

Participación Educativa

REVISTA DEL CONSEJO
ESCOLAR DE ESTADO

Ministerio
de Educación, Cultura
y Deporte

Consejo
Escolar
del Estado

**La investigación sobre el cerebro y la
mejora de la educación**

Segunda Época/Vol. 1/N.º 1/2012

Artículo

**‘Claves neurocientíficas
de la enseñanza y el
aprendizaje’**

Ignacio Morgado Bernal



Ignacio Morgado Bernal

Institut de Neurociència, Departament de Psicobiologia i de Metodologia de les Ciències de la Salut, Facultat de Psicologia, Universitat Autònoma de Barcelona.

Resumen

El conocimiento que nos proporciona actualmente la neurociencia sobre el modo en que el cerebro registra y almacena la información nos permite identificar los procedimientos más eficaces para conseguir una enseñanza de calidad. Si la práctica repetida es esencial para establecer hábitos motores y mentales, el conocimiento semántico requiere comparación y contraste entre informaciones diferentes. Ello pone en juego al hipocampo, una estructura del cerebro crítica para establecer memorias flexibles y relacionales. Evocar explícitamente, es decir, verbalmente o por escrito, los recuerdos es el mejor modo de reforzar y garantizar el aprendizaje.

Palabras clave: sinapsis, representaciones neuronales, hábitos, memoria semántica, hipocampo

Abstract

The knowledge that currently provides us neuroscience about the way in which the brain records and stores the information allows us to identify the most effective procedures to get a quality education. If repeated practice is essential to establish motor and mental habits, semantic knowledge requires comparison and contrast between different types of information. This comes into play the hippocampus, a brain structure critical to establish flexible and relational memories. Evoke explicitly, i.e., orally or in writing, the memories is the best way to strengthen and ensure learning.

Keywords: synapses, neural representations, habits, semantic memory, hippocampus

1. Introducción

Las estadísticas y los rankings internacionales actuales no dejan en buen lugar a la educación en nuestro país. Los cambios de planes académicos y las carencias en recursos para implementar una educación de calidad son circunstancias que promueven la preocupación, el debate y el nerviosismo entre los enseñantes. En este escenario quizá no venga mal una reflexión sobre el conocimiento científico actual relacionado con las capacidades del cerebro y la mente humana para aprender y adquirir conocimientos. Ello puede ayudarnos a potenciar, en lugar de despreciar, lo bueno que ya tengamos, y a evitar caminos equivocados o infructuosos que pudieran contribuir a empeorar la situación.

2. Qué pasa en el cerebro cuando aprendemos

En los últimos años la neurociencia nos ha enseñado mucho sobre cómo el cerebro humano representa y almacena la información. Aprender significa básicamente adquirir nuevas representaciones neuronales de información y establecer relaciones funcionales entre ellas y las ya existentes en el cerebro. Ello es posible porque cuando aprendemos se forman nuevas conexiones (sinapsis), o se fortalecen e incluso desaparecen muchas de las ya existentes entre las neuronas que albergan el conocimiento. La representación neuronal de, por ejemplo, Miguel de Cervantes, puede quedar ligada por aprendizaje a la de su obra inmortal, El Quijote, y la que representa a un buen vino puede hacerlo con la denominación Rioja. En 1894, el médico aragonés Santiago Ramón y Cajal intuyó el mecanismo fisiológico que hace posible esas conexiones o ligamientos entre las neuronas y ahora la moderna neurociencia y la psicobiología nos están desvelando los detalles. Las neuronas se conectan entre ellas emitiendo minúsculos brotes, llamados espinas dendríticas, capaces de alcanzar a otras neuronas y establecer con ellas nuevas conexiones (sinapsis funcionales). Para que eso

ocurra, la situación de aprendizaje ha de inducir en las neuronas un complicado proceso de activación simultánea o secuencial de decenas de iones y moléculas químicas. Es un proceso que puede durar de minutos hasta días, e incluye la activación de genes y la síntesis de las proteínas necesarias para crear y estabilizar nuevas espinas dendríticas y sus conexiones funcionales en los circuitos neuronales pertinentes. Además, muchas de las memorias o representaciones neuronales sufren un proceso de migración desde los lugares del cerebro, como el hipocampo, donde originalmente se forman, hasta otras partes del mismo, como la corteza cerebral. Esa migración puede durar incluso meses, y, aunque todavía no sabemos bien cómo tiene lugar, resulta crítica para establecer memorias consistentes y duraderas (para más detalles véase Morgado, 2007 y 2011).

3. Aprendizaje de hábitos versus aprendizaje relacional

Cuando aprendemos o enseñamos es por tanto muy importante establecer las condiciones que activan y facilitan dichos mecanismos, es decir, las condiciones que el cerebro requiere para hacerlo con eficacia. Para adquirir hábitos motores, como montar en bicicleta o tocar el piano, o mentales, como el cálculo matemático o aprender una lengua extranjera, de lo que se trata es de formar y fortalecer las conexiones cerebrales que conducen siempre a las respuestas requeridas. En ese caso pueden ponerse en juego estructuras como los núcleos subcorticales del cerebro, cuyas conexiones neuronales son resistentes a su formación, pero muy consistentes y duraderas una vez establecidas. La forma de conseguirlo es la repetición, pues es lo que activa suficientemente el proceso bioquímico que forma, refuerza y estabiliza las conexiones neuronales pertinentes. Si al aprender no practicamos lo suficiente, las conexiones no se estabilizan y podemos acabar por abandonar al no sentirnos ni diestros ni seguros en el oficio.

Es un hecho bien conocido que la práctica perfecciona y practicar mucho es lo que solemos hacer para adquirir un hábito motor, pero no es lo que solemos hacer cuando tratamos de adquirir hábitos mentales, como aprender una lengua extranjera, pues nos equivocamos más de una vez intentando adquirirla con dos o tres clases a la semana. Eso ya sabemos que es imposible. La neurociencia también nos enseña que en la temprana infancia el cerebro es muy plástico y tiene por tanto más capacidad para establecer conexiones rígidas y potentes entre las neuronas que en otras épocas de la vida. Eso es muy importante a la hora de adquirir una nueva lengua, particularmente su fonética, pues ya hace tiempo que disponemos de estudios científicos que muestran que nacemos con una parte de la corteza frontal del cerebro especialmente capacitada para albergar las representaciones precisas de las lenguas que adquirimos en la temprana infancia, estableciéndose en áreas diferentes y menos habilitadas para hacerlo cuando las adquirimos más tardíamente (Kim et al, *Nature*, 1997). De todo ello se deriva que sólo la inmersión lingüística temprana y la práctica continuada pueden garantizar un conocimiento preciso y fluido de una nueva lengua. Como ha sugerido el científico catalán Jorge Wagensberg, desde el punto de vista educativo, los primeros cinco o seis años de la vida deberían dedicarse preferentemente a aprender diferentes lenguas y no sólo la materna, pues el cerebro humano tiene sobrada capacidad para hacerlo.

Por otro lado, cuando tratamos de adquirir conocimiento semántico, como el correspondiente a una materia literaria o científica, caracterizada por su complejidad y versatilidad interpretativa y expresiva; más que unas pocas y rígidas conexiones, el cerebro necesita establecer múltiples y flexibles conexiones o sinapsis entre una mayor variedad de representaciones neuronales, muchas de las cuales se encuentran en la corteza cerebral. Es entonces cuando se pone en juego el hipocampo, una estructura del cerebro situada en el lóbulo temporal medial del cerebro y muy importante para poder establecer ese nuevo tipo de conexiones y representaciones neuronales. Su organización celular y sus relaciones anatómicas, particularmente con la corteza cerebral, lo hacen ideal para establecer las conexiones funcionales y la flexibilidad que caracterizan a las memorias semánticas y episódicas, es decir, a las memorias explícitas, verbalmente declarables y susceptibles de implicar relaciones diversas entre diferentes tipos de conocimiento. El hipocampo es una estructura básicamente asociativa en la que se han estudiado la mayoría de los procesos fisiológicos y moleculares que conocemos sobre la memoria. Es asimismo una de las primeras regiones del cerebro que se deterioran en enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer.

Cuando el hipocampo funciona se forman memorias relacionales y flexibles, susceptibles de evocarse en situaciones o contextos variados y diferentes al que originalmente generó el aprendizaje. Pero el mejor modo de conseguirlo ahora no consiste en repetir y repetir, es decir, en practicar lo máximo posible como para formar hábitos motores o mentales, sino en la comparación y el contraste entre informaciones múltiples y diversas. Las actitudes pasivas, como la simple lectura o la toma y relectura de apuntes sin guía ni objetivos precisos, no son la mejor manera de formar memorias relacionales y flexibles, pues más bien tienden a formar memorias rígidas, que sirven de muy poco cuando se trata de evocar el recuerdo en contextos o modos diferentes a lo ya conocido. Sí lo son procedimientos como analizar las diferencias o similitudes entre textos o informaciones variadas, el buscar los datos y el conocimiento que permita dar respuesta a cuestiones concretas previamente planteadas, el tratar de resumir o sintetizar lo esencial de un texto, el hacer inferencias o deducciones sobre la información disponible o el buscar soluciones alternativas a las ya conocidas para un determinado problema. Éstas y otras muchas y posibles actividades de similar naturaleza, esta-

blecidas por el propio sujeto que aprende o sus enseñantes, tienen en común el ser formas de aprendizaje activo que incitan a la comparación y el contraste, activando por ello el hipocampo y la formación del tipo de conexiones cerebrales que albergan las memorias relacionales. Son formas útiles en todos los niveles del conocimiento, y suelen ser las que utilizan los buenos profesores para preparar sus clases o dar conferencias. La mejor forma de aprender es tratar de enseñar, por lo que la mejor forma de enseñar consiste, precisamente, en inducir a quien aprende a hacerlo del mismo modo.

Figura 1. Neuronas en el hipocampo de la rata



Fuente: *Laboratorio Cajal de Circuitos Corticales, Universidad Politécnica de Madrid y Laboratorio de Psicobiología, Universidad Autónoma de Barcelona*

4. Cuándo ha tenido lugar el aprendizaje

Ello nos lleva a uno de los aspectos más relevantes implicados en la adquisición del conocimiento semántico, que es el ejercicio explícito de lo aprendido. Nadie puede estar seguro de saber algo si no lo ha demostrado explícitamente, es decir, exponiéndolo verbalmente o por escrito. Nunca debemos engañarnos creyendo que ya sabemos algo simplemente porque esa es la impresión mental que tenemos. Hay que demostrarlo prácticamente y ese es también el mejor modo de aprender, es decir, reconstruyendo el conocimiento adquirido, lo que induce a su comprensión y permite además descubrir las lagunas inadvertidas sobre el mismo. Eso es también lo que permite orientar y dirigir la búsqueda de la nueva información necesaria para completar y perfeccionar lo que ya sabemos. De ahí las enormes ventajas de procedimientos como los exámenes o pruebas orales, pues incitan al tipo de estudio anteriormente indicado, el que garantiza la comprensión del conocimiento adquirido y la flexibilidad en su expresión. Los enseñantes experimentados saben muy bien cómo se aclara la lengua (o la pluma) cuando se aclara la mente, es decir, el cerebro. Un estudio reciente con 80 alumnos de instituto en los EEUU ha mostrado que la técnica de aprendizaje que produjo mejores resultados consistió precisamente en explicar lo que se ha aprendido, más que el encerrarse a releer o incluso hacer esquemas (*El País*, 30 Enero y Karpicke y Blunt, *Science*, 2011). Dicho de otro modo, el aprendizaje no sólo ocurre cuando estudiamos sino también cuando evaluamos lo estudiado pues el hecho de evocar lo conocido no solo evalúa, sino que también potencia la memoria (Pyc y Rawson, *Science*, 2010).

5. Cómo enseñar, cómo aprender

Como hemos dicho, los procesos fisiológicos de formación de la memoria y de integración de la nueva información adquirida con la ya existente en el cerebro son complejos y lentos, además de susceptibles de interferencias cuando se acumula mucha información en muy poco tiempo. Por eso el aprendizaje distribuido es más eficaz que el intensivo, pues evita interferencias y da tiempo a que cursen los lentos procesos que subyacen a la formación de memorias consistentes. Ahora sabemos también que una de las funciones del sueño consiste en favorecer y consolidar lo que aprendemos durante el día, por lo que intercalar períodos de sueño nocturno entre sesiones de aprendizaje es también una buena manera de robustecer las memorias. De ahí también que sea más útil estudiar poco con frecuencia que mucho pocas veces. El aprendizaje intensivo en vísperas de una prueba o examen puede servir para pasar la prueba si no es demasiado complicada, pero no sirve para consolidar el conocimiento adquirido ni para darle flexibilidad. El aprendizaje intensivo y poco distribuido tiende a formar memorias rígidas y hace por tanto que se fracase en las pruebas que se presentan con una estructura cambiada con respecto a la que se utilizó para adquirirlo. El experimento anteriormente citado de alumnos norteamericanos mostró también un mayor rendimiento en los que estudiaron en varias sesiones comparados con los que lo hicieron en una sola.

Hay modos diferentes de enseñar pero los más eficaces son por tanto los que, asumiendo a priori las características del conocimiento que se quiere transmitir (p.ej. rigidez *vs.* flexibilidad en la expresión del mismo) incitan a la estructura cognitiva necesaria para guiar el aprendizaje favoreciendo los procesos cerebrales

requeridos en cada caso. El aprendizaje activo es siempre la clave, tanto si se trata de repetir para adquirir hábitos como si se trata de reconstruir la información para establecer las relaciones funcionales que dan flexibilidad a las memorias. Nada de ello se opone a la llamada libertad de cátedra, pues son muchos y variados los procedimientos pedagógicos que permiten alcanzar esos objetivos. Pero sí se oponen a ello las rigideces en la planificación académica y los procedimientos que impidiendo esa libertad acaban convirtiendo la enseñanza en rutinas burocratizadas. En definitiva, no son muchas las reglas verdaderamente críticas para una enseñanza de calidad, incluida la que permite a cada enseñante adaptarlas a sus propias condiciones y experiencia.

Referencias bibliográficas

- KIM K.H.S.; RELKIN N.R.; LEE K.M., y HIRSCH J. (1997): "Distinct cortical areas associated with native and second languages". *Nature*, 388, pp. 171-174.
- KARPICKE J.D. y BLUNT J.R. (2011): "Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping". *Science*, 331, pp. 772-775.
- MORGADO BERNAL, I. (2005): "Psicobiología del Aprendizaje y la Memoria: Fundamentos y Avances Recientes". *Revista de Neurología*, 40 (5), pp. 289-297
- (2011): "Learning and memory consolidation: Linking molecular and behavioral data". *Neuroscience*, 176, pp. 12-19.
- PYC M.A. y RAWSON K.A. (2010): "Why Testing Improves Memory: Mediator Effectiveness hypothesis". *Science*, 330, p. 335.

El autor

Ignacio Morgado Bernal (ignacio.morgado@uab.es)

Es catedrático de Psicobiología en el Instituto de Neurociencia de la Universidad Autónoma de Barcelona. Tiene estancias de investigación en Alemania, Reino Unido y EEUU. Investiga mecanismos cerebrales del aprendizaje y la memoria en ratas. Varios premios académicos y de divulgación. Ha sido miembro del comité ejecutivo de la *European Brain and Behaviour Society* (EBBS). Ha publicado los libros "Emociones e Inteligencia Social: Las claves para una alianza entre los sentimientos y la razón" (Ariel, 2007 y 2010) y "Cómo percibimos el mundo: una aproximación a la mente y los sentidos" (Ariel, 2012).