

Rutinas y asombros. ¿Aprendemos solo de la novedad?, por *Anna Forés y Teresa Hernández*

Neuromito: Para aprender, es necesario movernos en nuestra zona de confort.

«Atención» es un término derivado del latín *attendere*, que significa «tender hacia»; la atención nos conecta con el mundo y modela y define nuestras experiencias. Las investigaciones en neurociencia han demostrado que para mejorar el aprendizaje de un estudiante este debe reflexionar, indagar y relacionar los conceptos novedosos con sus conocimientos; en definitiva, ponerlos en contacto, relacionarlos y profundizarlos. Esto no es una novedad, pero pasa a veces desapercibido en el día a día del aprendizaje en las aulas y la escuela.

Para aprender se requiere de una mente concentrada, y esto se consigue si el cerebro (en concreto, la corteza prefrontal) es capaz de conectar diferentes circuitos cerebrales e inhibir otros irrelevantes y fuentes de distracción. La atención que facilita el aprendizaje necesita de un esfuerzo continuo, que requiere autocontrol, motivación, que se consigue a través de lo novedoso o relevante, y emociones adecuadas, es decir, positivas.

¿Cómo funcionan los mecanismos de atención y concentración? ¿El aprendizaje se da solo si hay novedad o también si hay rutina? ¿Aprendemos si disponemos solo de entornos estimulantes, motivadores y novedosos?

Asombro, volver a ilusionarnos, querer saber, el gozo intelectual o rascar donde no pica

Muchas experiencias relacionadas con la ilusión forman parte de nuestra vida. Ilusionarse tiene que ver con acciones como soñar, esperar, animar, alentar y desear. Con la capacidad de asombrarse. Cuando somos niños nos sorprendemos de las cosas de manera más simple, porque nos asombramos de lo desconocido, de lo que nos genera curiosidad, de lo que hay por descubrir. Con los años, perdemos esta capacidad de comprender y de reconocer el mundo y todo lo que nos envuelve.

Aprender empieza por una curiosidad, por un «querer saber», por acercarse a algo desconocido, mirar más allá, más adentro, más cerca; por algo que capta nuestra atención. La forma directa de captarla es a través de la novedad. La curiosidad activa los circuitos emocionales del cerebro que nos permiten estar atentos, con lo que se facilita el aprendizaje. En la práctica, lo hacemos a partir de preguntas abiertas, retos, tareas activas, a través de las metáforas, las incongruencias o, simplemente, a partir de historias que inviten a la reflexión. Hay también mecanismos inconscientes que permiten mantener la atención, que, se cree, son incluso importantes en la resolución creativa de problemas.

Despertar las ganas de saber es un ejercicio de «rascar donde no pica», expresión recogida por Estupinyà (2013) en su libro *El ladrón de cerebros*, que hace referencia al hecho de dejarse seducir por nuevos intereses, además de los que ya se tienen. Se trata de mantener un espíritu de búsqueda constante entre lo desconocido y de permitir que la curiosidad sea la que guíe el aprendizaje, un aprendizaje que nos ha de llevar, según Jorge Wagensberg (2007) al «gozo intelectual», aquel que ocurre en el momento exacto de una nueva comprensión o de una nueva intuición.

¿Cómo conseguimos este gozo intelectual? Con el asombro, en el sentido autopoiético que planteó Maturana (1997). En su libro *Educación en el asombro* (2012), L'Ecuyer señala que esta tarea, la de educar en el asombro, consiste en respetar la libertad del niño, contando con él en el proceso educativo, respetando sus ritmos, y fomentando el silencio y el juego libre. El aprendizaje se origina desde dentro, y el mecanismo desde el cual deseamos conocer se llama «asombro». Según Assmann (2002), educar es crear el descubrimiento de lo nuevo; de otra forma no se llama «aprender». Según esta perspectiva de generación del aprendizaje, educar es crear continuamente nuevas condiciones iniciales que transformen el espectro de posibilidades para afrontar la realidad. Pero ¿pasa todo por la novedad?

Hemisferios cerebrales y diferencia entre novedad y rutina cognitiva

En *El cerebro ejecutivo* (2015), Goldberg nos explica, de manera clara y precisa, la diferencia entre los hemisferios cerebrales ante la novedad y el aprendizaje. Según Goldberg, ligar la novedad del hemisferio derecho con las rutinas del hemisferio izquierdo obliga a pensar en el cerebro de una forma completamente nueva. Las novedades y las rutinas son relativas. Lo que en un momento es novedoso, en un periodo de tiempo relativamente corto, o incluso en un instante, puede volverse rutinario. Por lo tanto, Goldberg sostiene que la relación entre los dos hemisferios debe ser dinámica, debido al desplazamiento gradual del hemisferio derecho hacia el izquierdo. Asimismo, lo que para una persona puede ser novedoso para otra puede ser una situación o un concepto ya aprendido.

Mediante el uso de la neuroimagen funcional, un número creciente de estudios han recurrido a las tecnologías modernas, como la imagen funcional por resonancia magnética (fMRI), la tomografía de emisión de positrones (PET) y la tomografía computarizada de emisión de fotón único (SPECT). La evidencia obtenida con estos métodos reafirma la unión íntima entre el hemisferio derecho (HD) y la novedad, y entre el hemisferio izquierdo (HI) y la rutina. Así pues, la novedad se relaciona con el HD hasta el momento en que pasa a ser rutina, y a partir de allí se reubica en el HI. Shadmehr y Holcomb (1997) estudiaron las correlaciones PET y RCBF (*regional cerebral blood flow*; es decir, el flujo sanguíneo de una región cerebral) con el aprendizaje de una habilidad motora compleja, en la que se requiere que el sujeto prediga y domine el comportamiento de un aparato robótico. Durante las etapas tempranas del aprendizaje se notó un incremento de actividad –con respecto a la condición base– en la corteza frontal derecha –giro central medio–. Durante las etapas de entrenamiento tardías, en cambio, se notó un incremento de la actividad –con respecto a las primeras– en la corteza parietal posterior izquierda, la corteza premotora dorsal izquierda y la corteza cerebelar anterior derecha.

Atención y concentración

La atención es un mecanismo imprescindible para el aprendizaje, y significa suscitar la curiosidad (Mora, 2013). Y esto es así debido a que, aunque nos cuesta reflexionar, pues eso conlleva un gasto energético, los seres humanos somos curiosos por naturaleza.

Los experimentos con neuroimagen funcional de Raichle y sus colegas (1994) ilustraron la relación entre los lóbulos frontales y la novedad. Estos experimentos demostraron que hay una fuerte relación entre la novedad de una tarea y el flujo sanguíneo en los lóbulos frontales, pues este alcanza su tope cuando la tarea es nueva, su mínimo cuando la tarea es familiar y se mantiene intermedio cuando la tarea es parcialmente nueva.

William James, uno de los fundadores de la psicología moderna, definió la atención como la posesión de la mente de uno entre varios objetos o cadenas de pensamientos simultáneamente posibles. La atención nos obliga a desconectarnos de las distracciones emocionales; por lo tanto, los circuitos neuronales implicados en ella incluyen mecanismos de inhibición emocional. El asiento neuronal de la capacidad de permanecer con la atención centrada en un objetivo, ignorando otros estímulos, reside en las regiones prefrontales del cerebro. La concentración es un paso más. Davidson y Begley (2012) descubrieron que, en los momentos de mayor concentración, los circuitos cerebrales de la corteza prefrontal se sincronizan con el objeto de esa emisión de conciencia, un estado denominado «cierre de fase».

La atención concentrada mejora el aprendizaje. Cuando nos concentramos en lo que estamos aprendiendo, el cerebro relaciona la nueva información con la que ya conocemos y establece nuevas conexiones neuronales.

Atención superior y atención inferior

En su libro *Focus* (2013), Goleman distingue dos tipos de atención: la superior y la inferior. La expresión «ascendente», de abajo arriba, hace referencia a las operaciones que lleva a cabo la maquinaria neuronal del cerebro inferior; la «descendente», de arriba abajo, se refiere a la actividad mental, de origen neocortical, que controla e impone sus objetivos sobre el funcionamiento subcortical. La atención voluntaria, la voluntad y la decisión intencional emplean los circuitos de arriba abajo. En cambio, la atención reflexiva, el impulso y los hábitos rutinarios lo hacen de abajo arriba.

Tabla 1. Adaptación de Goleman (2013)

Abajo arriba, ascendente	Arriba abajo, descendente
Más rápida en tiempo cerebral	Más lenta
Involuntaria y automática	Voluntaria
Intuitiva	Esforzada
Motivada por impulsos y emociones	Asiento del autocontrol
Se ocupa de rutinas habituales	Rutinas automáticas
Gestiona modelos mentales del mundo	Aprender nuevos modelos, esbozar nuevos planes. Autoconciencia, reflexión

Cuanto más nos ejercitamos en una rutina determinada, hay mayor participación de los ganglios basales en detrimento de otras regiones del cerebro. La distribución de las tareas mentales entre circuitos ascendentes y descendentes se rige por un criterio según el cual con el mínimo esfuerzo se obtiene el máximo resultado. Todas las actividades requieren de una atención deliberada, pero cuando se consigue la familiaridad, acaba simplificándose la tarea, y la transferencia neuronal, cuanto más automática, menor atención requiere.

Si bien algunas rutinas las ejercemos de forma mecánica, no siempre –ni todas– las realizamos inconscientemente. Cuando tenemos una atención plena (*mindfulness*) en aquello que hacemos, podemos valorar la actividad o mejorar la práctica, con lo que obtendremos un aprendizaje de la rutina habitual.

Y con toda esta información, ¿qué hacemos?

Si no se puede mantener la atención, una conclusión evidente en el ámbito educativo sería dividir la clase en bloques diferentes de diez o máximo quince minutos, con el fin de optimizar el aprendizaje. Desde la perspectiva de la atención, el bloque inicial resulta crucial, por lo que este debería dedicarse a analizar las cuestiones más importantes. Podríamos destinar los siguientes bloques a otras tareas, como debatir y reflexionar sobre lo visto o dedicarlas al trabajo cooperativo. Al final de las sesiones, sería interesante llevar a cabo alguna actividad de cierre, como, por ejemplo, hacer un resumen, un mapa conceptual o mantener un simple debate entre compañeros, que permita analizar y reflexionar sobre lo que se ha trabajado durante la clase.

Hoy sabemos que la atención no constituye un proceso cerebral único; hay diferentes redes de atención que hacen que intervengan circuitos neuronales y regiones cerebrales concretas. Según el modelo de Posner y Rothbart (2007), hay tres redes neurales o sistemas de regiones cerebrales interconectadas:

- Una red que nos permite alcanzar y mantener un estado de alerta. Por ejemplo, cuando el estudiante queda sorprendido ante el desenlace de un experimento de laboratorio.
- Una red que permite orientar la atención y seleccionar la fuente del estímulo sensorial. Por ejemplo, cuando el estudiante busca en clase al compañero con el que tiene que realizar la práctica de laboratorio.
- Una red ejecutiva, relacionada con los procesos de control, que suministra la base del comportamiento voluntario y que permite regular pensamientos, emociones o acciones. Por ejemplo, cuando el estudiante intenta resolver el problema que se plantea en el informe de las prácticas de laboratorio.

En un famoso estudio (Rueda *et al.*, 2005), se diseñaron ejercicios de entrenamiento para ayudar a niños de entre cuatro y seis años a mejorar su atención ejecutiva, pues se ha demostrado que esta red de atención se desarrolla de forma drástica entre los dos y los siete años.

En estas pruebas, mediante el uso de una palanca de mando, los niños aprendieron a controlar a un gato que debía mantenerse fuera de la lluvia (a), moverse hacia la hierba (b) y atrapar a un pato cuando este saliera del agua (c).

El grupo experimental y el de control tenían doce niños cada uno; la investigación se realizó durante cinco días de entrenamiento, en sesiones que duraron entre treinta y cuarenta minutos. Pues bien, con esa pequeña práctica de solo cinco días, los resultados demostraron una mejora importante tanto en la atención ejecutiva como en la inteligencia de los niños. Los autores sugirieron, por lo tanto, que este tipo de entrenamiento a partir de videojuegos puede resultar especialmente útil para niños con un perfil atencional bajo o para aquellos que padecen de algún trastorno del aprendizaje, y no descartaron su utilidad para cualquier tipo de estudiante. Aunque se desconoce con

precisión cuánto tiempo puede durar el favorecimiento de estos mecanismos cerebrales en la atención ejecutiva, un estudio posterior reveló que los efectos beneficiosos se observaron al menos dos meses después (Rueda *et al.*, 2012). Seguramente, entrenamientos más duraderos podrán alargar estos periodos temporales.

Cuando las emociones positivas nos impregnan de energía, podemos concentrarnos mejor, empatizar más, ser más creativos y mantener el interés por las tareas (Davidson y Begley, 2012). Al respecto, Richard Boyatzis señala: «Hablar de sueños y metas positivas estimula centros cerebrales que nos abren nuevas posibilidades. Pero si la conversación cambia a lo que deberíamos corregir en nosotros, esos centros se desactivan» (Goleman, 2013).

Implicaciones educativas

El inicio de la clase es clave

Los seres humanos recordamos mejor lo que ocurre al principio, por lo que el comienzo de la clase es un momento que hay que aprovechar. Tradicionalmente, se utilizan los primeros minutos de las clases para corregir los deberes del día anterior; sin embargo, deberían utilizarse para introducir o analizar los conceptos más novedosos y relevantes. Es esa novedad, que despierta la curiosidad, la que activa las redes atencionales de alerta y orientativas del estudiante, y que le sirven para abrir el foco de atención, no para mantenerlo.

Por ejemplo, podríamos iniciar una clase, al modo socrático clásico, con una pregunta provocadora relacionada con un problema real –que motive al estudiante y que le permita iniciar un proceso de investigación– en el que se sienta un protagonista activo.

Se aprende mejor en plena naturaleza y mediante el juego

Intentar mantener la atención durante periodos de tiempo prolongados agota determinados neurotransmisores de la corteza prefrontal. Sin embargo, se ha demostrado que un simple paseo en un entorno natural es suficiente para recargar de energía determinados circuitos cerebrales que permiten recuperar la atención y la memoria y que mejoran los procesos cognitivos (Berman *et al.*, 2008).

Incluso niños con TDAH han mostrado cierta reducción de sus síntomas al estar en contacto con la naturaleza (Kuo y Faber Taylor, 2004). Nosotras mismas hemos podido comprobar cómo un estudiante con déficit de atención, que continuamente se distraía en clase al intentar resolver un problema matemático, poco tiempo después estaba totalmente concentrado en una carrera de atletismo que iba a disputar. Y es que la neurociencia ha demostrado la importancia del juego y la actividad física en el aprendizaje, más si se da en entornos naturales.

La atención requiere autocontrol

Sin el funcionamiento adecuado de las funciones ejecutivas no es posible prestar atención al estímulo apropiado, por lo que se dificulta el aprendizaje. En este sentido, recurrir a actividades artísticas resulta muy útil para mejorar el autocontrol. Por ejemplo, al tocar un instrumento musical o participar en una obra de teatro, el estudiante puede mejorar la atención ejecutiva, pues esas actividades le permiten centrarse y eliminar estímulos irrelevantes. Asimismo, es importante promover la metacognición del estudiante a través de actividades en las que debe reflexionar sobre lo que hace y aprende –por lo que los proyectos son muy útiles– y tomar conciencia de lo que hace y sabe.

Mindfulness en el aula

En línea con lo explicado, se ha demostrado que el *mindfulness* mejora la actividad de los circuitos de la corteza prefrontal, fundamentales para mantener la atención, y la de

otros de la corteza parietal que dirigen la atención y la centran en un objetivo específico. A esto hay que añadir la mejora de la metacognición, el autocontrol o la relajación (Davidson y Begley, 2012), todos ellos factores imprescindibles en el desarrollo y el aprendizaje del estudiante. Esta técnica, integrada en programas de educación emocional, puede aplicarse perfectamente en el aula. El inicio de clase o el espacio de tutorías son ideales para implementar este tipo de programas, aunque su eficacia dependerá del grado de participación o implicación de todo el profesorado.

Los entornos estimulantes favorecen el aprendizaje, pero no lo aseguran

Diseñar actividades variadas, utilizando distintos recursos y formatos de presentación de los contenidos, y plantear dinámicas participativas y lúdicas nos ayudará a hacer más atractivas y motivantes las clases. Sin embargo, es importante no sobrecargarlas de novedades y estímulos. Es necesario dar espacio y contar con la actitud curiosa innata de los niños (L'Ecuyer, 2012). El deseo y las ganas de saber y de conocer nos asegurarán el aprendizaje.

Se trata, pues, de sugerir o iniciar un camino para que, a partir de ahí, las preguntas y los intereses de los niños pauten y enriquezcan la actividad. Así, el papel del educador pasará a ser el de facilitador y acompañante en el proceso de aprendizaje.

Lo anterior se podría plantear en las palabras del filósofo y ensayista español José Ortega y Gasset: «Sorprenderse y maravillarse es comenzar a entender». No desaprovechemos el don ni sofoquemos la chispa de la curiosidad (Robinson, 2013). Seamos facilitadores y acompañantes de la aventura de descubrir, desde la sensibilidad, sin estimular en exceso, de manera que los niños se planteen preguntas, lo que les permitirá adquirir y mantener la capacidad de la curiosidad a lo largo de su vida, capacidad que, muy a menudo, los adultos dejamos de usar.

Bibliografía

- ASSMANN, H. (2002), *Placer y ternura en educación. Hacia una sociedad aprendiente*, Madrid, Narcea.
- BERMAN, M. *et al.* (2008), «The cognitive benefits of interacting with nature», *Psychological Science*, 19, pp. 1.207-1.212.
- DAVIDSON, R., y BEGLEY, S. (2012), *El perfil emocional de tu cerebro*, Barcelona, Destino.
- ESTUPINYÀ, P. (2013), *El ladrón de cerebros*, Barcelona, Debolsillo.
- GOLDBERG, E. (2015), *El cerebro ejecutivo*, Barcelona, Crítica.
- GOLEMAN, D. (2013), *Focus. Desarrollar la atención para alcanzar la excelencia*, Barcelona, Kairós.
- GUILLÉN, J. (2012), «La atención: un recurso limitado», Escuela con Cerebro. <<https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/03/04/la-atencion-un-recurso-limitado/>>.
- JENSEN, E., y SNIDER, C. (2013), *Turnaround tools for the teenage brain*, San Francisco, Jossey-Bass.
- KUO, F., y FABER TAYLOR, A. (2004), «A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence from a national study», *American Journal of Public Health*, 94, pp. 1.580-1586.
- L'ECUYER, C. (2012), *Educación en el asombro*, Barcelona, Plataforma Editorial.
- MATURANA, H. R. (1997), *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- MORA, F. (2013), *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*, Madrid, Alianza.
- POSNER, M. I., y ROTHBART, M. K. (2007), «Educating the human brain», *American Psychological Association*.
- RAICHLE, M., *et al.* (1994), «Practice-related changes in human brain functional anatomy during nonmotor learning», *Cerebral Cortex*, 4 (1), pp. 8-26.
- ROBINSON, K. (2013), «How to escape education's death valley», TED Talks Education. <http://www.ted.com/talks/ken_robinson_how_to_escape_education_s_death_valley>
- RUEDA, M. R., *et al.* (2005), «Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, pp. 14.931-14.936.
- RUEDA, M. R., *et al.* (2012), «Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: immediate changes and effects after two months», *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S192-S204.
- SHADMEHR, R., y HOLCOMB, H. (1997), «Neural correlates of motor memory consolidation», *Science*, 277 (5.327), pp. 821-825.
- WAGENSBERG, J. (2007), *El gozo intelectual*, Barcelona, Tusquets.

Dos hemisferios, dos mentes: ¿dos estilos de aprendizaje?, por *Anna Forés*

Neuromito: Hay que guiar la enseñanza de los niños según el hemisferio cerebral predominante.

Muchos textos y programas educativos animan a los profesores a detectar cuál de los hemisferios cerebrales de sus alumnos predomina con el fin de mejorar la enseñanza y facilitar su aprendizaje. Según esto, el alumno más intuitivo estará más influido por su hemisferio derecho, mientras que el más analítico lo estará por el izquierdo; si se consideran estas particularidades de sus estilos cognitivos, podrán mejorar su aprendizaje. Pero ¿existen realmente dos hemisferios cerebrales que trabajan de forma independiente? Y ¿podemos clasificar a los alumnos como de «cerebro izquierdo» o «derecho» con el fin de mejorar su aprendizaje? Lamentablemente, hay muchas creencias falsas al respecto, pero si interpretamos adecuadamente la información que nos suministran las investigaciones en neurociencia, podremos encontrar respuestas certeras a las preguntas planteadas.

Un poco de historia

En la década de 1960, los neurocirujanos utilizaron técnicas de escisión cerebral en pacientes humanos, que ya se habían utilizado con éxito en animales. Para aliviar los síntomas de la epilepsia, se seccionaba parte del cuerpo caloso de los pacientes y haces de fibras nerviosas que conectan ambos hemisferios y que permiten un tránsito continuo de información entre ellos. Roger Sperry, del Instituto Tecnológico de California –y quien años después sería Premio Nobel de Medicina–, y su discípulo, Michael Gazzaniga, realizaron una serie de experimentos que suministraron información relevante sobre el funcionamiento del cerebro. Por ejemplo, al primer paciente al que se le practicó la llamada «callosotomía», se le mostró una imagen que procesaría únicamente el hemisferio derecho –es decir, en el campo visual izquierdo, pues ya se sabía que cada hemisferio conecta la información con el lado contrario del cuerpo– y se le preguntó si veía algo. La respuesta del paciente, quien manifestó no ver nada, colmó positivamente las expectativas de los investigadores. Respondió esto porque, al no poder transmitir la información mediante el cuerpo caloso del hemisferio derecho, que veía la imagen, al izquierdo, encargado del habla, no podía describir verbalmente la respuesta. En otro experimento con otro paciente, se mostró a este la imagen de una bicicleta, que procesaría únicamente su hemisferio derecho, y se le preguntó si había visto algo. Aunque respondía de forma negativa, su mano izquierda era capaz de dibujar una bicicleta. Otro paciente mostraba que con la mano izquierda podía reconstruir un puzle de colores que había visualizado su hemisferio derecho, mientras que no podía hacerlo con su mano derecha cuando se mostraban las piezas de colores únicamente a su hemisferio izquierdo. De hecho, un paciente llegó a sentarse sobre su mano izquierda para evitar que esta interviniera en la resolución del problema, pues con ella podía copiar imágenes tridimensionales, mientras que su mano derecha –con la que escribía– no podía dibujar un cubo (Gazzaniga, 2012).

La gran cantidad de experimentos realizados con estos pacientes revelaron que, en estas condiciones especiales, en las que los hemisferios trabajan de forma independiente, el hemisferio derecho es el creador, holístico y superior, de las habilidades espaciales y visuales, mientras que el hemisferio izquierdo es analítico, especializado en el lenguaje o la lógica.

Esta lateralización hemisférica fue confirmada en otro tipo de experimentos, practicados en personas normales, a quienes se inyectaba un anestésico, el amital sódico, en la arteria carótida. Cuando se inyectaba en la carótida izquierda, se anulaban temporalmente las funciones del hemisferio izquierdo; igual ocurría en la derecha. De esta forma, se comprobó que los diestros, al escribir –al igual que parte de los zurdos–, utilizaban el hemisferio izquierdo en las operaciones lingüísticas (Rubia, 2012). Y, más recientemente, con las técnicas modernas de visualización cerebral, se ha vuelto a confirmar esta especialización cerebral, aunque no se conocen cuáles son exactamente sus causas. Algunos autores creen que podría estar relacionado con el hecho de que las

fibras nerviosas en cada uno de los hemisferios son más cortas que las del cuerpo calloso, con lo que el retraso temporal, asociado con la comunicación entre hemisferios, podría limitar su cooperación y promover el desarrollo de la especialización de los hemisferios cerebrales (Sousa, 2011).

Interconectividad cerebral

El hecho de que algunas regiones específicas del cerebro se ocupen de funciones concretas, y de que determinadas actividades cerebrales puedan ocurrir predominantemente en un hemisferio u otro, significa que el cerebro tiene un comportamiento modular. Sin embargo, este modelo de explicación de la organización cerebral –que mediante módulos permite describir, por ejemplo, el funcionamiento de la corteza visual o auditiva– resulta insuficiente para explicar procesos cognitivos complejos que no están asociados con regiones del cerebro aisladas y que necesitan la integración de diferentes redes neurales. Lamentablemente, las famosas imágenes coloreadas, que nos proporcionan técnicas como la resonancia magnética funcional, no han ayudado a entender este proceso. Estas técnicas utilizan procedimientos estadísticos, y en las imágenes se muestran las regiones que son más activas durante el procesamiento de la tarea cognitiva, lo que no significa que no haya otras regiones que intervengan también en el proceso, aunque en menor medida. De hecho, todas las regiones del cerebro están activas y reciben el flujo sanguíneo correspondiente.

Las actividades de aprendizaje en el aula requieren de la integración necesaria de información entre el hemisferio izquierdo y el derecho, y de la interconexión de diferentes funciones que realiza el cerebro, en las que intervienen muchas regiones distintas. Por ejemplo, Geake (2008) cita las siguientes:

- Memoria de trabajo (corteza frontal).
- Memoria a largo plazo (hipocampo y otras regiones corticales).
- Toma de decisiones (corteza orbitofrontal).
- Gestión emocional (sistema límbico y áreas frontales asociadas).
- Secuenciación de la representación simbólica (giro fusiforme y lóbulo temporal).
- Interrelaciones conceptuales (lóbulo parietal).
- Entrenamiento de tareas motoras y conceptuales (cerebelo).

Por lo tanto, en cerebros normales los dos hemisferios no están aislados el uno del otro, sino que continuamente comparten información a través del cuerpo caloso. Es decir, el cerebro humano trabaja en paralelo y su actividad es permanente.

Analícemos algunos ejemplos concretos que revelan la participación de ambos hemisferios cerebrales, independientemente de que uno de ellos pueda intervenir de forma más activa en el proceso.

Lenguaje

¿Es lingüístico el hemisferio izquierdo?

Se considera que el lenguaje está lateralizado a la izquierda, pues áreas que intervienen en su producción (área de Broca) o en su comprensión (área de Wernicke), se localizan en la mayoría de las personas –incluidas las zurdas– en el hemisferio izquierdo. Sin embargo, en determinadas tareas lingüísticas el protagonismo también parece recaer sobre el hemisferio derecho. En un experimento en el que se midió la actividad cerebral extra cuando los participantes generaban verbos inusuales relacionados con sustantivos sugeridos (por ejemplo, «el perro pintó», en lugar de «el perro ladró»), se encontró que se activaban regiones amplias del hemisferio derecho (Seiger *et al.*, 2000). El uso de una semántica menos usual, como en el caso del lenguaje metafórico, hace que participe activamente este hemisferio. En la práctica, al relatar, por ejemplo, una historia, intervienen diferentes redes neurales de todo el cerebro que nos permiten memorizar hechos, integrar conceptos o construir de forma adecuada frases; en definitiva, nos permiten integrar la información entre diferentes regiones cerebrales que pertenecen a ambos hemisferios.

Creatividad

¿Ser creativos depende del hemisferio derecho?

Un ejemplo de resolución creativa corresponde a lo que se conoce como *insight* –el famoso «¡eureka!»–, que nos permite encontrar, de forma repentina y sin ser conscientes del proceso, la solución a un problema con el que estábamos atascados y que no sabíamos cómo resolver. Cuando en estos procesos se han analizado los escáneres cerebrales, se ha encontrado una mayor actividad en una zona del hemisferio derecho: el giro temporal superior (Jung-Beeman *et al.*, 2004). Los autores de un estudio sugirieron que en el *insight* el hemisferio derecho facilitaba la asociación y la integración de la información de recursos diferentes, a diferencia del hemisferio izquierdo, que se caracteriza por un procesamiento de la información más fino o analítico, y que nos permite resolver problemas menos creativos. Sin embargo, hay evidencias que contradicen estos supuestos. Por ejemplo, cuando inventamos historias en las que objetos o fenómenos sin aparente relación acaban integrando una narrativa coherente, aumenta la activación del hemisferio izquierdo; incluso la constatación de que en general los zurdos, que tienen cerebros menos lateralizados que los diestros, suelen ser más creativos, estaría en consonancia con la idea de que la creatividad depende de la capacidad de integrar la información entre ambos hemisferios (Sherman, 2013).

Aritmética

¿Son los números o la lógica exclusivos del hemisferio izquierdo?

Hay una tendencia muy generalizada a creer que las operaciones numéricas –a veces, incluso, se hace mención de toda la matemática– o la lógica están asociadas exclusivamente con el hemisferio izquierdo y directamente relacionadas con las funciones lingüísticas. Lo cierto es que gracias –principalmente– a los estudios de Stanislas Dehaene (2011) sabemos que en los cálculos exactos se observa una mayor activación de las áreas del cerebro involucradas con el lenguaje, lo que no ocurre en los cálculos aproximados o las estimaciones, en los que se activa más el lóbulo parietal de ambos hemisferios. En relación con esto se ha identificado el uso de tres sistemas diferentes de procesamiento numéricos, y que activan áreas cerebrales distintas: un sistema verbal, en el que los números se representan mediante palabras («tres») y en el que se activa el giro angular izquierdo que interviene en los cálculos exactos; un sistema visual, asociado con los números arábigos conocidos («3»), que activa una región del lóbulo parietal relacionada con la atención, y un sistema cuantitativo («■ ■ ■»), que hace intervenir el surco intraparietal, una región cerebral muy importante en el procesamiento numérico. Pues bien, tanto en el sistema visual como en el cuantitativo intervienen áreas de ambos hemisferios cerebrales.

Música

¿Utiliza el músico solo su hemisferio derecho?

La idea de que el músico utiliza solo su hemisferio derecho es arraigada, pues, según esta, la producción musical es una manifestación clara de la comunicación no verbal. Sin embargo, las neuroimágenes demuestran que no solo hay diferencias en la activación de áreas primarias entre las redes neurales de percepción rítmica y melódica, sino que los diferentes componentes de la percepción rítmica –como el tempo o el metro– activan distintas redes, que incluyen algunas asociadas con el hemisferio izquierdo (Thaut, 2009). Incluso el surgimiento de emociones como consecuencia de la música activa regiones del hemisferio izquierdo asociadas con el lenguaje (Hsieh *et al.*, 2012). Y es que la forma como responde el cerebro humano cuando escucha música difiere mucho de cuando la crea.

Estos son muchos de los grandes ejemplos de la interconectividad cerebral. Los estudios de lateralidad sugieren múltiples aspectos relevantes sobre el funcionamiento de la mente. Y esto ha favorecido que ciertas metodologías sean bien vistas para el aprendizaje –solo por eso ha valido la pena–.

Relacionamos el hemisferio izquierdo con la habilidad de procesar información, pues este interpreta y ofrece una explicación lógica, pero frecuentemente carece de sustancia contextual. El hemisferio derecho se especializa en la capacidad de percibir los estados mentales de los demás y representar otras mentes (Siegel, 2010).

El hemicerebro derecho (Mora, 2013) es, fundamentalmente, un cerebro holístico, global, que realiza asociaciones de tiempos y espacios muy distantes y cuya función requiere de un tipo de atención que es «dispersa e inconsciente» –frente a la atención ejecutiva persistente y focalizada–; es el hemicerebro creador. El hemicerebro izquierdo, por su parte, es el cerebro del lenguaje, la lógica, las matemáticas y durante el proceso de aprendizaje requiere de la atención focalizada; es el cerebro analítico.

Tabla 2. Características del lado izquierdo y derecho del cerebro

Características del lado izquierdo del cerebro	Características del lado derecho del cerebro
<ul style="list-style-type: none"> • Emplea la lógica • Orientado a detalles • Basado en hechos • Recurre a palabras y lenguaje • Se remite al presente y al pasado • Especialización en matemáticas y ciencia • Puede comprender • Conoce • Reconoce • Ordena/percibe los modelos • Conoce el nombre de objetos • Se basa en la realidad • Forma estrategias • Es práctico • Es seguro 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa los sentimientos • Orientado a ver el panorama general • Imaginativo • Recurre a símbolos e imágenes • Se remite al presente y al futuro • Especialización en filosofía y religión • Puede obtener • Cree • Aprecia • Percibe el espacio • Sabe la función de los objetos • Se basa en la fantasía • Presenta posibilidades • Es impetuoso • Toma riesgos

Pero no se trata de separar a los estudiantes por sus dominancias o predominancias, sino de integrar y facilitar para el aprendizaje el uso de ambos hemisferios de manera sinérgica e integrada.

Implicaciones en el aula

Veamos, a través de un par de ejemplos concretos, cómo enfocar la práctica docente para potenciar de igual forma las capacidades de los dos hemisferios de los estudiantes.

Primera actividad: desarrollar un proyecto de aula

Para dirigirnos al hemisferio izquierdo, podemos partir de un ejercicio de análisis de lo que queremos conseguir y, a continuación, elaborar un plan de acción concreto. Una vez que esté bien definido y desarrollado, debemos plantearlo en el grupo; debatirlo, elaborarlo y concretarlo entre todos de manera que, de forma práctica, el aula sea partícipe de los objetivos concretos que se van a alcanzar. De este modo, aseguraremos la implicación de los alumnos.

Podemos complementar este ejercicio con actividades dirigidas al hemisferio derecho, así como con propuestas a través de las cuales dejemos sentir e intuir, con valentía, lo que realmente aspira o necesita el grupo o la clase. No debemos coartar las metas de los alumnos, generando miedos o inseguridades; debemos permitirles «soñar».

Segunda actividad: enseñar a pensar con posibilidades reales

Para potenciar el hemisferio izquierdo, podemos plantearnos una actitud abierta y positiva, a través de la cual fomentemos, de forma continua, la autoestima, la esperanza y la autoconfianza de los alumnos. Debemos ser muy cuidadosos con nuestro lenguaje. Dar la vuelta a expresiones limitativas como «¡no podremos!», «¡esto es muy difícil!», etcétera.

En esta línea, e integrando al hemisferio derecho, es interesante proponer actividades que promuevan la imaginación como herramienta para mejorar el aprendizaje y la consecución de objetivos.

Se pueden desarrollar pequeños ejercicios de «imagería» en clase, en los que durante unos minutos los alumnos se imaginen a sí mismos alcanzando los objetivos y sintiendo la satisfacción de asimilar y memorizar con agilidad los contenidos, todo esto con autoestima, confianza y seguridad en sus capacidades personales.

En resumen, no se trata de dividir a los estudiantes por sus predominancias, sino de hacer propuestas de aprendizaje integrando los dos hemisferios y sus funcionalidades, que es como el cerebro realmente trabaja.

Bibliografía

- DEHAENE, S. (2011), *The number sense. How the mind create mathematics (revised and updated edition)*, Reino Unido, Oxford University Press.
- GAZZANIGA, M. S. (2012), *¿Quién manda aquí? El libre albedrío y la ciencia del cerebro*, Barcelona, Paidós.
- GEAKE, J. G. (2008), «Neuromythologies in education», *Educational Research*, 50, pp. 123-133.
- HSIEH, S., *et al.* (2012), «Brain correlates of musical and facial emotion recognition: evidence from the dementias», *Neuropsychologia*, 50 (8), pp. 1.814-1.822.
- JUNG-BEEMAN, M., *et al.* (2004), «Neural activity when people solve verbal problems with insight», *Plos Biology*, 2, pp. 500-510.
- MORA, F. (2013), *Neuroeducación*, Madrid, Alianza.
- RUBIA, F. J. (2012), *¿Qué sabes de tu cerebro? 60 respuestas a 60 preguntas*, Barcelona, Booket.
- SEGER, C., *et al.* (2000), «Functional magnetic resonance imaging evidence for right-hemisphere involvement in processing of unusual semantic relationships», *Neuropsychology*, 14, p. 361.
- SHERMAN, C. (2013), «Right brain-left brain: a primer», The Dana Foundation. <http://dana.org/Briefing_Papers/Right_Brain-Left_Brain%E2%80%93Primer/>.
- SIEGEL, D. (2010), *La mente en desarrollo*, Bilbao, Desclée De Brouwer.
- SOUSA, D. A. (2011), *How the brain learns*, California, Corwin.
- THAUT, M. (2009), «The musical brain: An artful biological necessity», *The Karger Gazette*, 70, pp. 2-4.