

CEREBROS DIGITALES: LA NEUROCIENCIA DEL APRENDIZAJE

David Bueno

Los nuevos entornos digitales y virtuales influyen de forma decisiva en todos los procesos de aprendizaje y de memoria y, por tanto, en las prácticas educativas de la universidad. El autor quiere ofrecer a los profesionales de la enseñanza una serie de reflexiones sobre la neurociencia aplicada a la educación, que cada uno pueda utilizar según sus necesidades a la hora de impartir la materia correspondiente.

El cerebro humano es el fruto, todavía cambiante y dinámico, de un largo proceso evolutivo. Su singladura se inició hace centenares de miles de años en la sabana africana, donde la supervivencia implicaba moverse mucho a la búsqueda de comida, pero vivir lentamente, al ritmo pausado de las estaciones, sin que se produjesen cambios significativos durante siglos. Este mismo cerebro tiene que lidiar actualmente con la contemporaneidad, que se caracteriza por un gran sedentarismo y por la eclosión constante de nuevas tecnologías.

Llevado al campo digital, estas nuevas tecnologías nos permiten un grado de conectividad personal y social sin

precedentes. Tenemos toda la cultura universal acumulada hasta la fecha, y todas nuestras amistades, estén donde estén en el globo terráqueo, a un simple clic, sin que nos tengamos que mover ni un ápice. Un cerebro antiguo en un entorno moderno. ¿Cómo influyen estos cambios en el modo que tiene el cerebro de almacenar la información, es decir, de aprender y memorizar?

Por suerte nuestra, uno de los aspectos más importantes que caracterizan el cerebro humano es su gran plasticidad. En este artículo se tratará el tema de la plasticidad neuronal, clave en todos los procesos de aprendizaje y memoria, y se verá de qué manera influyen los nuevos entornos digitales y virtuales. No pretende en ningún caso ser un recetario de prácticas educativas para la universidad contemporánea, sino un conjunto de reflexiones para que cada profesional pueda situar su propia persona, sus alumnos y las materias que imparte en el contexto de la neurociencia aplicada a la educación.

CEREBROFLEXIA: CÓMO SE VA CONSTRUYENDO —Y RECONSTRUYENDO— EL CEREBRO

Se suele decir que el cerebro es un órgano extremadamente plástico, lo que significa que va haciendo y rehaciendo constantemente sus conexiones. Está formado por unos 85.000 millones de neuronas (y por otras muchas más células acompañantes, denominadas de la glía), pero el número absoluto de neuronas no es en sí mismo importante. Por descontado necesitamos un número mínimo de neuronas para funcionar como seres humanos, pero tener 5.000 o 10.000 millones de neuronas más o menos no confiere

ninguna habilidad especial ni implica ningún déficit significativo. Nuestra vida mental surge de las conexiones que establecen estas neuronas entre sí. Un cerebro humano tiene, de media, unos 200 billones (200.000.000.000.000 o 2×10^{14}) de conexiones, aunque un cerebro estimulado —no sobreestimulado, puesto que la sobreestimulación lleva al estrés, y el estrés, en concreto el crónico, disminuye la tasa con la que el cerebro puede hacer nuevas conexiones— puede llegar a tener hasta 1.000 billones de conexiones.

Cuando nacemos, tenemos aproximadamente un 40-50% del total de neuronas, pero a los tres o cuatro años ya se alcanza el número de neuronas típico de un cerebro adulto. Desde ese momento, prácticamente no se forman neuronas nuevas. Pero eso no implica que el cerebro ya esté construido. Como decía al inicio de este apartado, el cerebro va haciendo y rehaciendo constantemente sus conexiones. Algunas de estas conexiones vienen genéticamente programadas, pero muchas de ellas se van formando en interacción con el ambiente, a través de las experiencias que se van viviendo y de los aprendizajes que se van realizando. De hecho, cualquier aprendizaje, todo lo que vamos almacenando en la memoria, queda fijado en el cerebro en patrones de conexiones neuronales.

Nuestros recuerdos no se encuentran guardados en neuronas individuales (no hay una neurona que «recuerde» la lista de los reyes godos y otra la tabla de multiplicar del 2), sino en patrones de conexiones, en redes neurales concretas y específicas. Por este motivo es inevitable que cada día cuando nos acostamos nuestro cerebro sea lige-

ramente diferente a como era al levantarnos por la mañana; sencillamente ha fijado algunos aprendizajes y experiencias en su estructura neuronal, en su conectividad particular.

«Cualquier aprendizaje que tenga emociones asociadas, el cerebro lo interpreta como un factor importante para la supervivencia»

Es el proceso de *cerebroflexia* (un nombre que acuñé hace algunos años para indicar el proceso de construcción cerebral acoplado al de plasticidad neuronal y a los aprendizajes).

Llegados a este punto hay varias consideraciones importantes a hacer. Las redes neuronales que sustentan los aprendizajes y la memoria se distribuyen por todo el cerebro, pero se gestionan desde una zona concreta denominada hipocampo (Figura 1). El hipocampo, que se encuentra en las capas profundas del cerebro, no almacena los aprendizajes, sino que los gestiona. Viene a ser como la lista de preferidos de un buscador de Internet. En estas listas no se encuentran todas las páginas webs asociadas, sino palabras significativas unidas a un enlace, y si las presionamos el enlace busca las páginas asociadas y las abre en nuestra pantalla. El hipocampo hace otro tanto: almacena dónde se encuentran las redes neurales que sustentan cada aprendizaje, y las activa cuando necesitamos usar esa información, tanto si la queremos recabar conscientemente como si es un acto preconsciente.

Al lado del hipocampo se encuentra otra estructura de especial relevancia para los aprendizajes, la amígdala cerebral.

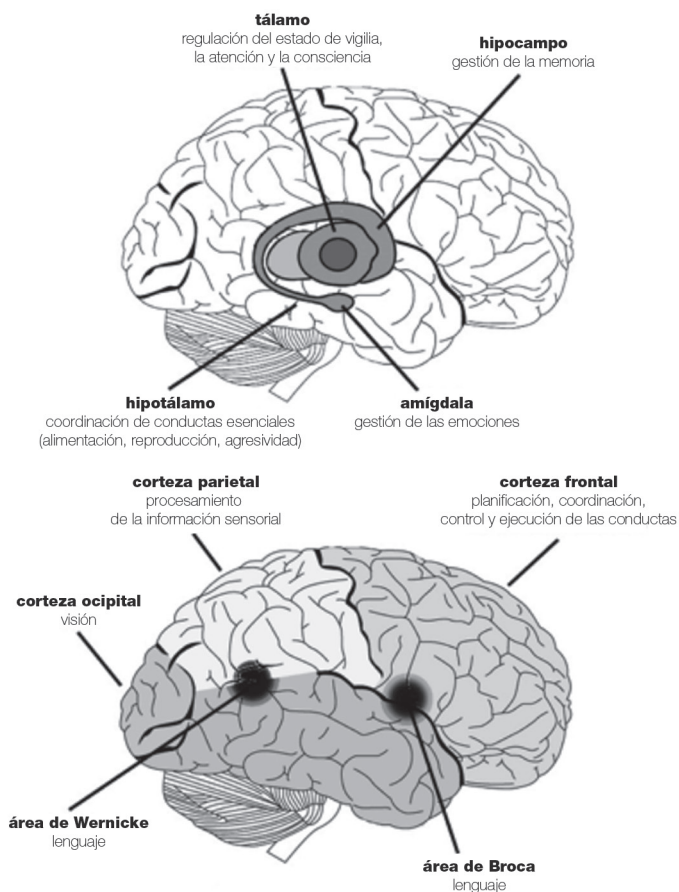


Figura 1. Estructura general del cerebro. Arriba se muestran algunas estructuras internas relacionadas con los procesos de aprendizaje. Abajo se muestran las principales regiones de la corteza cerebral, la capa más externa de este órgano. En ambos casos se indican las funciones generales que gestionan. Imagen modificada de: «Cerebroflexia. El arte de construir el cerebro» (D. Bueno, Plataforma Editorial. Barcelona: 2016).

Esta estructura es la encargada de generar las emociones. Las emociones son patrones de reacción preconscientes que se desencadenan ante un cambio en el *status quo* del momento. No somos conscientes cuándo se genera una emoción, aunque una vez generada solemos racionalizarla, lo que permite reconducirla si es necesario. Esta reconducción se realiza en otra zona del cerebro, implicada en el pensamiento consciente, que se encuentra en la denominada corteza frontal y prefrontal (véase la Figura 1). El papel de las emociones es insustituible, puesto que permiten reacciones rápidas, casi instantáneas, las cuales, a nivel biológico, son imprescindibles para la supervivencia de los organismos. Y aquí es donde radica su importancia en los aprendizajes.

Se ha visto que cualquier aprendizaje que tenga emociones asociadas, el cerebro lo interpreta como importante para la supervivencia, y en consecuencia lo almacena bien almacenado por si algún día esta información le fuese de nuevo necesaria. Los aprendizajes significativos son los que llevan emociones asociadas. Hay, sin embargo, muchas emociones posibles. Una de las más intensas, por su gran papel en la supervivencia, es el miedo. El miedo nos hace huir o escondernos ante un peligro o una amenaza que no podemos afrontar. ¿Se puede aprender con miedo? Con pánico no, puesto que cualquier emoción demasiado intensa es bloqueante para el cerebro, pero un miedo sutil puede ser «estimulante». Sin embargo, tiene un efecto secundario grave. Si aprendemos con miedo, si nuestros alumnos aprenden con miedo, el cerebro asociará aprender cosas nuevas a esta emoción, a todas luces desagra-

dable, por lo que estaremos formando personas que en el futuro rehuirán nuevos aprendizajes porque su cerebro los asociará instintivamente a la incomodidad que genera el miedo.

Las emociones clave para conseguir buenos aprendizajes son la alegría, que es una emoción que transmite confianza en uno mismo y en los demás, y la sorpresa, que se relaciona con la curiosidad y la búsqueda de novedades (unos procesos que son cruciales para la adquisición voluntaria de nuevos conocimientos). En este sentido, la sorpresa activa una zona muy concreta del cerebro denominada tálamo (véase la Figura 1), que también se encuentra asociada a las amígdalas y al hipocampo. El tálamo es el centro de la atención, y la atención es clave para los aprendizajes conscientes.

Además, junto con otras zonas del cerebro (como las denominadas sustancia nigra y el núcleo accumbens), forma parte de los circuitos de motivación. A nivel cerebral, la motivación se relaciona con un aporte extra de energía al cerebro, en forma de más glucosa y oxígeno (que son las únicas fuentes de energía que usa este órgano), lo que implica que pueda funcionar con más eficiencia y durante más tiempo. Por este motivo cuando estamos motivados —cuando nuestros alumnos están motivados— los aprendizajes son más eficientes y podemos estar trabajando más rato sin notar cansancio. Y aún hay más, porque el cerebro recompensa la motivación con sensaciones de placer, que nos estimulan a seguir buscando motivaciones y permiten cerrar el círculo con la emoción de alegría.

Así es como se van construyendo las nuevas conexiones que sustentan la memoria y los aprendizajes, cómo se realizan los procesos de cerebroflexia. Queda todavía un último elemento a destacar.

«Una de las ocupaciones que activa más zonas del cerebro simultáneamente es estar —y colaborar— con otras personas»

Se ha visto que cuanto más amplias son las conexiones que sustentan un aprendizaje, cuantas más zonas del cerebro conectan, mejor lo recordamos y sobre todo con más eficiencia lo podemos utilizar. En este contexto, se ha visto que una de las actividades que activa más zonas del cerebro simultáneamente es estar —y colaborar— con otras personas. Esto implica que los aprendizajes cooperativos y colaborativos son los que pueden ser usados después con más eficiencia. Cabe hacer un inciso a este respecto. Hay quien piensa que el aprendizaje cooperativo se opone al individual, pero no es el caso. En el aprendizaje cooperativo, cada participante aporta una parte distinta, complementaria y solapada con los demás, pero distinta a la de los demás, lo que implica un gran trabajo individual, que se suma durante la puesta en común al trabajo de los demás generando la cooperación.

Como decía al iniciar este artículo, la evolución de nuestra especie, desde nuestros ancestros primates de vida arbórea, ha favorecido a través de la selección natural que dispongamos de un cerebro con estas características. La vida contemporánea, sin embargo, nos ha sorprendido con la eclosión de las nuevas tecnologías, que permiten un grado de conectividad personal y social sin precedentes. La globalización y la socialización del conocimiento están

en manos de todos. La sociedad y la cultura mundiales en un puño. Se habla ya de los nativos digitales, personas que desde su nacimiento se han visto inmersas en estas nuevas tecnologías y que han crecido con ellas, y de los inmigrantes digitales, aquellos que nacimos antes y que nos hemos ido adaptando —gracias, por supuesto, al establecimiento de nuevas conexiones neurales, que de esta forma han ido modificando físicamente nuestro cerebro—. Nuestra relación con el entorno ha cambiado, sin duda. ¿Cómo afecta todo ello al cerebro y a su construcción?

EL CEREBRO DE LA ERA DIGITAL

Para empezar, a nadie se le escapa que antes era necesario recordar un montón de datos, puesto que la accesibilidad a ellos era dificultosa. Ahora, se puede acceder a cualquier dato con un simple clic desde cualquier rincón del planeta, siempre que se disponga de conexión a Internet. ¿Qué efecto tienen las nuevas tecnologías digitales sobre el cerebro? Es un tema todavía abierto, con relativamente pocos datos suficientemente conclusivos. El motivo es simple. Para saber cómo afecta al cerebro el uso de tecnologías digitales hay que comparar la estructura y la función cerebral de personas nativas digitales con el de personas de la misma edad que no hayan tenido demasiado contacto con estas tecnologías.

Las personas adultas, que somos inmigrantes digitales, no servimos en esta comparación, dado que nuestro cerebro tiene suficientes años más (por decirlo de manera suave) que el de los nativos digitales, lo que es motivo suficiente para que la estructura y la función difieran, y

en consecuencia esta comparación no permite obtener conclusiones suficientemente válidas.

Una situación similar se produce cuando se compara la estructura y la función cerebral de personas nativas digitales con el de personas de la misma edad que no hayan tenido demasiado contacto con estas tecnologías, porque normalmente las personas que no las han tenido a su alcance tampoco han recibido tantos estímulos educativos, dada su situación sociocultural. Y este hecho añade una variable que influye en los parámetros a evaluar.

Sin embargo, los estudios de los que se dispone indican que los nativos digitales, a diferencia de los inmigrantes digitales, tienen más conexiones en la zona del cerebro que permite gestionar las informaciones entrantes, categorizarlas y evaluarlas de manera independiente y conjunta, que se encuentra en la corteza frontal y prefrontal, y en cambio tienen menos conexiones en la zona que gestiona la memoria, el hipocampo (véase la Figura 1). El motivo es simple: la tecnología digital permite el acceso inmediato a muchas más fuentes de información, lo que hace que el cerebro se adapte, mediante su plasticidad, a valorarlas y gestionarlas. En cambio, hemos externalizado en estas mismas tecnologías parte de la capacidad de memoria, por lo que estas conexiones no se potencian tanto. Todo esto es bastante claro y muy lógico. La pregunta debe ser, pues, si estos cambios son beneficiosos o perjudiciales.

«Los nativos digitales tienen más conexiones en la zona del cerebro que permite gestionar las informaciones entrantes, pero menos en la que se ocupa de la memoria»

Sin embargo, es una pregunta con «trampa» puesto que no tiene respuesta, porque los términos beneficioso y perjudicial son subjetivos. Dependen del punto de referencia que establecemos. Beneficioso, ¿respecto a qué? Perjudicial, ¿en comparación a qué? El cerebro se adapta siempre a lo que encuentra (esta es su función), lo que constituye la base de todos los aprendizajes. El cerebro de los que ahora somos formadores se adaptó al ambiente de cuando éramos estudiantes, y lógicamente el ambiente de hace veinte, treinta (o cuarenta) años era diferente al actual. Nuestro cerebro se sigue adaptando, claro que sí (en caso contrario no podríamos utilizar *smartphones* ni tabletas táctiles u ordenadores), pero también mantiene las estructuras de esa época. Y el ambiente en que se está formando el cerebro de nuestros alumnos es diferente al que encontrarán cuando sean adultos. Por eso es tan importante aprender a aprender, que nuestros alumnos se adapten a adaptarse, que encuentren motivación y placer en el hecho mismo de progresar.

Si los nativos digitales tienen algunas conexiones ligeramente diferentes respecto a los inmigrantes digitales es precisamente para adaptarse al ambiente que se han encontrado. Lo único que se puede decir es que cualquier actividad practicada con exceso, o bien si es deficitaria, se aleja del óptimo deseable. Todo tiene y debe tener su medida. No podemos estar todo el día escuchando música, aunque sea la mejor gimnasia cerebral, ni practicando deporte, aunque active la plasticidad neural. Tampoco podemos estar todo el día dependiendo de las tecnologías digitales, ni prescindir de ellas. ¿Dónde está ese punto justo?

Seguro que se encuentra entre los dos extremos, pero aún queda trabajo para definir cuál es la mejor manera de utilizar el enorme poder de las tecnologías digitales en educación.

«Se ha detectado que quienes priorizan las amistades a través de la red se vuelven más confiados, así como un incremento del narcisismo»

Por ejemplo, se ha visto que las personas que priorizan las amistades a través de la red se vuelven más confiadas, e incrementa su sensación de poder personal. También se detecta un incremento del narcisismo, y los mecanismos de comparación social, que residen en las zonas implicadas en el denominado cerebro social, están más activos. Al mismo tiempo, al disminuir el contacto visual, disminuye el efecto de la mirada sobre la percepción de los demás. En este sentido cabe decir que a través de la mirada comunicamos nuestro estado emocional. Un profesor que entra motivado al aula contagia parte de su motivación a los alumnos a través de su mirada, sin que normalmente nos demos cuenta de ello. Y lo mismo sucede si estamos desmotivados o hay algo que nos mantiene enfadados. Pero, en cambio, esta misma disminución del efecto de la mirada aumenta la necesidad de interpretar la información que se recibe, puesto que llega más descontextualizada. No es lo mismo un texto que diga «Hoy me siento feliz» que oírlo directamente de una persona con la que estamos hablando directamente.

El efecto de las nuevas tecnologías no termina aquí. Se ha visto que el uso predominante de las redes sociales en detrimento del contacto personal, que limita la interacción física directa con otras personas y sitúa al propio

sujeto en el centro de su actividad, tiende a favorecer un tipo muy concreto de bienestar, hedonista. En el siglo IV antes de nuestra era Aristóteles distinguió, muy intuitivamente, dos maneras de obtener bienestar: la hedonista, que considera el placer personal como la razón principal de la vida, y la eudemónica, que se logra a través de un sentimiento de utilidad y con un objetivo vital más social, no solo individual. Pues bien, se han realizado diversos trabajos cuyo objetivo era ver qué áreas del cerebro se activan en cada caso. Cuando sentimos placer hedonista, las áreas del cerebro que se activan incluyen las relacionadas con la impulsividad, mientras que el placer eudemónico no las activa.

También se ha visto que el patrón de activación neural del denominado núcleo estriado ventral, un área del cerebro implicada en las funciones ejecutivas, durante la manifestación de comportamientos hedonistas o alternativamente eudemónicos, permite predecir la predisposición a manifestar síntomas de depresión, que también se correlacionan, en el caso del placer eudemónico, con otros factores de la personalidad como una autoestima más elevada, unos niveles de angustia y de ansiedad más bajos, más sentimiento subjetivo de felicidad y más motivación personal. Cabe decir que, a nivel de actividad cerebral, el optimismo, la motivación y el placer están íntimamente relacionados.

Todo ello conlleva cambios en la conectividad de las áreas del cerebro implicadas, pero aún es pronto para decir cómo influirá todo ello en los procesos mentales y, de rebote, en la sociedad. De lo que no hay duda es que

está cambiando la conectividad relacionada con el almacenamiento y la gestión de la información. Las redes que gestionan la memoria tienden a disminuir, y en cambio incrementan las implicadas en la gestión rápida de la información, y en su integración, globalización, contextualización y valoración. No sabemos cómo la cerebroflexia condicionará el cerebro del futuro, pero sin duda no será exactamente igual que el del presente, como este tampoco es igual al de hace un siglo. Pero los profesores en general y los de universidad en particular, así como las políticas de gobernanza y de política educativa universitaria, sin duda deberán tenerlo presente. ■

David Bueno es profesor titular de Genética en la sección de Genética Biomédica, Evolutiva y del Desarrollo de la Facultad de Biología en la Universidad de Barcelona.

BIBLIOGRAFÍA

- Blakemore S. J., Frith U. (2011) *Cómo aprende el cerebro: Las claves para la educación*. Ariel.
- Bueno, D. (2016) *Cerebroflexia. El arte de construir el cerebro*. Plataforma Editorial.
- Bueno, D. (2017) *Neurociencia para educadores*. Octaedro.
- Forés A., Gamo J. R., Guillén J. C., Hernández T., Ligoiz M., Pardo F., Trinidad C. (2015) *Neuromitos en educación*. Plataforma Editorial.
- Guillén, J. (2017) *Neuroeducación en el aula*. Autoedición.
- Mora, F. (2017) *Neuroeducación*. Alianza Editorial.
- Redolar, D. (Ed.) (2013) *Neurociencia cognitiva*. Editorial Médica Panamericana.
- Redolar, D. (Ed.) (2018) *Psicobiología*. Editorial Médica Panamericana.
- Sousa, D.A. (Ed.) (2017) *Neurociencia educativa*. Narcea.