotional Memory Systems in the Brain." *Behavioral Brain Research* 58, 1-2: 69-79.
- (1994) "Emotion, Memory, and The Brain." *Scientific American* 270, 6: 50-57.
- (1996). *The Emotional Brain*. New York. Simon and Schuster.

- Levine, S. y C. Coe (1989). "Endocrine Regulation." *Psychosomatic Medicine*, ed. S. Cheren, pp. 342-344. Madison, Conn.: International Universities Press, Inc.
- MacLean, P. (1990). *The Triune Brain in Education*. New York: Plenum Press.
- Maier, S. y J. Geer. (1968). "Alleviation of Learned Helplessness in a Dog." *Journal of Abnormal Psychology* 73: 256-262.
- Mandelblatt, M. (Diciembre 1993). "Mostly Mozart". *Mensa Bulletin* 12: 13.
- Manning, A., ed. (8 agosto, 1997). "Physical Skills Take 6 Hours to Sink In." *USA Today*, p. 4D.
- Mark, V. (1989). *Brain Power*. Boston, Mass.: HoughtonMifflin.
- Marquis, J. (17 octubre, 1996). "A Real Brain Teaser." *Los Angeles Times*, p. B-2.
- Martens, F. (Marzo 1982). "Daily Physical Education- A Boon to Canadian Elementary Schools." *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance* 53, 3: 55-58.
- Matthews, R.C. (1977). "Semantic Judgments as Encoding Operations: The Effects of Attention to Particular Semantic Categories on the Usefulness of Interim Relations in Recall." *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 3, 8: 160-173.
- McGaugh J.L., L. Cahill, y J.B. Introini-Collison. (1990). "Involvement of the Amygdaloid Complex in Neuromodulatory Influences on Memory Storage." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 14, 4: 425-431.
- McGaugh, J.L., L. Cahill, M.B. Parent, M.H. Mesches, K. Coleman-Mesches, y J.A. Salinas. (1995). "Involvement of the Amygdala in the Regulation of Memory Storage" en *Plasticity in the Central Nervous System: Learning and Memory*, ed. J.L. McGaugh, F. Bermudez-Ratton, y R.A. Prado-Alcala. Hillsdale, N.J.: Erlbaum and Associates.
- McGraw, M. (1989). "Art Therapy with Brain-Injured Patients." *American Journal of Art Therapy* 28: 37-44.
- McGregor, T. (1994). "Starting School." *BrainGym Journal* 8, 2: 4-5.
- Mehler, J. y E. Dupoux. (1994). *What Infants Know*. Cambridge, Mass.: Blackwell Publishers.
- Michaud, E. y R. Wild. (1991). *Boost Your Brain Power*. Emmaus, Pa.: Rodale Press.
- Middleton, F. y P. Strick. (Octubre 1994). "Anatomical Evidence for Cerebellar and Basal." *Science* 226, 5184: 458-461.
- Miller, N. y L. Melamed. (Febrero 1989). "Neuropsychological Correlates of Academic Achievement." Poster presentation, International Neuropsychological Society, Vancouver, B.C.
- Mineka, S., M. Cook y S. Miller. (1984). "Fear Conditioned with Escapable and Inescapable Shock: The Effects of a Feedback Stimulus." *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 10: 307-323.
- Mohanty, B. y A. Hejmadi (Marzo 1992). "Effects of Intervention Training on Some Cognitive Abilities of Preschool Children." *Psychological Studies* 37, 1: 31-37.
- Morris, P.E. y N. Cook. (1978). "When Do First Letter Mnemonics Aid Recall?" *British Journal of Educational Psychology* 48: 22-28.
- Murphy, M. (1992). *The Future of the Body*. Los Angeles: Jeremy Tarcher Publ.
- Nadia, S. (15 diciembre, 1993). *Kids Brain Power*. The Oregonian, Portland.
- Nakamura, K. (1993). "A Theory of Cerebral Learning Regulated by the Reward System". *Biological Cybernetics* 68, 6: 491-498.
- Oakhill, J. (1988). "Time of Day Affects Aspects of Memory." *Applied Cognitive Psychology* 2: 203-212.
- Ornstein, R. y Sobel, D. (1987). *The Healing Brain and How It Keeps Us Healthy*. Simon and Schuster. New York.
- Ostrander, S. y L. Schroeder. (1991). *SuperMemory*. New York: Carroll and Graf Publishers.
- Overton, D.A. (1984). "State-Dependent Learning and Drug Discriminations." In *Handbook of Psychopharmacology*, Vol. 18, ed. L.L. Iverson, S.D. Iverson y S.H. Snyder. New York: Plenum.
- Palmer, L. (1997). Comunicación personal.
- (Septiembre 1980). "Auditory Discrimination Through Vestibulo-Cochlear Stimulation." *Academic Therapy* 16, 1: 55-70.
- Parente, R. y Anderson-Parente, J. (1991). *Retraining Memory: Techniques and Applications*. CSY.

- Parnell, D. (Marzo 1996). "Cerebral Context." *Vocational Educational Journal* 71, 3: 18-21.
- Pearce, J. C. (1992). *Evolution's End*. Harper Collins. San Francisco.
- Pert, C. (1997). *Molecules of Emotion*. Charles Scribner's Sons. New York.
- Peterson, C., Maier, S. y Seligman, M. (1993). *Learned helplessness*. Oxford University Press. New York.
- Pollatschek, J. y F. Hagen. (1996). "Smarter, Healthier, Happier." International Health, Racquet, and Sports club Association Booklet, Boston, Mass.
- Prescott, J. (1977). "Phylogenetic and Ontogenetic Aspects of Human Affectional Development," en *Selected Proceedings of the 1976 International Congress of Sexology*, ed. R. Gemme and C. Wheeler. New York: Plenum.
- Rauscher, F. H.; Shaw, G. L.; Levine, L. J.; Ky, K. N. y Wright, E. L. (1993). "Music and Spatial Task Performance". *Nature*, 365: 611.
- "Reading at Home." (17 octubre, 1996). Louis Harris Poll in *USA Today*, p. 3A.
- Restak, R. (1979, 1988). *The Brain*. New York: Warner Books.
- (1993) *Receptors*. New York: Bantam Books.
- (1994). *The Modular Brain*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Richardson, L. (3 enero, 1996). "Teens Are Not Early Risers by Nature." *San Diego Union Tribune*, E-1.
- Richardson, S. (1996). "Tarzan's Little Brain." *Discover Magazine* 17, 11: 100-102
- Rossi, E.L. y D. Nimmmons. (1991). *The 20-Minute Break: Using the New Science of Ultradian Rhythms*. Los Angeles: Tarcher.
- Rozanski, A. (1988). "Mental Stress and the Induction of Silent Ischemia in Patients with Coronary Artery Disease." *New England Journal of Medicine* 318. 4/21: 1005.
- Saltus, R. (15 enero, 1997). "Lost Mice Lead Way to Major Find on Memory." *The Brain in the News*. The Dana Alliance for Brain Initiatives Newsletter 4, 1.
- Sachb, F.R. (1990). "Odors and the Remembrance of Things Past." *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory, and Cognition* 16: 648-655.
- Schacter, D.L. (1992). "Understanding Implicit Memory". *American Psychologist* 47, 4: 559-569.
- Schacter, D. (1996). *Searching for Memory: The Brain, the Mind, and the Past*. New York: Basic Books.
- Scroth, M., et al. (Enero 1993). "Role of Delayed Feedback on Subsequent Pattern Recognition Transfer Tasks." *Contemporary Educational Psychology* 18, 1: 15-22.
- Shreeve, J. (Mayo, 1996). "Possibly New Skeleton Gives Path from Trees to Ground an Odd Turn." *Science* 272, 5262: 654.
- Siegfried, T. (18 agosto, 1997). "Scientists Aren't Too Depressed About Learning from Mistakes." *Dallas Morning News*, p. 9D.
- Silverman, S. (1993). "Student Characteristics, Practice, and Achievement in Physical Education." *Journal of Educational Research* 87, 1.
- Simmons, S. (Diciembre 1995). "Drawing as Thinking." *Think Magazine*: 23-29.
- Soloveichik, S. (Mayo, 1979). "Odd Way to Teach, But It Works." *Soviet Life Magazine*: 5.
- Squire, L. (1992). "Memory and the Hippocampus: A Synthesis from Findings with Rats, Monkeys, and Humans." *Psychological Review* 99, 2: 195-231.
- Strasburger, V. C. (1992). "Children, Adolescents and Television". *Pediatrics in Review*. 13, 4: 144-151.
- Tallal, P.; Millers, S y Fitch, R. H. (1993). "Neurobiological Basis for Speech: A Case for the Pre-eminence of Temporal Processing". *Annals of the New York Accademy of Sciences* 682: 27-47.
- Thal, D. J. y S. Tobias (1992). "Comunicative Gestures in Children with Delayed Onset of Oral Expressive Vocabulary". *Journal of Speech and Hearing Research* 35, 6: 1281-1289.
- Thal, D.J., S. Tobias y D. Morrison. (1991). "Language and Gesture in Late Talkers: A 1-Year Follow-Up." *Journal of Speech and Hearing Research* 34, 3: 604-612.
- Thompson, R. (1993). *The Brain*. New York: W. H. Freeman Co.

- Tonge, B.J. (1990). "The Impact of Television on Children and Clinical Practice." *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry* 24, 4: 552-560.
- Trice, A.D. (Diciembre, 1982). "Ratings of Humor Following Experience with Unsolvable Tasks." *Psychological Reports* 51, 3, Pt. 2: 1148.
- Turkington, C. (1996). *The Brain Encyclopedia*. New York: Facts on File.
- Urich, R.S. (1984). "View Through a Window May Influence Recovery from Surgery." *Science* 224: 420-421.
- Van Dyke, D.C. y A.A. Fox (1990). "Fetal Drug Exposure and Its Possible Implications for Learning in the Pre-School and School-Age Population." *Journal of Learning Disabilities* 23, 3: 160-163.
- Viadero, D. (noviembre-diciembre 1995). "Sleepy Heads." *Teacher Magazine*: 24-26.
- "Video Games." (18 noviembre, 1996). Survey in *USA Today*, p. 3A.
- Vincent, J.D. (1990). *The Biology of Emotions*. Cambridge, Mass.: Basil Blackwell.
- Wallis, D. (Mayo, 1996). "I'm Sorry, Sir-He's Out at His Desk." *Esquire*: 42.
- Weinberger, N. (1994). *Music and Science Information Computer Archive Newsletter* I, 2: 3.
- (1995). "Non Musical Outcomes of Music Education." *Musica Journal* II, 2: 6.
- (1996). *Music and Science Information Computer Archive Newsletter* III, 1: 1.
- Wickelgren, I. (11 diciembre, 1996). "Mice Flies Point Way to Molecule That Makes Memories." *San Diego Union-Tribune*, p. E-3.
- Wilder, R. (1996). "Peering into the Hyperactive Brain." *BrainWork Newsletter* 6, 5: 7.
- Williams, R. (3 septiembre, 1977). "Why Children Should Draw: The Surprising Link Between Art and Learning." *Saturday Review*: 11-16.
- Wilson, D.A., J. Willner, E.M. Kurz y L. Nadel. (1986) "Early Handling Increases Hippocampal Long-Term Potentiation in Young Rats." *Behavioral Brain Research*, 21, 223-227.
- Wlodkowski, R. (1985). *Enhancing Adult Motivation to Learn*. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass Publishers.
- Woteki, C.E. y P.R. Thomas, eds. (1992). *Eat Right, Be Bright*. New York: St. Martin's Press.
- Wurtman, J. (1986). *Managing Your Mind and Mood Through Food*. New York: Harper/Collins.
- Wynn, K. (1990). "Children's Understanding of Counting." *Cognition* 36, 2: 155-193.
- (Agosto, 1992). "Addition and Subtraction by Human Infants." *Nature* 358, 6389: 749-750.
- Young, L.D. y J.M. Allin (1986). "Persistence of Learned Helplessness in Humans." *Journal of General Psychology*. 113, 1: 81-88.

Bibliografía en español

- Adolphs, R. y Morgado, I. (2000). *Emoción y conocimiento: la evolución del cerebro y la inteligencia*. Tusquets. Barcelona.
- Amabile, T. (2000). *Creatividad e innovación*. Deusto. Bilbao.
- Antunes, C. (2000). *Estimular las inteligencias múltiples: qué son, cómo se manifiestan, cómo funcionan*. Narcea. Madrid.
- Assmann, H. (2002). *Placer y ternura en la educación. Hacia una sociedad aprendiente*. Narcea. Madrid.
- Batllori, J. (2001). *Juegos para entrenar el cerebro. Desarrollo de habilidades cognitivas y sociales*. Narcea. Madrid.
- Bower, G. H. (1989). *Teorías del aprendizaje*. Trillas. México.
- (1984). *El mundo perceptivo del niño*. Morata. Madrid.
- Calvin, W. (2001). *Cómo piensan los cerebros: la evolución de la inteligencia, antes y ahora*. Debate. Madrid.
- Carter, R. (2002). *Un nuevo mapa del cerebro*. Barcelona. Integral.
- Churchland, P. (1992). *Materia y conciencia: introducción contemporánea a la filosofía de la mente*. Gedisa. Barcelona.
- Clarke, D. (1989). *Motivos y mecanismos: introducción a la psicología de la acción*. Paidós. Barcelona.
- Diamond, M.C. (2000). *El cerebro humano*. Ariel. Barcelona.
- Eysenck, M. C. (1985). *Atención y activación*. Herder. Barcelona.
- Gardner, H. (1983). *Estructuras de la mente*. FCE. México.
- (1997). *Inteligencias múltiples*. Paidós. Barcelona.
- Gazzaniga, M. (1998). *Cuestiones de la mente: cómo interactúan la mente y el cerebro para crear nuestra vida consciente*. Herder. Barcelona.
- Goleman, D. (1999). *Inteligencia emocional*. Kairós. Barcelona.
- (1999). *La práctica de la inteligencia emocional*. Kairós. Barcelona.
- Hobson, J. A. (1994). *El cerebro soñador*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Hooper, J. y Teresi, D. (1987). *El universo del cerebro*. Versal, D. L. Barcelona.
- Kolb, B. y Whishaw, I. Q. (2002). *Cerebro y conducta*. McGraw-Hill. Madrid.

- Lazarus, R. (2000). *Estrés y emoción: manejo e implicaciones en nuestra salud*. Desclée de Brouwer. Bilbao.
- Lazarus, B. (2000). *Pasión y razón: la comprensión de nuestras emociones*. Paidós. Barcelona.
- LeDoux, J. (1999). *El cerebro emocional*. Planeta; Ariel. Barcelona.
- Manning, A. (1985). *Introducción a la conducta animal*. Alianza. Madrid.
- Mehler, J. y Dupoux, E. (1994). *Nacer sabiendo: Introducción al desarrollo cognitivo del hombre*. Madrid. Alianza.
- Oakhill, J. (1996). *Manual de psicología del pensamiento: pensar y razonar*. Paidós. Barcelona.
- Ontoria, A. (2000). *Potenciar la capacidad de aprender y pensar. Modelos mentales y técnicas de aprendizaje-enseñanza*. Narcea. Madrid.
- (2001). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Narcea. Madrid.
- (2003). *Aprender con Mapas mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*. Narcea. Madrid.
- Pinillos, J. L. (2001). *La mente humana*. Temas de Hoy. Madrid.
- Pinker, S. (2001). *Cómo funciona la mente*. Destino. Barcelona.
- Ratey, J. (2002). *El cerebro: manual de instrucciones*. Mondadori. Barcelona.
- Schacter, D. (1999). *En busca de la memoria: el cerebro, la mente y el pasado*. B.S.A. Barcelona.
- Segura, M. (2003). *Educación de las emociones y los sentimientos*. Narcea. Madrid.
- Trias, M. V. (2002). *Estrés en la infancia. Su prevención y tratamiento*. Narcea. Madrid.
- Vilarroya, O. (2002). *La disolución de la mente: una hipótesis sobre cómo se siente, piensa y se comunica el cerebro*. Tusquets. Barcelona.
- Vincent, J. D. (1988). *Biología de las pasiones*. Anagrama. Barcelona.
- Zuluaga, J. A. (2001). *Neurodesarrollo y estimulación*. Panamericana. Bogotá.

Índice de materias

- Acetilcolina**
 - definición de, 161
 - memoria y, 108, 144-145, 149
 - y atención, 68
- ACTH, 153**
 - definición de, 161
 - y sed, 45
- Actividades de danza y aprendizaje de habilidades, 121, 123-124**
- Adrenalina,**
 - definición de, 161
 - memoria y, 108, 133, 144, 153
 - y motivación interna, 97
- Afinamiento, desarrollo temprano del cerebro, 37-38**
- Agua y funcionamiento cerebral, 25, 45-46**
- Anfetaminas y déficit de atención, 76**
- Animales, investigación del cerebro, 13**
- Amenazas**
 - y activación del cerebro, 95
 - y educación ambiental, 49-50, 63
 - razones del fracaso, 79-80
 - reducción de, 88-90, 97-101
 - y atención, 68-69
 - y aprendizaje, 83-85
 - vías de respuesta, 84, 106-108
- Amígdala, 24**
 - definición de, 161
 - durante el sueño REM, 44
 - efecto en conducta, 39
 - respuesta de amenaza, 83
 - y vías emocionales, 107-108
 - y memoria, 93, 142, 153
- Apatía. Ver desmotivación**
- Aprendizaje**
 - como proceso vs. resultados, 34
 - desarrollo temprano de la niñez, 37-47. Ver escolarización temprana
 - y cambios cerebrales, 29-34
 - y conducta, 32
 - y desarrollo motor, 120-123
 - y emociones, 111-114
 - y hormona del estrés, 80-83, 85
 - corporal, 152-153
 - duradero, 31-32. Ver memoria
 - explícito, 138
 - implícito, 138
- Área de Broca, 23**
 - definición de, 161
- Área de Wernicke, 23**
 - definición de, 161
- Áreas funcionales del cerebro, 23**
- Aromas y memoria, 151**
- Arte, enriquecimiento a través de, 61-63**
- Atención**
 - ciclos de, 69-71

- factores que influyen, 74
- propósito de, 66
- química de, 68-69, 109
- técnicas para obtener/guardar, 77-78
- tiempo de procesamiento, 70-75
- vías del cerebro, 66-68
- y disciplina, 75
- Atención selectiva**, 68
- Ausencia de control**, indefensión aprendida, 86-88
- Autismo y déficits cerebrales**, 119
- Autopsias**, investigación del cerebro, 14-15
- Axones**, 27-29
 - definición de, 161
- Calendario por bloques de tiempo**, 70
- Calpaína como limpiador de sinápsis**, 45, 144
- Cambio de lugar como técnica para lograr la atención**, 77
- Cambio de paradigma**, en educación, 12
- Canales semicirculares**. Ver sistema vestibular
- Cantar y estimulación cerebral**, 61. Ver música
- Células cerebrales**. Ver células glías; neuronas
- Células glías**, 26-27
 - definición de, 162
- Cerebelo**, 24-25
 - definición de, 161-162
 - destrezas motoras, 118-119, 142, 152
 - y destrezas cognitivas tempranas, 40-41
- Cerebro**, 162
 - anatomía de, 22-25
 - desarrollo prenatal, 36-38
 - elaborar significados, 129-132
 - estructura celular, 26-29
 - maleabilidad, 50-52
 - modelos de funcionamiento, 15
 - pasado vs. presente, 35-36
 - procesos de aprendizaje, 29-34
 - química, 16. Ver también neurotransmisores
 - recompensas y, 94-97
 - tamaño, 22
 - ubicación de recuerdos almacenados, 143
 - uso de energía, 25-26
 - vías de atención, 66-68
 - vías emocionales, 106
- Cerebro auditivo**
 - desarrollo de, 41, 47
 - y recuerdos de sonido, 142, 154-155
- Cerebro inferior**, 162
- Cerebro medio**
 - definición de, 162
 - efectos en el comportamiento, 39-40
 - vías de la emoción, 106-108
- Cerebro trino**, teoría, 15
- "Chance to learn project" (Una oportunidad para aprender)**, 56
- Ciclo básico de descanso y actividad (CBDA)**, 69
- Cingulada anterior y desarrollo motor**, 120
- Circunvolución cingulada**
 - definición de, 162
- Colina y memoria**, 145
- Comida**. Ver nutrición y funcionamiento cerebral
- Conducta**
 - y modelos educativos, 12
 - y recompensas de estudiantes, 91-92
- Conducta "de genio" y conexiones neuronales**, 33-34
- Consciencia**, localización en el cerebro, 24
- Contaminación**, memoria del procesamiento episódico, 151
- Contenido/contexto creencias**, 93
- Contexto**
 - búsqueda de significado, 131-132, 135-138
 - y recuperación, 146
- Córtex**
 - cerebral, 22, 162
 - de asociación, 24
 - entorrinal, durante la fase REM, 44
 - motor, 24, 118-119
 - sensorial, 24-25
- Corticotropina**,
 - definición de, 162
- Cortisol**, liberación de, 80, 153
- CREB (molécula de proteína) y memoria de almacenamiento**, 144
- Cuerpo calloso**, 22, 57, 162
- Cuerpo celular de neurona**, 27
- Currículo interdisciplinar**, 135-136
- Currículo transversal**, 137
- Cylert**, 75
- Deficiencias de calcio y pérdida de memoria**, 144
- Dendritas**, 27-29, 162
- Depresión a largo plazo (DLP)**, de sinápsis, 32
- Desafíos en el ambiente educativo**, 53-54, 62-63

- Desarrollo/Estimulación motora**
 enriquecimiento, 56-57, 62-63
 escuela, 39-40, 47
 sugerencias para la clase, 124-127, 134
 y aprendizaje, 120-123
 y memoria, 152-153, 156-157
 y reducción del estrés, 88-90, 123
 y violencia, 121
- Desarrollo del lenguaje**, 41-43, 55-56
- Desarrollo prenatal y preparación para la escuela**, 36-37, 41-43
- Deshidratación y funcionamiento en el cerebro**, 25, 45-46
- Desmotivación**
 crónica. Ver indefensión aprendida temporal, 93-94
- Destrezas cognitivas tempranas, desarrollo de**, 40-41, 47
- Destrezas de escritura, desarrollo de**, 55-56
- Destrezas de lectura**
 desarrollo de, 41-43, 55-56
 y actividades de danza, 121
 y discriminación del tono, 60
- Destrezas en matemáticas y su relación con la música**, 41, 59-62
- Disciplina y atención**, 75-77
- Dislexia y hormonas del estrés**, 41
- Dopamina**, 32
 definición de, 162
 impulsividad, 75
 y sistema de recompensas interno, 95-96
- "Dotados y con talento", enriquecimiento del entorno**, 52-53
- Educación, modelos de**, 11-12
- Educación física.** Ver desarrollo/estimulación motora
 y aprendizaje, 121-123
- EEG (electroencefalograma)**, 13-14
- "Efecto Mozart"**, 60
- Ejercicio.** Ver desarrollo/estimulación motora
- Elaborar modelos y búsqueda de significado**, 131-132, 135-138
- Electrodos e investigación cerebral**, 13-14
- Electroencefalograma**, 13-14
- Emociones**
 activar, generar, provocar, 114-116, 134-135
 cultura occidental de, 103-104
 estados mente-cuerpo, 110-111, 133-135
 investigación de, 104-105
 medida de, 105-106
 química de, 108-110
 vías de, 105-107, 113-114
 y aprendizaje/memoria, 111-114, 152-154, 156-158
 y significado, búsquedas para, 132-134
 y toma de decisiones, 113-114
- Encefalina, definición de**, 162
- Endorfina, definición de**, 162
- Energía, uso en el cerebro**, 25-26
- Enfermedad y estrés crónico**, 80
- Enriquecimiento**
 de entornos educativos, 52-63
 para "dotados y con talento", 52
 y estructuras cerebrales, 50-52
- Enseñanza y aprendizaje**, 11, 135
- Enseñanza temática y elaboración de modelos**, 136
- Entornos**
 de clase, 62. Ver enriquecimiento, de entornos educativos
 vs. genética, 39, 49-50
- Era de la información**
 y búsqueda de significado, 129-130
 y modelos educativos, 12
- Espectómetro e investigación cerebral**, 15
- Estados del sueño, ciclos del sueño**, 43-44
- Estado delta, ciclos del sueño**, 44, 70-71
- Estados emocionales**
 y aprendizaje, 134
 y conducta, 32, 93, 110-114
 y recuperación, 146-147, 156-157
- Estímulos, procesados en el cerebro**, 29-31
- Estrés/hormonas del estrés**
 efecto en neuronas, 81
 por sobrecarga de información, 130
 reducción de, 88-90, 123
 sentimientos de competencia, 58
 situaciones sociales, 82
 y aprendizaje, 80-83, 85
 y atención, 68-69
 y desarrollo prematuro del cerebro, 37, 41, 94-95
- Estudios clínicos e investigaciones cerebrales**, 14
- Factor de liberación de corticotropina (CRF)**,
 definición de, 162
- Factor neurotrópico derivado del cerebro (BDNF)**, 88-98, 122
- Falta de atención**, 70-75
- Farmacéutico, alteraciones cerebrales**, 15-16, 75-77

- Fase de movimiento rápido de los ojos (REM) durante el sueño**, 44
- Feedback**. Ver también retroalimentación
interacción, en entornos educativos, 53-55, 62-63, 99-100
y vías de atención, 67
y vías emocionales, 108
- Fenilalanina y memoria**, 144
- Fijación de objetivos**
y movimiento, 125
y motivación del estudiante, 93, 97, 111-112, 133-134
- FMRI (funcional MRI)**, 13
- Fonemas**, 41
- Formación reticular, definición de**, 162
- Gamma-aminobutírico**, 30
definición de, 162
sistema de recompensas interno, 95
- Ganglios basales**
déficit de atención, 76
definición de, 162
y habilidades aprendidas, 142, 152
- Genética**
de memoria, 31-32
vs. entorno, 39, 49-50
y sistema de recompensa interno, 95
- Glucosa, metabolización de**, 52, 58
y déficit de atención, 37
y estrés, 37
- Glutamato**, 30, 162
- Grupos cooperativos en entornos educativos**, 54-55, 135
- Hemisferios cerebrales**. Ver lateralización
derecho, 22-23
izquierdo, 22-23
y desarrollo del lenguaje, 41-42, 56
- Hipocampo**, 24-25, 30
definición de, 163
durante el sueño REM, 44
efecto de cortisol en, 80
efectos del estrés, 123
y formación de recuerdos, 142, 148, 150
- Hipotálamo**, 24-25
definición de, 163
- Hormonas, estrés**
en situaciones sociales, 82
reducción de, 88-90, 123
sentimientos de competencia, 58
y aprendizaje, 80-83, 85
y atención, 68-69
y desarrollo temprano del cerebro, 36-37, 41, 94-95
y sed, 45-46
- Hormona adrenocorticotrófica (ACTH)**, 161
definición de, 161
y sed, 45
- Iluminación en clase y el estrés**, 81
- Imágenes cerebrales**, 13-14, 67-68
- Imágenes por resonancia magnética (IRM)**, 13
- Indefensión aprendida**, 86-88
biología de, 87-88
resultados de, 88
estrategias para reducir, 88-90, 99-101
- "Índices", rememoración de palabras**, 145
- Inteligencia emocional**, 105-120
desarrollo temprano de, 37-39, 47
- Inteligencia y conexiones sinápticas**, 32-34
- Interneuronas**. Ver Células gliales
- Introspección y procesamiento de la información**, 72-73, 114-116
- Investigación activa**, 17, 159-160
- Investigación cerebral**
en emociones, 104-106
interpretación de, 16-17
tecnología para, 12-15
- IRM**, 13
- Lado afectivo de aprender**. Ver emociones
- Laterales transversales**, 126
- Lateralización**, 22-25
definición de, 163
trastornos del lenguaje, 41-42, 56
y artes, 61-62
y hormonas del estrés, 41
- Lecitina y memoria**, 145
- Ligands y estados emocionales**, 110-111
- Lóbulo frontal**, 23-24, 108, 111
definición de, 163
y déficit de atención, 76
y pensamientos positivos, 93
y secuencias de movimientos, 120-121
- Lóbulo occipital**, 23-24
definición de, 163
- Lóbulo parietal**, 23-24
definición de, 163
y cambios de atención, 68
- Lóbulo temporal**, 23-24
definición de, 163
y memoria, 142, 148

- Magnetoencefalograma (MEG)**, 13-14
- Maleabilidad del cerebro humano**, 50-52
- Medicaciones, alteraciones cerebrales**, 15-18, 75-77
- Médula oblongada**
definición de, 163
- MEG (magnetoencefalograma)**, 13-14
- Memoria**
fluidez de, 142-143
formación de, 143-144
influencia de la química, 144-145
procesos de almacenamiento de, 148
reconstrucción de, 145-146
sugerencias para su mejora, 154-158
ubicación de, 143
y cambios en el cerebro, 32
y emociones, 111-114, 153, 157
y estrés, 80
y sueño REM, 44
a corto plazo, 149
declarativa, 149-151
explícita, 148-151, 154-156
episódica, 150-151, 156-157
de hábito, 152
de trabajo, 149-150, 154
fáctica, 149-150
implícita, 151-154
lingüística, 149-150
motora, 152-153
olfativa, 151
procedimental, 152-153, 157
reflexiva, 153-154, 158
semántica, 149-150
taxonómica, 149-150
- Mielina**, 27-29
definición de, 163
- Modelos de educación**, 11-12
- Modelos de sueño**
durante la pubertad, 43-44
y siesta, 74
- Modelo del "supercampo"**, 9, 99-101
- "Modelo fábrica" de educación**, 11-12
- Monoaminas y conducta**, 32
- Motivación**. Ver desmotivación e indefensión
aprendida
intrínseca, 97-102
y recompensas, 91-102
- Movimiento**. Ver Desarrollo/Estimulación
motora; Educación física
- Música**
cerebro auditivo, 41, 47
enriquecimiento a través de, 59-61, 123-124
- Naturaleza vs. Educación**, 39-40, 49-50
- Neurociencia, desarrollo de**, 12
- Neuroglía**. Ver glía
- Neuroimágenes**, 12-13, 68
- Neuronas**, 25-31
definición de, 163
efectos del estrés, 80-81
enriquecida vs. empobrecida, 52-53
desarrollo prenatal, 37-38
- Neurotransmisores**, 15-17, 28-30
definición de, 163
recompensas internas del cerebro, 95-97
recuerdo, 149
y atención, 68-69
y música, 59
excitatorios, 30, 95
inhibidores, 30, 95
- Neurotropina**
definición de, 163
y ejercicio, 122
- Niveles de confianza**, 16-17
- Noradrenalina**, 32, 109
definición de, 163
y resolución de problemas, 59
y respuesta ante el estrés, 95
- Norepinefrina**
y atención, 68, 76, 133
y motivación intrínseca, 97
y memoria, 144
- Novedad**
tendencia humana de búsqueda, 92
y entorno educativo, 53, 77-78, 135
y memoria de recuerdo, 149-150
- Núcleo dentado**, 118-119, 163
- Núcleo genicular lateral (NGL) y atención**, 68
- Núcleo neodentado**, 118
- Nutrición y funcionamiento cerebral**, 25, 44-47
- Obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear (RMN)**, 13
- Oído interno**. Ver sistema vestibular
- Oleamida y modelos de sueño**, 43
- Olvido**, 149. Ver recuperación de memoria
- Opiáceos y recompensas internas**, 94
- Ordenadores en el aula y estrés visual**, 80-82
- Oxígeno y funcionamiento cerebral**, 25-26
- Oxitocina, definición de**, 163
- Péptidos**
definición de, 163

- y aprendizaje, 80
- y atención, 68
- y conducta, 32, 108-109, 111
- y memoria, 142
- y motivación intrínseca, 97
- PET (tomografía por emisión de positrones),** 14
- Planteamientos de sistema enteros e investigación del cerebro,** 15
- Potenciación a largo plazo (PLP),** 32, 143-144
- Predecible**
 - reducir el estrés, 82-85, 100
 - y recompensas, 96
- Preparación para la escuela**
 - efectos prenatales, 36-37, 41-42
 - y desarrollo temprano de la niñez, 39-47
- Preparación y atención,** 67-68
- Procesos de recuerdo**
 - contextual, 150-151
 - espacial, 150
 - de hechos, 150-151
 - de lugares, 150-151
- Profesores, ciclos de atención,** 72-74
- Protuberancia anular, puente de Varolio,** 163
- Prozac, niveles de serotonina,** 108
- Pubertad, modelos de sueño,** 43-44
- Químicos cerebrales.** Ver neurotransmisores, 15-16
 - y memoria, 144-145
 - y sueño, 43
- Receptor N-metil-D-aspartato (NMDA)**
 - definición de, 164
 - y sistema de recompensas interno, 95
- Recompensas**
 - y conductismo, 91-92, 94
 - y función cerebral, 94-97
- Recompensas externas vs. Recompensas internas,** 94-97
- Recuerdo,** 143-150, 155-156
- Referencia del significado,** 130
- Reflexión y procesamiento de la información,** 72, 115-116
- Relevancia**
 - y búsqueda de significado, 132-133, 136
 - y recuerdo, 155
- REM (rápido movimientos de ojos), durante el sueño,** 44
- Resolución de problemas y enriquecimiento,** 57-58
- Retención, ineficacia de,** 79-80
- Retroalimentación interactiva en el entorno educativo,** 53-55, 62, 97-101
- Revolución industrial y modelos educativos,** 11-12
- Ritalin,** 75-77
- Ritmos ultradianos,** 69-70, 71
- Rituales**
 - equilibrio con novedad, 77-78
 - y emociones, 115
 - y reducción del estrés, 81-83, 99, 100
- RMN (obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear),** 13
- Sangre y energía cerebral,** 25
- Sed y funcionamiento del cerebro,** 25, 45-46
- Selección de la experiencia del estudiante,** 62-63, 90, 101
- Sentido del significado,** 130
- Sentido profundo,** 130
- Separación mente-cuerpo,** 117-120
- Septum, definición de,** 164
- Serotonina,** 32, 108-109
 - definición de, 164
 - y amenaza, 84
 - y estrés social, 80-81
- Siesta, tiempo de procesamiento,** 75-76
- Significado**
 - biología del, 130-133
 - búsqueda del, 71-72, 97-99, 129-140
 - sobrecarga de información, 129-130
 - y recuerdo, 155-158
- Sinapsis/conexiones sinápticas,** 28-31
 - definición de, 164
 - e inteligencia, 32-34
 - maleabilidad de, 50-52
 - y tiempo de procesamiento, 70-76
- Sistema activador reticular (SAR),** 118-119
- Sistemas de asociación con puntos de apoyo,** 146
- Sistema de recompensas hipotalámico,** 95
- Sistema inmunitario, efectos del estrés,** 80
- Sistema límbico,** 24, 107
 - definición de, 164
- Superficie del significado,** 130
- Sustancia negra**
 - definición de, 164
- Tálamo,** 24
 - definición de, 164
 - sistema de recompensas internas, 96
 - y nueva estimulación, 30
 - y vías de la emoción, 106-108

- Tallo encefálico, definición de**, 164
- Tartamudeo y estrés prenatal hormonal**, 41
- TDA**, 75-77
- Tecnología y modelos educativos**, 12
- Televisión**
y desarrollo visual, 40
y habilidades de lectura, 42
- Terapia artística neuropsicológica**, 61
- “Tiempo de pausa” y procesos de información**, 70-74
- Tiempo de procesamiento, falta de**, 70-75
- Tomografía por emisión de positrones (PET)**, 14
- Trastorno de estrés post-traumático (PTSD)**, 80
- Trastorno del déficit de atención (TDA)**, 75-77
- Trauma e indefensión aprendida**, 86
- Trígono cerebral (fornix), definición de**, 164
- Valor de mercado de las recompensas**, 96-97
- Valores como estado emocional**, 113
- Vasopresina**
definición de, 164
y motivación interna, 97
- Vestibular, sistema**
definición de, 164
desarrollo temprano, 40
y aprendizaje, 118-119, 124
- Vías**
atencionales, 66-68
axón-sinápsis-dendritas, 28-29
emocionales, 106-108, 113-114
memoria, 146-147, 151
- Vías neuronales**, 28-30
- Videojuegos y habilidades de lectura**, 42
- Violencia**
y desarrollo temprano del cerebro, 37
y niveles de serotonina, 84
- Visión/córtex visual**
desarrollo de, 40, 47
y estrés escolar, 81
y memoria, 150-151
- Zeta, estado del sueño**, 71
- Zonas de convergencia y recuperación**, 144-146

Colección EDUCACIÓN HOY ESTUDIOS

- AEBLI, H.: *12 formas básicas de enseñar. Una didáctica basada en la psicología.*
– *Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo.*
- AINSCOW, M.: *Necesidades especiales en el aula. Guía para la formación del profesorado.*
– *Desarrollo de escuelas inclusivas. Ideas, propuestas y experiencias para mejorar las instituciones escolares.*
- AINSCOW, M., HOPKINS, D., SOUTH-WORTH, G. y WEST, M.: *Hacia escuelas eficaces para todos. Manual para la formación de equipos docentes.*
- AINSCOW, M., BERESFORD, J., HARRIS, A., HOPKINS, D. y WEST, M.: *Crear condiciones para la mejora del trabajo en el aula. Manual para la formación del profesorado.*
- AINSCOW, M. y WEST, M. (coord.): *Mejorar las escuelas urbanas.*
- ALSINA, À. y PLANAS, N.: *Matemática Inclusiva. Propuestas para una educación matemática accesible.*
- ARIZA, C., CESARI, M.^a D. y GABRIEL Y GALÁN, M.: *Programa integrado de Pedagogía Sexual en la escuela.*
- ASSMANN, H.: *Placer y ternura en la Educación. Hacia una sociedad aprendiente. Prólogo de Leonardo Boff.*
- BARTOLOMÉ, M. (coord.): *Identidad y Ciudadanía. Un reto a la educación intercultural.*
- BAZARRA, L., CASANOVA, O., G.^a UGARTE, J.: *Profesores, alumnos, familias. 7 pasos para un nuevo modelo de escuela.*
- BERNABEU, N. y GOLDSTEIN, A.: *Creatividad y aprendizaje. El juego como herramienta pedagógica.*
- BERNAD, J. A.: *Modelo cognitivo de evaluación escolar.*
- BERNARDO, J.: *Cómo personalizar la educación. Un reto de futuro.*
- BISQUERRA, R.: *Orígenes y desarrollo de la Orientación Psicopedagógica.*
- BRUNER, J. S.: *El proceso mental en el aprendizaje.*
- DAY, Ch.: *Formar docentes.*
- ECHEITA, G.: *Educación para la inclusión o educación sin exclusiones.*
- FERMOSO, P.: *Manual de la Economía de la*
- FOUREZ, G.: *La construcción del conocimiento científico. Sociología y ética de la ciencia.*
– *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque socioconstructivista.*
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. N.: *Manual de dificultades de aprendizaje.*
- GERVILLA, E.: *Educación familiar. Nuevas relaciones humanas y humanizadoras.*
– *Didáctica de la Educación Infantil.*
- GÓMEZ-CHACÓN, I.: *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje.*
- GUPTA, R. M. y COXHEAD, P.: *Asesoramiento y apoyo psicopedagógico. Estrategias prácticas de intervención educativa.*
- GUTIÉRREZ ZULOAGA, I.: *Introducción a la historia de la Logopedia.*
- HERSH, R., REIMER, J. y PAOLITTO, D.: *El crecimiento moral. De Piaget a Kohlberg.*
- HOUGH, M.: *Técnicas de orientación psicológica.*
- HUSÉN, T.: *La escuela a debate. Problemas y futuro.*
- JENSEN, E.: *Cerebro y aprendizaje.*
- KEOGH, B. K.: *Temperamento y rendimiento escolar.*
- KLENOWSKI, V.: *Desarrollo de Portafolios para el aprendizaje y la evaluación.*
- LONGÁS, J. y MOLLÁ, N.: *La escuela orientadora. La acción tutorial desde una perspectiva institucional.*
- LLOPIS, C. (coord.): *Recursos para una educación global. ¿Es posible otro mundo?*
- MARDOMINGO, M.^a Jesús: *Psiquiatría para padres y educadores.*
- MARTÍN, M.: *Semiología de la imagen y pedagogía.*
- McCLELLAND, D.: *Estudio de la motivación humana.*
- MEMBIELA, P. (ed.): *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva CTS. Formación para la ciudadanía.*
- PÉREZ JUSTE, R., LÓPEZ RUPÉREZ, F., PERALTA, M. D. y MUNICIO, P.: *Hacia una educación de calidad. Gestión, instrumentos y*

- PÉREZ SERRANO, G.: *Pedagogía social-Educación social. Construcción científica e intervención práctica.*
- POEYDOMENGE, M. L.: *La educación según Rogers. Propuestas de la no directividad.*
- POSTIC, M.: *La relación educativa. Factores institucionales, sociológicos y culturales.*
- POSTIC, M. y DE KETELE, J. M.: *Observar las situaciones educativas.*
- POVEDA, L.: *Ser o no ser. Reflexión antropológica para un programa de pedagogía teatral.*
– *Texto dramático. La palabra en acción.*
- RAY, W.: *Diferencias individuales en el aprendizaje. Personalidad y rendimiento escolar.*
- RODRÍGUEZ, A., GUTIÉRREZ, I. y MEDINA, A.: *Un enfoque interdisciplinar en la formación de los maestros.*
- ROSALES, C.: *Evaluar es reflexionar sobre la enseñanza.*
- RUIZ, J. M.ª: *Cómo hacer una evaluación de centros educativos.*
- SÁINZ, C. y ARGOS, J.: *Educación Infantil. Contenidos, procesos y experiencias.*
- SCHWARTZ, B.: *Hacia otra escuela.*
- STAINBACK, S. y W.: *Aulas inclusivas. Un nuevo modo de enfocar y vivir el currículo.*
- TARDIF, M.: *Los saberes del docente y su desarrollo profesional.*
- TEJEDOR, F. J. y GARCÍA VALCÁRCEL, A. (eds.): *Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación.*
- TENBRINK, T. D.: *Evaluación. Guía práctica para profesores.*
- TITONE, R.: *Psicodidáctica.*
- URÍA, M.ª E.: *Estrategias didáctico-organizativas para mejorar los centros educativos.*
- VALLE, A. del: *Aportación bio-bibliográfica a la Historia de la Ciencia.*
- VILA, A. y CALLEJO, M.ª L.: *Matemáticas para aprender a pensar. El papel de las creencias en la resolución de problemas.*
- WHITAKER, P.: *Cómo gestionar el cambio en contextos educativos.*
- ZABALZA, M. A.: *Calidad en la Educación Infantil.*
– *Diseño y desarrollo curricular.*
– *Diarios de clase. Un instrumento de investigación y desarrollo profesional.*

Aunque en la mayoría de las Facultades de Educación se ofrecen cursos de Psicología, sin embargo no llegan a dar una información adecuada sobre el funcionamiento del cerebro y la forma en que realmente aprenden los niños.

Este libro llena ese vacío con las más recientes investigaciones, prácticas y fáciles de entender, acerca de las competencias del cerebro en el aprendizaje. Examina cuestiones importantes como:

- ¿Se puede captar y mantener biológicamente la atención de los estudiantes durante largos períodos de tiempo?
- ¿Cómo se ha interpretado la investigación sobre recompensas y premios?
- ¿Olvidan los estudiantes lo que les enseñamos o les pedimos que recuerden de modo erróneo?
- ¿Son beneficiosos para el aprendizaje el movimiento, el deporte y la educación física?

Este libro equilibra la investigación y la teoría sobre el cerebro con observaciones y técnicas indicadas para su utilización en las aulas. Estudia desde las primeras nociones sobre biología del cerebro hasta las últimas discusiones sobre la emoción, la memoria y el recuerdo, por lo que resulta un inestimable instrumento para cualquier educador que pretenda ayudar a los estudiantes a través de la enseñanza.

Eric Jensen, miembro de la International Society of Neuroscience, ha enseñado en todos los niveles educativos, desde el elemental hasta el universitario. Es autor de varios libros en los que expone las distintas formas en que aprenden las personas. En la actualidad imparte conferencias y cursos de formación a escala internacional.

ISBN 978-84-277-1437-3



narcea, s. a. de ediciones