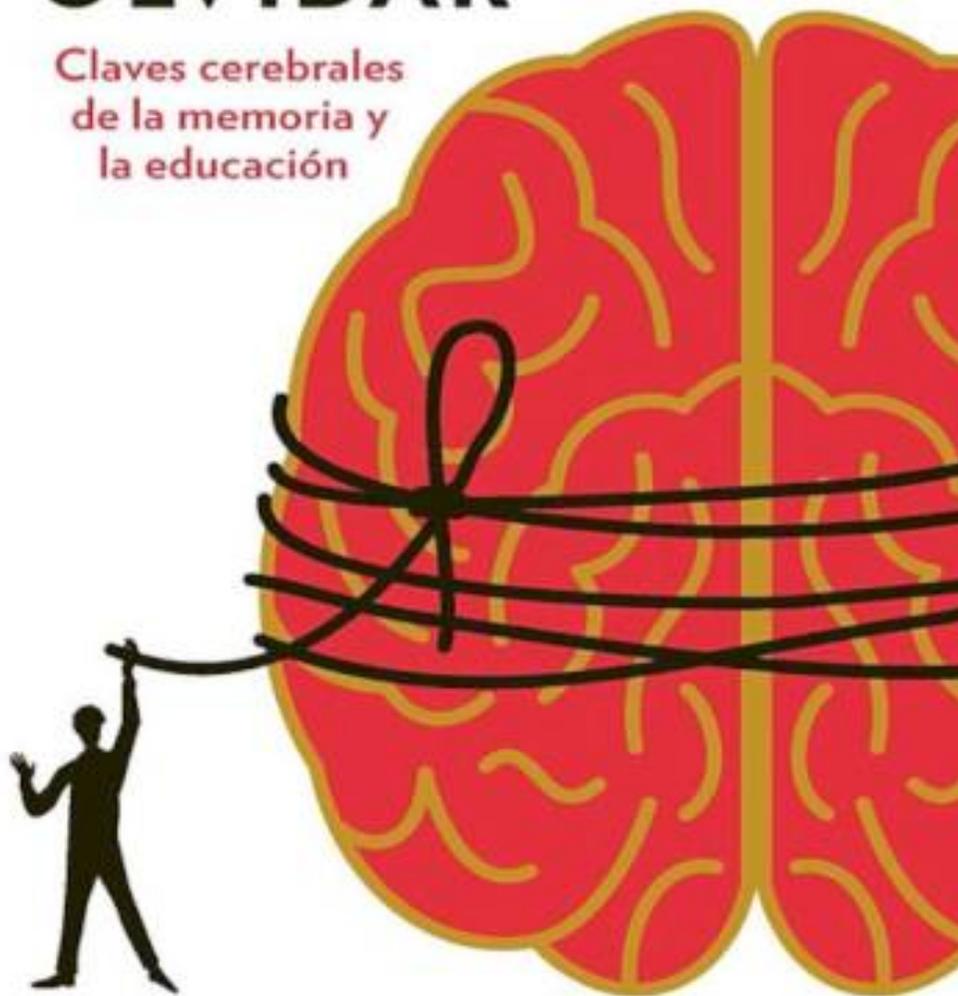


# APRENDER, RECORDAR Y OLVIDAR

Claves cerebrales  
de la memoria y  
la educación



**IGNACIO MORGADO**

*Ariel*

## Índice

Portada	
Dedicatoria	
Prólogo	
Introducción. La psicobiología de la educación	
1. Naturaleza y origen del aprendizaje y la memoria	
2. Dinámica temporal y ubicación de las memorias	
3. Aprender lo inexplicable: la memoria implícita	
4. Aprender lo explicable: la memoria explícita	
5. La memoria de trabajo y la cognición ejecutiva	
6. Recuerdo y olvido	
7. Sueño, aprendizaje y memoria	
8. Amanecer y ocaso del aprendizaje y la memoria	
9. Cómo facilitar el aprendizaje y la memoria	
Epílogo. ¿Mejorar la enseñanza y la educación? Yes,	
We Can	
Glosario de términos científicos	
Bibliografía recomendada	
Agradecimientos	
Cuaderno de imágenes	
Créditos	

Te damos las gracias por adquirir este EBOOK

Visita [Planetadelibros.com](http://Planetadelibros.com) y descubre una nueva forma de disfrutar de la lectura

---

**¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!**

Próximos lanzamientos  
Clubs de lectura con autores  
Concursos y promociones  
Áreas temáticas  
Presentaciones de libros  
Noticias destacadas

---

Comparte tu opinión en la ficha del libro  
y en nuestras redes sociales:



Explora Descubre Comparte

*A quienes educan en el entendimiento y la cooperación*

## Prólogo

EN *DE ANIMA ET VITA* (1538), el valenciano Juan Luis Vives, primer gran pedagogo y psicólogo de la Edad Moderna – tutor de Catalina de Aragón en la corte de Enrique VIII– dejó escrito lo siguiente: *De dos cosas que han sido simultáneamente aprehendidas, si una de ellas ocurre, usualmente evoca la representación de la otra*. Ésta es, ni más ni menos, la esencia de la memoria asociativa y por consiguiente del aprendizaje. Casi cuatro siglos más tarde, otro español, Santiago Ramón y Cajal, fue el primero en encarnar teóricamente aquel concepto en los contactos entre células del sistema nervioso. Sin embargo, no sería hasta la segunda mitad del siglo pasado que ese concepto se hiciera realidad en neurobiología. Hoy día es uno de los principios fundamentales de la misma, pues es aplicable a todas las formas de memoria. Todas se rigen por un código relacional. En su ameno relato, el profesor Ignacio Morgado nos hace aquí partícipes de la historia de aquel principio y de todo lo que gracias a él ocurre en nuestro cerebro con el aprender, el recordar y el olvidar. Pero el autor va más allá del relato erudito y bien fundado de los hechos científicos en torno a la neurobiología de la memoria y sus múltiples usos y variedades. Su libro nos ofrece un tratado sobre la higiene de la memoria y del conocimiento al servicio de la enseñanza. Con un rico arsenal de datos empíricos procedentes de selectos estudios que él considera clave, Morgado fundamenta un verdadero vademécum para el educador moderno.

Aquí me es imposible resumir, y mucho menos desglosar, toda la sabiduría que las páginas de este libro encierran. De todas maneras, su tema es tan fascinante y tan afín a mis propios intereses que, a riesgo de que alguien piense que llevo el agua a mi molino, no puedo dejar de comentar tres aspectos particulares del tema, estrechamente relacionados entre sí, que a mi modo de ver son de importancia capital para la educación eficaz: la memoria inconsciente, el papel de ciertas emociones en el aprendizaje y la dinámica cerebral entre maestro y discípulo.

Sabemos y recordamos mucho más de lo que creemos que sabemos y recordamos. En realidad, *toda* nuestra percepción del mundo está hecha de recuerdos, casi todos *inconscientes*. Certeramente, Helmholtz arguyó que no sólo recordamos lo que percibimos, sino que percibimos lo que recordamos. Con ello asentó el principio –posteriormente elaborado por Hayek y Gregory– de que toda percepción consiste en proyectar inconscientemente sobre el mundo una multitud de expectativas sobre su estructura de acuerdo con nuestra experiencia pasada. Sólo la inesperada refutación o incertidumbre acerca de esas implícitas expectativas o «hipótesis» atrae nuestra atención o memoria de trabajo. Su refutación, con la consiguiente «sorpresa», es lo que hoy ha venido a llamarse «error de predicción», como se explica en este libro acertadamente y cuya corrección es uno de los puntales del aprendizaje.

Pero es más. Lo que Morgado llama aquí memoria implícita –a mi modo de ver, actividad cortical subliminal e inconsciente– es un valioso instrumento del cerebro para la adquisición y evocación de conocimiento. Como él apunta, formamos y consolidamos memorias y hábitos de modo inconsciente, incluso durante el sueño. Inconscientemente también, a lo largo de nuestra vida, absorbemos, además de nuestra memoria personal, una cantidad ingente de

principios, creencias, directrices, juicios y valores: en resumen, toda nuestra cultura (la «circunstancia» que acompaña al yo, según Ortega y Gasset). Y lo hacemos sin apenas darnos cuenta, observando más o menos subconscientemente lo que los demás hacen, nuestra propia conducta con ellos, sus reacciones y las consecuencias de todo ello en el mundo en que vivimos. El «predicar con el ejemplo» es parte de eso mismo, mucho más eficaz para la educación que los sermones y las «arengas». En el aula, el aprender a aprender es una función de toda la clase, unos alumnos dando ejemplo a los otros. Inconsciente es también la evocación continuada de la memoria individual y colectiva en nuestro quehacer cotidiano, y aun fuera de él. La intuición repentina, la corazonada, no es otra cosa sino un razonamiento rápido, inconsciente («tipo 1» de Kahneman), a veces con acicate emocional no menos inconsciente, certero y sabio. La emoción, que a menudo sustenta la intuición más o menos abiertamente, guía buena parte de nuestra conducta diaria, incluido el aprendizaje de muchas cosas nuevas.

La motivación del alumno, sus ganas de aprender, son la base imprescindible de la educación. Como sabe sobradamente cualquier buen educador, sin un mínimo de motivación no se aprende nada. Igualmente es sabido que la motivación requiere ciertas condiciones generales, como la salud física, la nutrición, el sueño, el ejercicio, el asueto y el ambiente adecuados. Pero además, hay condiciones emocionales sin las cuales la motivación no cunde en el aprendizaje y la formación de la memoria. Entre ellas están los sentimientos derivados de la recompensa, el progreso, la aprobación, el aplauso y demás. Sin esos sentimientos positivos, la motivación del alumno decae, y con ello surge un ciclo vicioso: la falta de motivación lleva al fracaso académico, y éste a la desaprobación y la reprimenda, las cuales reducen aún más la motivación, y así sucesivamente en una vorágine de retraso y malestar generalizado. Además, rara-

mente se consigue una enmienda duradera con sólo castigo. El miedo no arregla nada. Por el contrario, con la corrección razonada y la consiguiente aprobación se constituye un ciclo «virtuoso» con *feedback* positivo, en el que lo bueno lleva a lo mejor y hace que el estudiante entre en el mejor de los caminos. Los buenos maestros saben conducir a él a sus alumnos.

En realidad, la relación dinámica entre el profesor y el alumno, entre el maestro y el discípulo, consiste en dos ciclos percepción/acción, ambos con *feedback* negativo y positivo, engarzados entre sí en el proceso pedagógico como dos anillos olímpicos. Me explicaré. El ciclo percepción/acción es el proceso circular, cibernético (de κυβερνώ, timonear, raíz de «gobierno»), que ajusta nuestro organismo a cambios en el medio ambiente, igual que el timonel ajusta la nave al viento y el oleaje. En el curso de cualquier serie de acciones dirigidas a un objetivo se establece un flujo circular de procesamiento de información entre el sujeto y su entorno, para conducir las acciones hacia ese objetivo.

Cuando eso ocurre, los cambios ambientales producen impulsos sensoriales que llegan a la corteza cerebral posterior, la sede de las redes neuronales que codifican la memoria semántica, y ellas mandan entonces señales a la corteza frontal, sede de la memoria ejecutiva. De acuerdo con esa información, la corteza frontal envía órdenes ejecutivas y correctivas a los eferentes nerviosos, las cuales causarán nuevos cambios ambientales que, a su vez, influirán retroactivamente sobre las redes de memoria corticales («cognitos») para generar nuevas acciones de corrección y adaptación, y así sucesivamente hasta que se alcanza el objetivo. Ese proceso circular que lleva al objetivo es lo que yo llamo ciclo percepción/acción. La corteza prefrontal, en la cumbre del ciclo percepción/ acción, es lo más análogo al «timo-

nel» del proceso, un gobernante ejecutivo bien informado, incapaz de hacer nada por sí solo, pero íntima y dinámicamente ligado al entorno a través del resto de la corteza y las estructuras subcorticales y límbicas. De estas últimas, ese timonel recibe información emocional. Cuando hay lapsos entre la percepción y la acción, la corteza prefrontal los salva a través del tiempo por medio de la memoria de trabajo.

Paralelo a ese ciclo cognitivo de percepción/acción hay otro de carácter emocional, basado en estructuras del sistema límbico, como la amígdala, con dos importantes funciones. Una de ellas consiste en equilibrar el medio interno (homeostasis) mediante información proporcionada por el externo; la otra consiste en percibir y expresar las emociones en conjunción con el ciclo cognitivo, con el que se comunica a través de la corteza orbitofrontal. La conjunción de los ciclos cognitivo y emocional es tan estrecha que casi podemos hablar de un único proceso percepción/acción que permite adaptar el organismo a su entorno tanto por el conocimiento como por la emoción.

La conversación entre dos personas es el ejemplo más claro de dos ciclos percepción/acción engarzados entre sí en la búsqueda de un objetivo común: la persuasión o comprensión mutua; lo hacen o intentan hacerlo utilizando el lenguaje, la función cognitiva suprema del hombre. Por medio de su corteza cerebral semántica (perceptiva, posterior) y ejecutiva (frontal), cada persona alternativamente escucha, analiza y responde a lo que dice el otro. Su ciclo percepción/acción es correctivo y adaptativo como cualquier otro, sólo que aquí el entorno es el interlocutor. Ambos pueden acompañar el lenguaje hablado con expresiones emocionales en forma de lenguaje corporal, prosodia enfática, admiración y expletivos de afirmación o negación. El dúo educativo maestro-discípulo es esencialmente lo

mismo. El aprendizaje eficaz requiere la coordinación de dos ciclos (maestro y discípulo) con un fin: el progreso escolar del discípulo. Cada acción del discípulo produce la reacción aprobatoria o correctiva del maestro, la cual suscita la contrarreacción esperada del discípulo, todo ello idealmente sobre un trasfondo de tolerancia, comprensión y aliento, que favorecen la comunicación. Ese trasfondo, que es fundamental para el éxito académico, incluye soportes personales y ambientales, como los que pueden proporcionar compañeros y familiares, y las buenas infraestructuras docentes, tan revolucionadas con los medios informáticos modernos, entre los que Internet puede tener un papel suplementario en el conjunto de la educación. Eso significa que los medios materiales, aunque ayuden, nunca pueden sustituir el apoyo moral y emocional necesario para conseguir la eficacia educativa que el autor del presente libro pretende. Ignacio Morgado nos aporta en él la ciencia detrás de las normas. Es la sociedad civilizada la que, por contacto humano, tiene que implementarlas para un mundo mejor.

JOAQUIN FUSTER

Profesor de Psiquiatría y de Ciencias de la Bioconducta  
en el Neuropsychiatric Institute  
y en el Brain Research Institute  
de la Universidad de California en Los Ángeles.

## Introducción

### La psicobiología de la educación

NUESTRO PAÍS NO SALE BIEN PARADO en las evaluaciones internacionales sobre los resultados de la educación en ninguno de sus niveles, ni en la educación infantil, ni en la enseñanza media, ni en la universitaria. El programa PISA 2012 para la evaluación internacional de alumnos muestra que el rendimiento educativo de España en matemáticas, lectura y ciencias permanece justo por debajo de la media de la OCDE, a pesar de que el gasto en educación se ha incrementado en un 35 % desde 2003. Otro de los informes recientes, el denominado popularmente *Informe PISA para Adultos (octubre de 2013)*, nos sitúa en la cola de 23 países de la OCDE, el penúltimo lugar en lectura y el último lugar en matemáticas. El mismo informe también señala que lo importante en un país, más que el número de titulaciones, es la calidad de la educación, y es en eso, al parecer, donde andamos verdaderamente mal. Aunque los informes PISA comparan sistemas educativos muy diferentes, todo indica que el nuestro es deficitario en su conjunto como resultado probablemente de diversas causas.

La neuroeducación, una disciplina emergente que pretende basar la actividad educativa en el conocimiento científico sobre el funcionamiento del cerebro humano, puede ayudarnos a mejorar el sistema educativo. Pero sólo lo hará cuando sea posible derivar de ese conocimiento actitudes y prácticas concretas, nuevas y relevantes, aplicables a los di-

versos niveles de enseñanza. Lo que ocurre es que en esa pretensión estamos todavía en un tiempo donde las intenciones y promesas superan a los hechos, siendo mucho aún lo que nos queda por conocer sobre el funcionamiento del cerebro humano en relación con los procesos mentales implicados en la educación. Podemos cometer además un error si creemos que es la neurociencia quien tiene que aportar los procedimientos concretos para una educación efectiva, cuando en realidad son los propios pedagogos, profesores y maestros quienes pueden y deben descubrir y aportar esos procedimientos, basándose, eso sí, además de en su experiencia y práctica cotidiana, en los descubrimientos científicos sobre los mecanismos cerebrales implicados en la actividad docente y educativa. Todo ello sin olvidar que la neurociencia es una disciplina nueva, de muy reciente creación, mientras que la pedagogía educativa tiene milenios de antigüedad, por lo que es de esperar que lo que la neurociencia hará muchas veces no será otra cosa que fundamentar científicamente los buenos procedimientos de enseñanza ya refrendados por una práctica secular. Y es bueno que así sea, porque de lo que se trata hoy no es de cambiar radicalmente esos procedimientos para inaugurar un nuevo mundo de la educación, como si todo lo anterior no sirviera, sino de aprovechar el nuevo conocimiento científico para valorar y apoyar lo bueno que ya tengamos, introduciendo además los cambios e innovaciones que pudieran mejorarlo.

Basándose en la neurociencia, pero interesándose específicamente en los procesos mentales y abarcando un amplio rango de factores biológicos y sociales, la *psicobiología* es la disciplina científica que nos puede explicar cómo la educación cambia el cerebro y cómo esos cambios modifican el comportamiento de las personas. Entre los más importantes están los que hacen posible el aprendizaje y la memoria, procesos estrechamente ligados y presentes en

todas las prácticas y actividades docentes y educativas de cualquier nivel de enseñanza. De ahí que una misión todavía más concreta de la psicobiología sea explicarnos lo que ocurre en el cerebro cuando aprendemos y por qué unos procedimientos de enseñanza pueden ser mejores que otros para procesar mentalmente la información y generar memorias robustas y duraderas. Después, como decimos, debe ser el maestro de cada materia y nivel quien, en base a ese conocimiento, establezca los modos y las prácticas concretas que puedan resultar más eficaces en su particular ámbito y circunstancias.

El libro que el lector tiene en sus manos es un libro de psicobiología en el que se explica lo que pasa en el cerebro cuando aprendemos; cómo se forman, estabilizan y perduran las memorias; qué, cómo y cuándo recordamos; qué es el olvido y por qué olvidamos. En él concedemos una especial importancia a los descubrimientos recientes sobre la influencia de la epigenética en los procesos de aprendizaje, y dedicamos un extenso capítulo a explicar cómo el sueño potencia el aprendizaje y la memoria, y cómo, sorprendentemente, reorganiza y amplía los contenidos de la mente. Explicamos asimismo la evolución de los procesos de aprendizaje desde la temprana infancia hasta la madurez pasando por la adolescencia, y las facultades de memoria que perdemos cuando nos hacemos mayores. Dedicamos también un extenso capítulo a algunos de los principales factores y procedimientos que facilitan el aprendizaje y la memoria en todas las épocas de la vida, sin olvidar los que pueden paliar el deterioro cognitivo en la vejez. Reflexionamos también sobre las posibles causas del fracaso en la enseñanza y aportamos claves generales, derivadas del conocimiento científico, para intentar superarlo.

Creemos que todo ello puede ayudar a los maestros y educadores de cualquier disciplina y nivel a consolidar los buenos procedimientos de enseñanza que ya tengan y a innovar desarrollando otros nuevos más eficaces o complementarios adaptados a su particular contexto educativo. Nos dirigimos también a todas aquellas personas de cualquier edad que tengan dificultades para aprender y recordar, sin olvidar a quienes quieran conocer el funcionamiento de los procesos de aprendizaje y memoria simplemente para beneficiarse de ese conocimiento en su vida cotidiana. La lectura y asimilación de los contenidos de este libro ayudará especialmente a los más jóvenes a entender sus logros y fracasos en el aprendizaje y a perfeccionar sus procedimientos de trabajo para conseguir mejores resultados académicos. Ayudará también a los mayores a entender y aceptar el deterioro mental que tiene lugar con el curso de los años, sin vivirlo con pesimismo o desesperanza.

La estrategia pedagógica que aquí utilizamos no consiste en prescindir de los conceptos complejos y las explicaciones científicas profundas, pues, si así lo hiciésemos, correríamos el riesgo de convertir el libro en un conjunto de afirmaciones o razonamientos obvios y conocidos, o en simplicidades sobre el mundo de la educación que poco aportarían a los lectores. En vez de ello, hemos hecho un esfuerzo para explicar los términos y conceptos científicos con la mayor sencillez posible, sin prescindir, como decimos, de ninguno importante, y añadiendo ejemplos y metáforas para facilitar su comprensión. Incluimos un glosario de los principales términos utilizados y una bibliografía especializada para quien quiera ampliar conocimientos. Es entonces un libro a la vez académico y de divulgación, que puede servir tanto al maestro como al estudiante y también al lector en general, sea cual sea su especialidad o interés

hacia conocimientos. Estoy convencido de que servirá también para que el lector conozca mejor sus propias capacidades intelectuales y refuerce su confianza en ellas.