



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD



Realmente

¿cuánto sabes del cerebro?

Escrito por

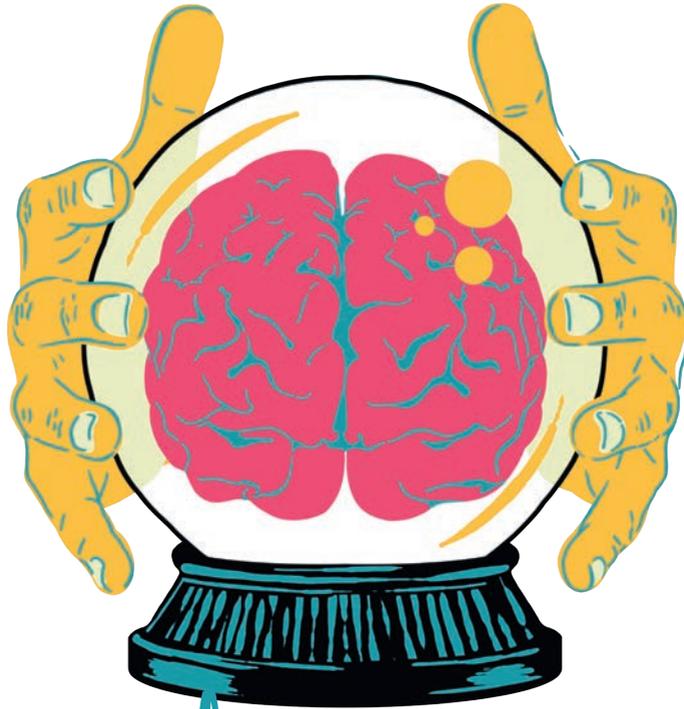
Vania Figueroa Ipiñza

Carolina Oliva Gutiérrez

Karen Castillo Huera

Ilustrado por

Marco Valdés Paila@uec



Realmente
¿cuánto sabes
del cerebro?

Realmente ¿cuánto sabes del cerebro?

Dra. Vania Figueroa Ipinza
Dra. Carolina Oliva Gutiérrez
Dra. Karen Castillo Huera

Primera edición: noviembre, 2022
Santiago, Chile
Ediciones Universidad Autónoma de Chile
<https://ediciones.uautonoma.cl>

© Universidad Autónoma de Chile
Avenida Pedro de Valdivia 425, Providencia
Santiago, Chile

Revisores de contenido:

- **Dra. Lorena Sulz Echevería**, directora del Centro de Investigación Biomédica y Aplicada de la Universidad de Santiago de Chile.
- **Dr. Jesús Olivares Dubart**, divulgador científico y coordinador de extensión del Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso

Dirección editorial y corrección de textos: **Isidora Sesnic Humeres**
Ilustraciones, diseño y diagramación: **Marco Valdés Paillaqueo**

ISBN digital: 978-956-6201-19-9
Registro de propiedad intelectual: 2022-A-9273



Este material puede ser copiado y redistribuido por cualquier medio o formato, además se puede remezclar, transformar y crear a partir del material siempre y cuando se reconozca adecuadamente la autoría y las contribuciones se difundan bajo la misma licencia del material original.

Impreso en Chile | Printed in Chile



EDICIONES
Universidad Autónoma de Chile



Escribir un libro no es tarea fácil y menos si se trata de un libro que busca dejar en evidencia mitos y mentiras sobre un tema. Las mentiras y mitos enlodan la labor educativa y científica, desvían las decisiones de las personas y las pueden llegar a hacer perder su valioso tiempo. Inescrupulosos en todas las épocas se han esforzado por explotar estas mentiras y mitos con fines económicos, llevando a las personas a enfocarse de forma errónea en tareas que supuestamente les podrían permitir obtener beneficios. ¿Ocupamos realmente el 10% de nuestro cerebro? Si tú has comprado cursos lograr «ocupar todo tu potencial», debes leer este libro. ¿Podemos realizar más de una tarea a la vez eficientemente? Si crees que eres capaz de resolver un cubo Rubik mientras juegas fútbol, entonces debes leer este libro. ¿Existe el efecto Mozart? ¿Tenemos solo cinco sentidos? ¿Un cerebro más grande te hace más inteligente? Si quieres saber la verdad tras estas y otras preguntas, te invito a seguir leyendo este libro.

Realmente está lleno de preguntas, respuestas y datos interesantes sobre nuestro cerebro y la mente. Hermosas ilustraciones y detallados esquemas acompañan las explicaciones de esta obra y permitirán a las y los lectores formarse una imagen mental más clara de las temáticas que aquí se desarrollan. Debido a que cada capítulo abarca los temas que permiten responder una pregunta independiente, la lectura se puede realizar en el orden que se elija, sin la obligación de leer un capítulo anterior para entender el escogido. A eso se debe agregar el hecho que cada capítulo tiene la extensión adecuada para responder con profundidad, y al mismo tiempo en un lenguaje sencillo y cercano, cada pregunta enunciada.

Una característica muy importante de la ciencia es que cada cuerpo de conocimientos nuevos debe dejar abierta la posibilidad de generar otros conocimientos a través de preguntas que se desprendan de aquello que aún no podemos responder. En este sentido, *Realmente* permite y motiva a la lectora o lector a hacerse nuevas preguntas, inspirando la búsqueda activa de respuestas frente a temas que hasta antes de leer esta obra es probable que no se hubieran motivado a investigar.

Dr. Jesús Olivares Dubart
Coordinador de extensión y divulgación
Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso

1

¿Un cerebro más grande te hace más inteligente?

.09



2

¿Cuán diferentes son los cerebros de las mujeres y los hombres?

.17



3

¿Utilizamos solo el 10% de nuestros cerebros?

.23



4

¿Estamos siempre conscientes cuando estamos despiertos?

.29



5

¿Tenemos solo cinco sentidos?

.35



6



**Dime qué hemisferio
utilizas más y te
diré quién eres .41**



7

**Por la razón o la
emoción ¿Cuál debemos
usar para tomar la
mejor decisión? .47**



8

**Eseuchar música clásica
hace que las y los niños
sean más inteligentes .55**



9

**Caminar y masticar
chicle: ¿podemos hacer
varias cosas a la vez
de forma eficiente? .61**



10

**¿Jugar juegos de
video puede mejorar
las habilidades de
aprendizaje? .65**



11

**¿Solo el ser
humano tiene
consciencia? .71**



¿Un cerebro más grande te hace más inteligente?

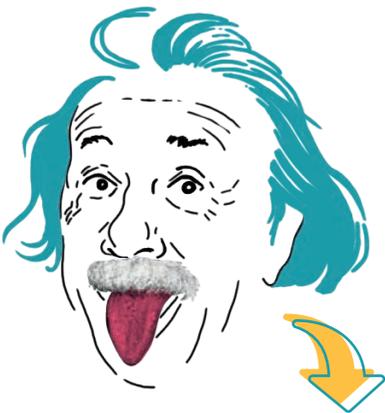
Q

uizás las y los humanos podemos presumir de gran «inteligencia», pero no podemos alardear de tener el cerebro más grande del reino animal. Ese récord lo ostentan por lejos algunas ballenas dentadas. Como fuimos derrotados sin remedio, tenemos otra medida para disputar el primer lugar: el cociente de encefalización (más conocido como EQ, del inglés *encephalization quotient*), que es la masa cerebral real observada dividida por la masa cerebral esperada para el tamaño corporal de un animal en particular. Esta medida estima estadísticamente un posible efecto del tamaño corporal a la hora de hacer comparaciones entre distintas especies. Según el EQ, cuanto más grande es el animal más grande debería ser su cerebro. Esto porque debe controlar más músculos para moverse y tiene más piel, por lo cual requiere una mayor densidad de terminales nerviosos para monitorear los estímulos que son percibidos y que, por lo tanto, van a ocupar una mayor superficie de representación en su cerebro (representación somatosensorial).

¿Un cerebro más grande te hace necesariamente más inteligente? A primera vista podríamos pensar que sí, porque una de las principales formas en que las y los humanos nos diferenciamos de nuestros antepasados es por nuestros cerebros más grandes. En 7,5 millones de años, el tamaño del cerebro de los homínidos se ha multiplicado por tres y, al mismo tiempo, sus capacidades cognitivas han aumentado considerablemente, lo que sugiere que el crecimiento en el tamaño del cerebro tiene una correlación con el aumento en las capacidades cognitivas; aunque el tamaño no lo es todo. Hasta ahora, la evidencia muestra que nuestro cerebro dejó de crecer hasta que desarrollamos herramientas de piedra. De hecho, desde entonces se ha reducido en un 10 % ¿Significa que ahora somos menos inteligentes?

Por doscientos años la comunidad científica ha buscado una posible asociación entre el tamaño del cerebro (volumen y peso) y la inteligencia. Sin embargo, hay algo en lo que las y los científicos están de acuerdo: un cerebro grande por sí solo no equivale a mayor inteligencia.

Algunas aves muestran capacidades cognitivas tan altas como los primates, aunque tengan cerebros diminutos. ¿Por qué? Porque sus cerebros son mucho más densos en neuronas, de hecho, un loro tiene tantas neuronas como un mono pequeño. ¿Significa esto que la inteligencia está relacionada con el número de neuronas? No, nuevamente, la cantidad de neuronas no lo explica todo ya que, por ejemplo, el elefante tiene 2,5 veces más neuronas que el ser humano, pero ¿es más inteligente? Todo dependerá del cristal con que se mire. Cada animal se ha adaptado perfectamente a su entorno, lo que es una prueba de inteligencia.



Te sorprendería saber que el famoso físico **ALBERT EINSTEIN** tenía un **cerebro considerablemente más pequeño** que un adulto promedio, sin embargo, **nadie duda de su inteligencia.**



En el siglo XIX algunos científicos **explotaron la idea del tamaño del cerebro con fines racistas** o para justificar una **supuesta inferioridad intelectual de las mujeres.**

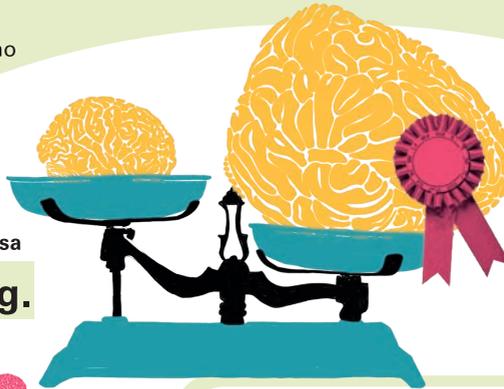
El tamaño de los cerebros humanos en adultos presenta variaciones menores. Por ejemplo, los hombres tienen cerebros ligeramente más grandes que las mujeres y, en promedio, pesan alrededor de 100 gramos más. Sin embargo, **no hay evidencia que establezca una relación significativa entre el rendimiento cognitivo y el tamaño del cerebro.**

Competencia de cerebros

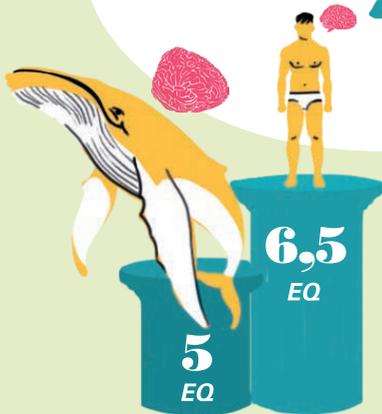
Podemos utilizar diferentes criterios para establecer comparaciones entre los cerebros de distintas especies.

Si comparamos tamaño y peso del cerebro entre humanos y ballenas tenemos un claro ganador...

El cerebro HUMANO pesa **1,2 a 1,4 kg.**



El cerebro de una BALLENA pesa **7 a 10 kg.**



Ahora, si aplicamos el cociente de encefalización, los humanos están en la cima del reino animal con un EQ de alrededor de **6,5**, seguido por las ballenas y los delfines cuyo EQ fluctúa entre **3 y 5** dependiendo de la especie.

Mientras tanto, otras especies varían entre...

2 y 3 EQ
monos y chimpancés

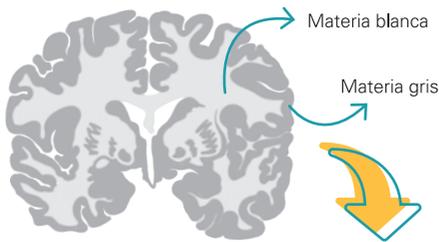


1 y 1,2 EQ
perros y gatos

Mientras que ratas, conejos y bueyes están en la parte inferior de la escala, con valores que fluctúan entre

0,4 y 0,5 EQ





El cerebro es una estructura compleja que para su estudio anatómico se divide en partes, por ejemplo, HEMISFERIO IZQUIERDO Y DERECHO. Otra división es distinguir entre la **MATERIA GRIS Y LA MATERIA BLANCA.** La materia gris constituye la capa más externa del cerebro, la que contiene la mayoría de los somas o cuerpos neuronales, lo que la hace lucir más oscura (gris). Por el contrario, la materia blanca se encuentra en áreas más profundas del cerebro y está formada principalmente por axones mielinizados que, debido al alto contenido de grasa lipídica de la proteína mielina que los envuelve, son de un color blanquecino y por ello se le conoce como materia blanca.

12

El concepto de inteligencia en términos generales se relaciona con el puntaje obtenido en un conjunto de pruebas de desempeño que dan cuenta del funcionamiento cognitivo en dominios seleccionados del repertorio mental humano. El cociente de inteligencia o CI —en inglés IQ por *intelligence quotient*— es una puntuación derivada de la combinación de pruebas estandarizadas desarrolladas para medir las habilidades cognitivas («inteligencia») de una persona en relación con su grupo de edad. Sorprendentemente, la mayoría de los estudios concluyen que la correlación entre el CI y el tamaño cerebral está constantemente en el rango de 0,3 a 0,4 (considera que un coeficiente de 1 indicaría una correlación positiva perfecta). Estas investigaciones dan cuenta de que el tamaño del cerebro representa (o explica) entre el 9 % y el 16 % de la variabilidad general observada en la inteligencia de las personas. Recientemente, utilizando información

obtenida mediante resonancia magnética, un nuevo estudio exploró la relación del tamaño del cerebro con los resultados de las pruebas de rendimiento cognitivo y las medidas de logro educativo obtenidas por más de 13.600 personas. Tal como los estudios anteriores, los resultados si bien sugieren una relación positiva entre el tamaño cerebral y el rendimiento cognitivo, esta es mucho menor de lo esperado. En promedio, una persona con un cerebro más grande tenderá a rendir mejor en las pruebas de cognición que una con un cerebro más pequeño, pero el tamaño solo explica alrededor del 2 % de la variabilidad en el rendimiento en estas pruebas. Esto implica que existen otros factores, además del tamaño cerebral, que sumados explicarían el 98 % de la variación en el rendimiento de las pruebas cognitivas, aunque, por alguna razón, se le sigue prestando una exagerada atención a ese 2 %.

¿Qué factores determinan el tamaño del cerebro y la inteligencia? Al menos la mitad de los factores determinantes de la forma y la función de cualquier estructura biológica se deben a la información genética del individuo y de la especie, la cual es transmitida a las nuevas generaciones. A menudo se dice que las personas heredan la inteligencia y algunos trastornos de la personalidad de sus progenitores. En los últimos años, se han identificado varias regiones cromosómicas que se piensa son importantes para la inteligencia. Hay genes que podrían contribuir con entre el 1 % y el 2 % de la varianza en el cociente intelectual a gran escala. No obstante, aunque los medios de comunicación se apresuren a declararlos como «genes de la inteligencia», están muy lejos de serlo. Hasta ahora son miles los genes que han sido asociados con la inteligencia y, por lo tanto, asociados a la función cerebral. La otra mitad de los factores determinantes de la estructura y función biológica son los ambientales, que pueden modificar no solo el tamaño, sino también la estructura y función del cerebro. Estos factores incluyen, entre otros, el área geográfica en la que viven las personas (altura y latitud geográficas), la nutrición pre y posnatal, el nivel educacional y el estrés, incluyendo el bienestar económico y espiritual, así como la violencia y la pobreza. Todos ellos pueden modificar de manera profunda no solo la estructura cerebral, sino la inteligencia y el bienestar mental de las personas.

Entonces ¿qué explica las capacidades cognitivas superiores del cerebro humano en comparación con otros cerebros más grandes? Por el momento no existe un único factor. La organización del cerebro y las interacciones integradas de distintas áreas (es decir, cómo está «conectado» nuestro cerebro) parecen ser mucho más importantes que su tamaño.

Las exploraciones funcionales, que buscan áreas cerebrales vinculadas a actividades mentales particulares, revelan que las regiones parietal, temporal y frontal de la corteza, junto con el grosor de estas, se correlacionan con la inteligencia, pero, solo modestamente. Por otra parte, la distribución de la materia gris en el cerebro también explica algunas de las diferencias de desempeño en las pruebas de CI observadas entre las y los individuos.

Un gran salto evolutivo que contribuyó al aumento en el tamaño cerebral fue la aparición de la «neocorteza», que es la parte más nueva de la corteza cerebral y que aparece por primera vez en los mamí-

feros. En humanos representa el 90 % de la corteza cerebral total y el 76 % de todo el cerebro.

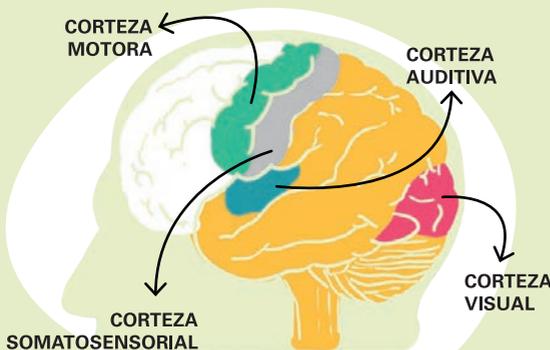
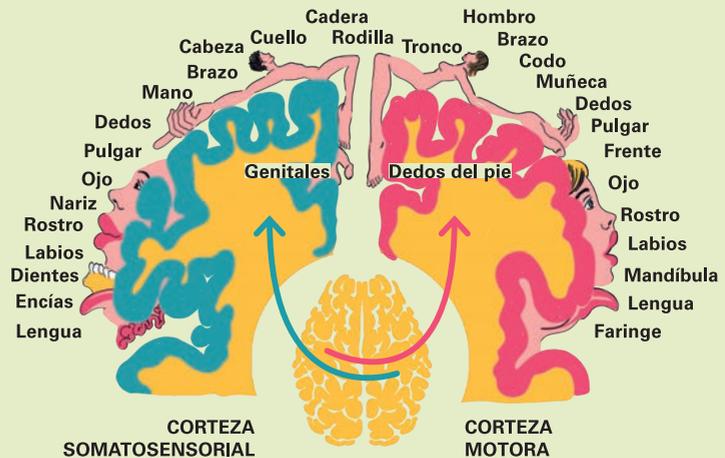
En la neocorteza hay áreas específicas encargadas de representar los sentidos: la corteza somatosensorial está encargada de toda la representación sensorial táctil y térmica; la corteza visual se encarga de interpretar los estímulos visuales; la corteza motora es la encargada de los movimientos; la corteza auditiva está cargo de la interpretación de los estímulos sonoros; y la corteza prefrontal, que es un área de asociación, sirve a funciones más complejas como la memoria de trabajo, el pensamiento abstracto, la atención y la toma de decisiones.



¿Con qué partes del cerebro percibimos el mundo?

En la neocorteza hay áreas específicas encargadas de representar los sentidos:

Por ejemplo, en los humanos, el rostro y las manos tienen una gran representación en la corteza somatosensorial y motora en comparación con otras áreas: se ven más grandes porque el área cortical dedicada a monitorear y controlar esa zona del cuerpo es mayor.



La neocorteza tiene regiones especializadas para integrar y responder adecuadamente a distintos estímulos sensoriales.

¿La neocorteza nos sitúa en la cima de las capacidades cognitivas entre los animales?

El cerebro de especies diferentes se construye de acuerdo con la función biológica del organismo en su nicho ecológico. Por ejemplo, los cerebros de aves y mamíferos difieren radicalmente en estructuras que son fundamentales para cada uno: las aves tienen buena parte de su cerebro destinada a la visión, la zona llamada tectum óptico, que, en general, tiene la misma función que en los mamíferos (recibe las señales de la retina), pero a diferencia de estos, además recibe las señales auditivas y somatosensoriales, entre otras, generando una representación multimodal del entorno. Esto en los mamíferos está separado en cortezas diferentes. El cerebro de un pequeño ratón y el del ser humano conservan similitudes en estructura y función, cuestión que sugiere que este plan general ha sido heredado de un ancestro común que ambas especies compartieron por última vez hace aproximadamente 90 millones de años. De hecho, gran parte de nuestra comprensión del cerebro humano y el estudio de las enfermedades y sus tratamientos se deriva de estudios realizados en ratones. Sin embargo, la extrapolación de los estudios en modelos animales es limitada, ya que a medida que los sistemas se hacen más complejos (y con los primates humanos y no humanos aparecieron mayores complejidades), aparecen nuevas formas en que el sistema o la fisiología puede sobreponerse a que falte una proteína, por ejemplo, e incluso a que falte una estructura. Conocido es el ejemplo de personas que han vivido una vida relativamente normal y en algún examen médico de rutina se dan cuenta que les faltaba un órgano, como un riñón o incluso ¡un pedazo de cerebro! Impresionantemente, la biología del sistema, en este caso del sistema nervioso, es capaz de compensar la falta física de una parte del cerebro redistribuyendo esas funciones en otras regiones de este. Entonces, podemos decir que no es que importe el tamaño o sus partes *per se*, sino cómo los componentes de ellas se conectan y se coordinan entre sí para dar cuenta de la función.

14

Las neuronas

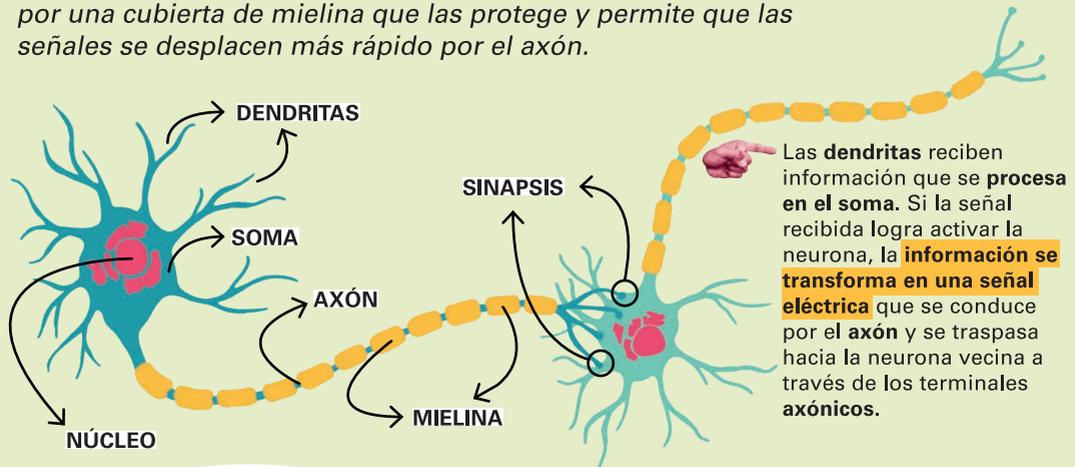
Ya que el tamaño por sí solo no explica las capacidades cognitivas superiores del cerebro humano ¿lo hará el número de neuronas?

El cerebro es un mosaico formado por diferentes tipos de células, cada una con propiedades únicas. Las células cerebrales más comunes son las neuronas y las glías (células no neuronales). Algunas estimaciones indican que un cerebro humano adulto promedio contendría aproximadamente 86 mil millones de neuronas y la misma cantidad, o más, de glías. Las neuronas (también llamadas células nerviosas) son células especializadas que conducen impulsos eléctricos. Cada neurona está compuesta por un cuerpo celular (soma), una o varias dendritas y un axón. A través del axón, la neurona envía información a neuronas vecinas, mientras que a través de las dendritas recibe información de otras neuronas. Las neuronas se comunican entre sí a través de la actividad eléctrica que generan (o **potenciales de acción**), de manera similar a los cables del tendido eléctrico. Las glías, por su parte, tienen diversas funciones, algunas de ellas metabólicas, entregando a las neuronas los nutrientes y moléculas necesarias para su funcionamiento; otras de soporte estructural; y algunas «limpian» desechos e incluso ayudan en la respuesta inmunológica.

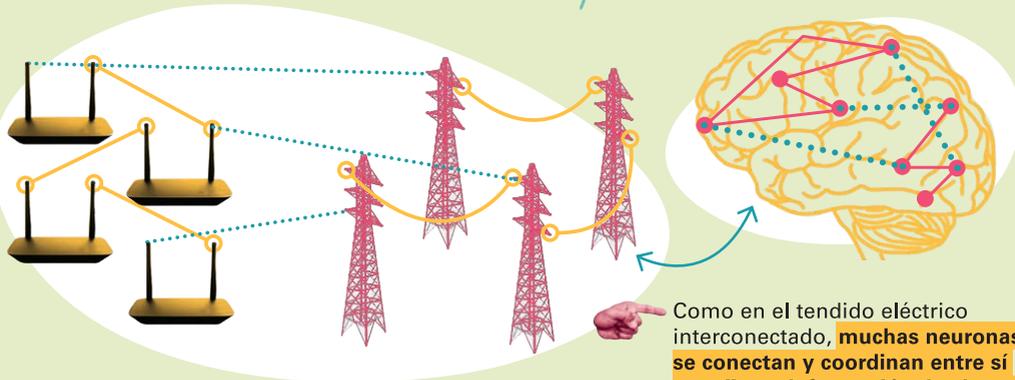


Los cables del cerebro

Las neuronas se comunican entre sí a través de señales eléctricas y químicas. Las neuronas cumplen su función de «cables» transportando impulsos eléctricos a lo largo de su estructura y a la neurona vecina, formando así circuitos y redes neuronales. Similar a los cables eléctricos, muchas neuronas están aisladas por una cubierta de mielina que las protege y permite que las señales se desplacen más rápido por el axón.



Las **dendritas** reciben información que se **procesa en el soma**. Si la señal recibida logra activar la neurona, la **información se transforma en una señal eléctrica** que se conduce por el **axón** y se traspasa hacia la neurona vecina a través de los **terminales axónicos**.

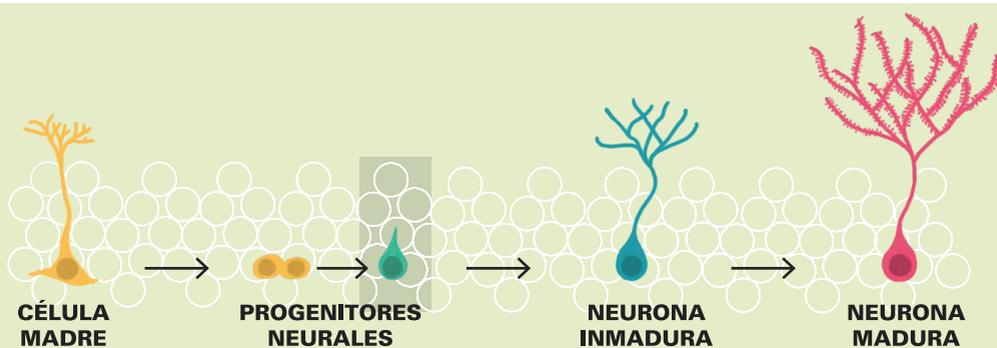


Como en el tendido eléctrico interconectado, **muchas neuronas se conectan y coordinan entre sí para llevar información desde una fuente hasta un destino final** con el propósito de cumplir una función.

¿Un cerebro más grande contiene más neuronas? La respuesta es sí, el cerebro de un elefante, que es aproximadamente tres veces más grande que el cerebro humano, contiene alrededor de 257 mil millones de neuronas, es decir, alrededor de tres veces más que el cerebro humano promedio. Por el contrario, la corteza cerebral del elefante, que tiene el doble de masa que la corteza cerebral humana, contiene solo 5.600 millones de neuronas, aproximadamente un tercio del número de neuronas que se encuentran en la corteza cerebral humana.

En la corteza cerebral se ubica la mayor parte de los somas, los que forman la denominada materia gris. Esta cubre los dos hemisferios cerebrales generando extensas conexiones con áreas subcorticales (situadas debajo de la corteza) y, por lo tanto, participa en numerosas funciones cerebrales.

Un punto relevante a considerar es el hecho de que las neuronas no se dividen formando nuevas neuronas; las neuronas con las que nacemos nos duran la mayor parte de nuestra vida, aunque con el enve-



En las últimas décadas se ha demostrado la existencia de un mecanismo de generación de nuevas neuronas a partir de precursores neurales (un tipo de células madre) en el cerebro de animales adultos, incluyendo humanos. En este proceso, llamado **neurogénesis**, una célula precursora se transforma en una célula con todas las características de una neurona, la cual queda aparentemente integrada en el tejido neuronal. Evidencia de neurogénesis hay en la zona subgranular del hipocampo y en la zona subventricular; de esta última, las nuevas células migran al bulbo olfatorio. Entre un 25% - 40% de las nuevas células formadas sobreviven y son capaces de insertarse en circuitos neuronales, sin embargo, la comunidad científica aún debate respecto de si estas «nuevas neuronas» se incorporan de manera funcional. Como se diría en jerga periodística: ¡esta es una noticia en pleno desarrollo!

16

ecimiento, las enfermedades y la incidencia de factores ambientales las vamos perdiendo. Lo que sí cambia son las conexiones entre ellas. Las neuronas tienen unas estructuras especializadas que les permiten comunicarse entre sí, son las llamadas sinapsis. Las sinapsis se modifican activamente durante el proceso de aprendizaje y se establecen como estructuras definitivas cuando finalmente aprendemos. Estos cambios son numerosos y frecuentes, pero típicamente microscópicos, más pequeños que la centésima parte del ancho de un cabello humano.

Un ejemplo de ello son los taxistas londinenses que, para calificar a la licencia de conductores autorizados, deben aprender el complejo e irregular diseño de las ~25.000 calles de la ciudad. Un estudio demostró que este aprendizaje alteró físicamente el hipocampo posterior de los taxistas, una región cerebral crítica para la navegación. Aunque por milímetros —o más de mil veces el tamaño de las sinapsis— esta área, en los taxistas londinenses, era más grande en comparación a los conductores no calificados.

Otras investigaciones sugieren que es la eficiencia de la conectividad lo que daría una ventaja, ya que mientras más específica es la conexión de la dendrita en la corteza cerebral, mejor sería el desempeño cognitivo. Cada dendrita puede establecer cientos de sinapsis con otras neuronas, cuantas menos ramas dendríticas haya, más fácil y directa será la conectividad (menos ruido) lo que se traduciría en un funcionamiento

más rápido y eficiente. Otros apuntan al plegamiento del cerebro, que es la forma en que podemos tener más tejido dentro de un espacio delimitado, como nuestro cráneo (piensa en que si arrugas un papel menos espacio ocupará). Esto también permitiría la proximidad de neuronas que «trabajan» juntas. Las pruebas indican que alrededor del 12 % de la variación en las habilidades cognitivas podría explicarse por un mayor plegamiento de la corteza cerebral.

No sabemos con claridad qué hace que el cerebro humano sea excepcional entre los mamíferos, pues ni el tamaño del cerebro ni el número de neuronas parecen ser factores exclusivamente distintivos y, en relación con la inteligencia, entre las especies solo hay una correlación débil con cuán grande o pequeño es el cerebro. Tal vez el aspecto que más nos diferencia de los otros mamíferos es la capacidad de lenguaje. En el cerebro humano existe el área de Broca, especializada en el lenguaje hablado que implica no solo la capacidad de generar sonidos, y el área de Wernicke, que permite la comprensión y la elaboración compleja de estructuras de pensamiento lógico que indudablemente derivarán en el aumento de la capacidad cognitiva. Eso posibilita otras experiencias que pudieran significar un cambio evolutivo gigantesco en la capacidad de memoria, en la sociabilización, la relación entre pares y en la transmisión de conocimientos.

Por lo tanto, podemos concluir que el tamaño importa, aunque no es lo único que cuenta. 🧠



**¿Cuán diferentes
son los cerebros de
las mujeres y los
hombres?**

A

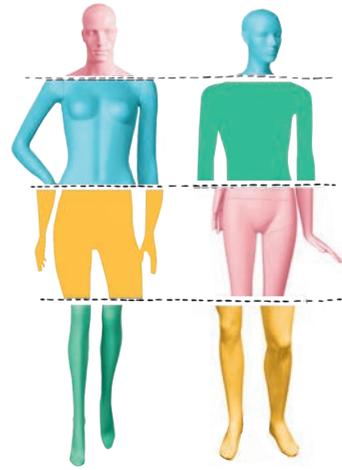
menudo se difunde en medios de comunicación o redes sociales que el cerebro de la mujer y el hombre son diferentes, lo que se asocia a supuestas diferencias en capacidades específicas que tienen en diversas actividades del quehacer humano. ¿Qué hay de cierto en esta afirmación? Si bien,

diferencias en el comportamiento o conductas, como aquellas asociadas al sexo en el apareamiento, la crianza o la agresividad (llamadas en su conjunto «dimorfismos sexuales»), son esenciales para la supervivencia y la preservación de las especies, no necesariamente estas conductas del reino animal son extensibles a los seres humanos. Estos comportamientos innatos, es decir, no aprendidos en los animales no-humanos, están predeterminados desde el desarrollo temprano en el cerebro y son parte de un acto reflejo no consciente. Mirado de modo simple, sería posible predecir que al menos en mamíferos no-humanos esos circuitos cerebrales están bajo el control fisiológico interno. Una buena parte de la comunidad neurocientífica considera que cualquier diferencia asociada al sexo, observada en la cognición y el comportamiento en los seres humanos, se debe ampliamente a las influencias culturales, es decir, al mundo y al entorno en el que nacemos y crecemos. Pero, por otro lado, por décadas la investigación científica se ha realizado en hombres o animales macho bajo el supuesto de que las variaciones cíclicas en las hormonas sexuales de las hembras introducirían una variabilidad que llevaría a una confusión tanto en los resultados, como en sus interpretaciones, lo que en la práctica ha producido un conocimiento sesgado ya que aún hoy se desconocen muchos aspectos de la fisiología de las hembras y mujeres. Esto impone el desafío de diversificar los grupos de sujetos utilizados en investigación para generar un marco adecuado que permita entender las diferencias funcionales fisiológicas y patofisiológicas en el sistema nervioso.

18

En este escenario ¿cómo nos enfrentamos a la mirada sexista en el estudio del sistema nervioso? Aquí analizaremos algunos estudios y evidencias sobre este tema controversial. El «neurosexismo», o el atribuir diferencias en el carácter y el comportamiento a tener un cerebro femenino o masculino, ha dado lugar a una serie de estereotipos que clasifican a hombres y mujeres en categorías socialmente asignadas. Por ejemplo, a las mujeres se las clasifica como naturalmente dotadas de habilidades «blandas» (empatía), mientras que los hombres tendrían más habilidades «duras» (lógica). Culturalmente, estas atribuciones han sido utilizadas para otorgar un rol secundario a las mujeres en la toma de decisiones que se consideran racionales o lógicas, ya que supuestamente estarían más capacitadas para labores de cuidado de la casa y la crianza, roles que socialmente se han naturalizado como «femeninos».

En los últimos doscientos años, muchas y muchos científicos se han abocado a la búsqueda de evidencias que nos permitan determinar si realmente existen diferencias inherentes a la estructura de los cerebros de hombres y mujeres, que den cuenta de distinciones funcionales en la vida cotidiana, laboral, cultural y social. Cada cierto tiempo salen a la luz nuevos avances que examinan esta pregunta y que hacen evidente que algunas creencias profundamente arraigadas están equivocadas. No se trata, entonces, de darle o quitarle atribuciones a un sexo u otro, sino de conocer sin prejuicios y analizar estos sobre la base de las evidencias. A pesar de que hay un grupo no menor de estudios que contienen imprecisiones producto del sesgo y los prejuicios, hay otros que contienen evidencias que son interesantes de analizar.



SEXO: es un conjunto de condiciones biológicas que distingue a los individuos de una especie entre machos y hembras. Incluye las diferencias y características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas con las que se nace y que nos definen como hombres, mujeres o intersexuales (cuya biología no se puede clasificar en la categoría binaria de hombre y mujer).

GÉNERO: es una construcción social y cultural que implica un conjunto de ideas, comportamientos y atribuciones que una sociedad dada considera apropiados para cada sexo, desde donde surge el concepto binario de lo femenino y lo masculino.

A veces el sexo genéticamente asignado a una persona **no se corresponde con su identidad de género**.



¿Cerebro rosado o cerebro celeste?

Muchas y diferentes características en el comportamiento humano han sido catalogadas como femeninas o masculinas.

Por ejemplo, en un estudio de treinta y cuatro **monos rhesus** se observó que los machos prefirieron los juguetes con ruedas a los peluches; mientras que las hembras parecían haber encontrado más agradables los peluches.



Una publicación más reciente estableció que los niños y las niñas de nueve a diecisiete meses de edad, cuando aún no se es consciente de las diferencias sexuales propias o de los demás, muestran marcadas diferencias en su preferencia de elección por los juguetes estereotípicamente masculinos frente a los estereotípicamente femeninos. ¿Esto es una prueba de diferencias en el cerebro de hombres y mujeres? **La verdad es que el hecho de que un mono o un niño humano prefieran juguetes móviles con ruedas no tiene mucho significado más que el que le demos como adultos:** que a los hombres parecieran gustarle más los autos que a las mujeres.



Pero ni un bebé humano ni un mono podrían saber qué es un auto y para qué se utiliza.

Además, a muchas mujeres les encantan los autos y la mecánica y hay hombres que los detestan. Algunos podrían responder que son la excepción a la regla, pero lo cierto es que eso también demuestra que **no son una preferencia atribuible a un sexo u otro.**

Por ejemplo, hay estudios que muestran que las mujeres destacan en casi todas las medidas de habilidad verbal (fluidez, lenguaje). En promedio, la comprensión de lectura y la capacidad de escritura de las mujeres superan constantemente a la de los hombres, así como en las pruebas de coordinación motora fina y de velocidad de percepción. Además, son más hábiles en recuperar información de la memoria de largo plazo. Mientras que los hombres, por su lado, pueden usar más eficientemente elementos de la memoria de trabajo o de corto plazo y tienen mayores habilidades visuoespaciales; es decir, son mejores en razo-

namiento abstracto (visualizar lo que sucede cuando una forma complicada, de dos o tres dimensiones, se gira en el espacio y determinar correctamente los ángulos) y en cálculo (para rastrear objetos en movimiento y apuntar proyectiles).

Algunos estudios incluso han sostenido que estas diferencias en las capacidades visuoespaciales de niñas y niños aparecen temprano en la vida, en bebés de dos y tres meses. Sin embargo, estos estudios muchas veces se hacen con un número limitado de sujetos y algunos tienen errores metodológicos que

impiden hacer interpretaciones concluyentes. De hecho, investigaciones realizadas en grupos mucho más numerosos descartan que haya diferencias significativas en estos aspectos. El advenimiento de tecnologías más avanzadas y el uso de análisis estadísticos adecuados indican que las supuestas diferencias observadas en las tareas visuoespaciales entre hombres y mujeres no son significativas y que pueden ser ignoradas con toda seguridad.

Las consecuencias de asumir como verdaderas tales diferencias es que se utilizan para decir que, por ejemplo, las mujeres no son buenas en cálculo o los hombres no son buenos en lenguaje verbal, y segregar tempranamente el aprendizaje con consecuencias para toda la vida. Entonces, lo que podría ser el resultado de factores de neurodesarrollo, madurativos o culturales (que son diferentes para cada persona), se convierte en factores sociobiológicos relevantes a lo largo de la vida.

La palabra **NEUROSEXISMO** es la afirmación de que existen diferencias establecidas entre los cerebros masculino y femenino, diferencias que explicarían **una supuesta inferioridad de las mujeres** en ciertas funciones y que estas estarían respaldadas por estudios científicos en campos como la neurociencia cognitiva y la neurobiología.



20

¿Podría haber distinciones biológicas tan sutiles que nos ayuden a explicar estas tendencias de supuesta diferenciación?

Esta es la pregunta del millón.

«Los dos hemisferios del cerebro de una mujer se comunican entre sí más que el de un hombre». Esta fue la conclusión de un estudio de 2014, donde investigadores e investigadoras de la Universidad de Pensilvania obtuvieron imágenes de los cerebros de 428 hombres y 521 mujeres jóvenes y encontraron que los cerebros de las mujeres mostraron consistentemente una actividad más coordinada entre los hemisferios, mientras que la actividad cerebral de los hombres estuvo acotada localmente. Este hallazgo sugirió que el cuerpo calloso —el cable de materia blanca que cruza y conecta los hemisferios— es más grande en las mujeres que en los hombres y que los cerebros de ellas tienden a comunicarse bilateralmente más que el de los hombres. Sin embargo, un hallazgo posterior sugirió que no hay diferencias significativas en la forma en que se lateraliza la información entre ambos hemisferios en mujeres y hombres, y que, si existieran diferencias anatómicas, estas no se traducirían en diferencias funcionales. Interesante ¿no?

¿A qué se deben estos resultados tan disímiles?

Difícil de decir, incluso asumiendo que ninguno de los dos estudios tiene un sesgo para probar su propia hipótesis. Un dato importante es que muchos análisis se basan en el tamaño proporcional de ciertas estructuras cerebrales para deducir la importancia que tienen en los aspectos cognitivos, y, a su vez, es un hecho que el tamaño del cerebro aumenta con el tamaño del cuerpo. Así mismo, ciertas características, como la proporción de materia gris y blanca o el área del cuerpo calloso, escalan ligeramente, de manera no lineal, con el tamaño del cerebro. De hecho, dentro del mismo grupo de mujeres o de hombres, hay individuos con más materia blanca o gris que el promedio. Sin embargo, si se analizan

adecuadamente las afirmaciones anteriores, a menudo provienen de un número reducido de participantes. Además, las técnicas para medir tamaño y estructura de cualquier región del cerebro están en constante desarrollo, lo que de algún modo explica la inconsistencia observada en las conclusiones de diversos estudios.

Entonces, existe consenso en que la estructura del cerebro de mujeres y hombres, más allá de las distinciones particulares individuales, en su conjunto no son diferentes, contienen las mismas estructuras y funcionan de acuerdo con el marco genético-estructural por el cual están formados. No hay tal «cerebro masculino» o «femenino».

¿Podría haber influencia de las hormonas sexuales en la función cerebral?

Las hormonas sexuales esteroideas influyen nuestra vida. Mientras los estrógenos y la progesterona son consideradas hormonas femeninas, la testosterona y algunos similares, conocidos como andrógenos, son considerados hormonas masculinas, todas están presentes en todos los organismos en distintas proporciones. Son formadas principalmente en los órganos sexuales y su mayor efecto se relaciona con la aparición de caracteres sexuales secundarios durante la adolescencia, la regulación de los ciclos reproductivos y el comportamiento sexual. Durante el desarrollo embrionario, los andrógenos inducen los órganos sexuales primarios en hombres y los estrógenos en mujeres. Los estrógenos también pueden ser sintetizados en el cerebro, favoreciendo y protegiendo la conectividad sináptica y procesos como la memoria. Mientras que la testosterona, sintetizada fuera del cerebro, puede llegar a él a través del torrente sanguíneo donde también puede ser transformada a estrógenos. Esto indica que todas las hormonas en distinta proporción tienen efectos funcionales en el cerebro modulando procesos celulares similares.

¿Y la diferencia de cromosomas sexuales genera diferencias cerebrales?

En cada célula de nuestro cuerpo, incluido el cerebro, tenemos veintitrés pares de cromosomas, uno de los cuales es un cromosoma sexual: las mujeres tienen dos cromosomas sexuales X (XX), mientras que los hombres tienen un cromosoma sexual X y uno Y (XY). Algunos genes del cromosoma X o Y podrían estar involucrados en ciertos mecanismos que participan en la fisiología del cerebro, pero no significativamente en su estructura.

Se han identificado genes cuyos niveles de actividad difieren fuertemente en sitios específicos en el cerebro de ratones macho y hembra. Hoy, la tecnología permite activar o suprimir ciertos genes. Por ejemplo, si se anula la expresión de un gen que normalmente está muy activo en hembras, se suprime el instinto materno de proteger a las crías de intrusos y de mantenerlas cerca, sin afectar su comportamiento sexual. Por otra parte, se puede anular otro gen que sí afecte el instinto de apareamiento de la hembra, sin embargo, el mismo gen anulado en el macho no tiene igual efecto. Ahora ¿podemos extrapolar este resultado a los humanos? Si bien el sistema nervioso de roedores y humanos tiene bastantes similitudes estructurales y funcionales a nivel general, a muchos niveles

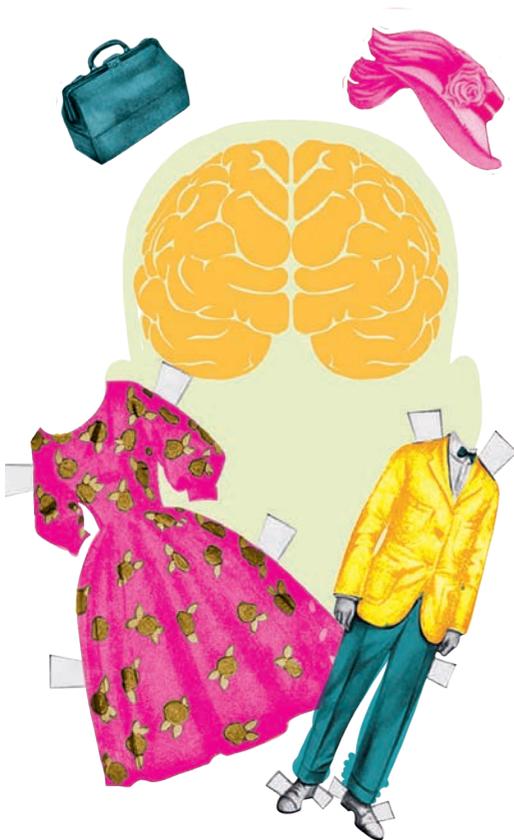
el sistema se complejiza en humanos de manera que, en la mayoría de los casos, modificar un solo gen no afecta un comportamiento o no modifica una estructura por completo. Después de todo, es evidente que un ratón no es un humano.

Lo cierto es que hay una gran superposición en los rasgos de personalidad, actitudes, intereses, comportamientos e incluso preferencias de ocupación entre mujeres y hombres. Estudios masivos muestran que la mayoría de los cerebros son un mosaico de características masculinas y femeninas. Las diferencias de sexo/género en habilidades, cualidades y estructuras son en su mayoría inexistentes o pequeñas. La mayoría de los seres humanos posee una mezcla única de rasgos de personalidad, actitudes, intereses y comportamientos, algunos más comunes en hombres que en mujeres, otros más comunes en mujeres en comparación con hombres, y otros comunes para ambos.

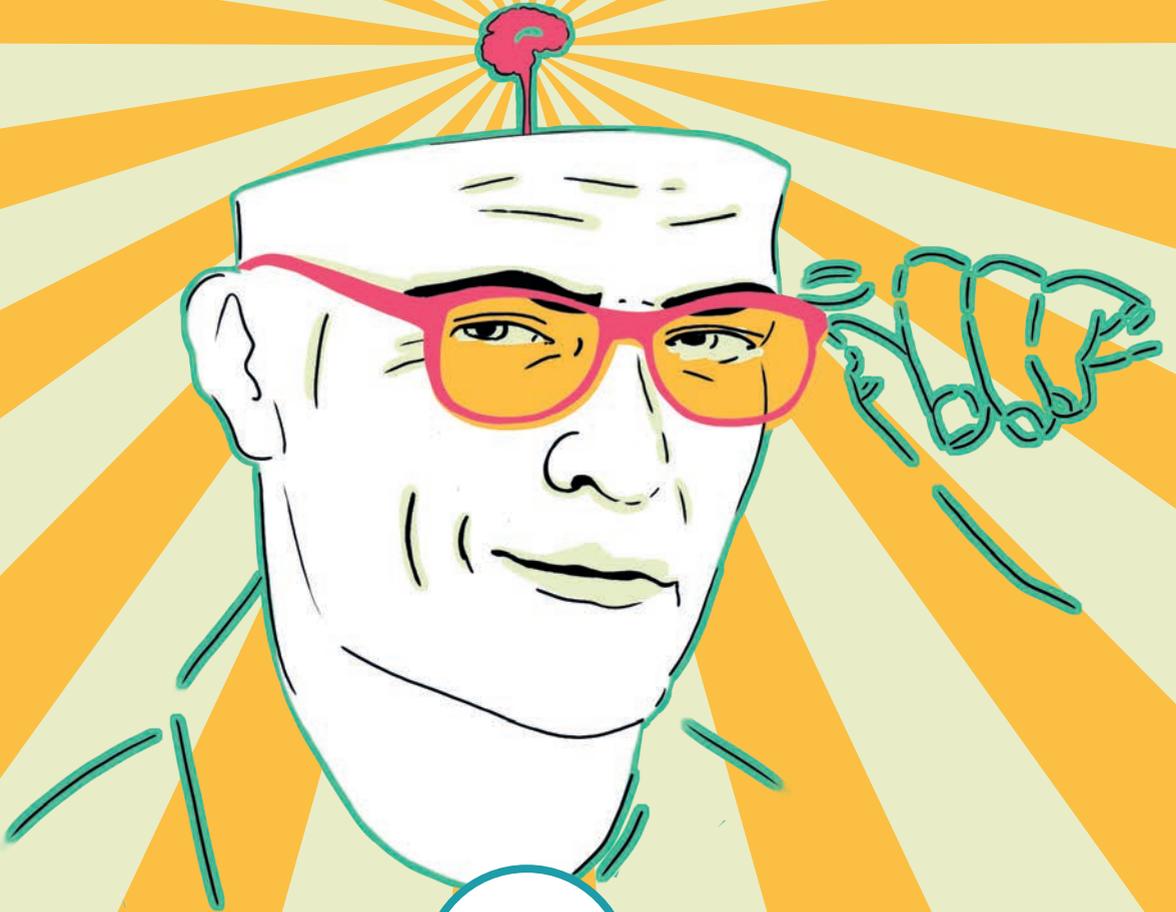
Tratar de asignar porcentajes exactos a las contribuciones relativas entre cultura y biología en relación con el comportamiento de los individuos humanos que viven en libertad en un entorno social complejo es, en el mejor de los casos, difícil. Tal vez la imposibilidad de tener estudios con individuos equivalentes, tanto biológica como culturalmente, hace poco plausible contar con datos completamente objetivos en investigaciones de este tipo. Por otra parte, las niñas y los niños son tempranamente sometidos a discriminaciones de género respecto a cómo deben comportarse (por ejemplo, la idea de que «los niños no lloran»), relacionarse con sus pares e incluso las oportunidades a las que pueden optar. Esas «malformaciones» culturales son transmitidas por los adultos y aprendidas y perpetuadas en el tiempo como algo que debe ser naturalmente así. Y es que las sutiles señales del entorno, sobre comportamientos «varoniles» y «femeninos», desde el nacimiento moldean nuestros comportamientos y habilidades, algo que muchas veces la investigación científica sesgada ha considerado como diferencias innatas.

Uno de los desafíos de estudiar las diferencias de sexo es incluir y tener en cuenta el papel que juega la cultura. Incluso cuando se pudieran observar diferencias aparentes en la estructura del cerebro, siempre existe la posibilidad de que estas surjan debido a la forma en la que alguien es educado, en lugar de la naturaleza biológica misma. Por ejemplo, algunos estudios muestran que las madres hablan a los niños acerca de conceptos numéricos dos veces más a menudo que a las niñas de dos años. Otros muestran que tanto madres como padres eran entre cuatro y cinco veces más propensos a explicar las exposiciones de un museo a los niños que a las niñas, independientemente de sus edades. Las capacidades en tareas específicas pueden explicarse bien por el tipo de estímulos educativos, la nutrición, el entorno social y cultural, así como la afectividad del contexto cercano. Sabemos que el rendimiento y el desempeño son modificables con entrenamiento, al menos en todos los aspectos medibles. La aceptación generalizada de estudios y sus conclusiones que no tengan en cuenta esos aspectos puede ser más un reflejo de prejuicios y creencias que de certezas basadas en evidencia científica.

Así, las supuestas habilidades diferenciadas entre hombres y mujeres, debido a cómo están concebidos sus cerebros desde el nacimiento, pueden ser más bien un reflejo sesgado de nuestra propia cultura y entorno socioeconómico. Si se estimulan de manera equivalente, niños y niñas pueden desarrollar las mismas habilidades y capacidades para cualquier área en la que se desenvuelvan en sus vidas. De este modo, la idea de que hay diferencias entre los cerebros, que explicarían supuestas habilidades de desempeño entre hombres y mujeres, es un mito. 🧠



Los cerebros de hombres y mujeres no son diferentes. No es posible atribuir un género ni, por tanto, cualidades femeninas o masculinas al cerebro ni a sus partes, porque no existe fundamento biológico que lo sustente. **Un cerebro «femenino» o «masculino» es una construcción sociocultural y un mito desacreditado por la evidencia científica.**



3

**¿Utilizamos solo
el 10% de
nuestros cerebros?**

imagina la siguiente situación: es un día de calor extremo, no te animas a hacer nada, acabas de juntar todas tus fuerzas para levantarte y caminar a la cocina en busca de algo refrescante para beber. De regreso en el sofá, te acomodas muy bien para ver la televisión y de repente tienes la terrible sensación de que algo te faltó... Sí, casi con pánico compruebas que dejaste el control remoto sobre la mesa del comedor, solo a unos pasos. Maldices tu suerte y recuerdas que en alguna parte leíste o escuchaste que si usáramos todo nuestro cerebro lograrías, solo con el poder de tu mente, atraer el control remoto a tu mano, como un *jedi* de *La guerra de las galaxias* o como Scarlett Johansson y su famoso personaje en la película *Lucy*, pero no... Según el mito –de cuyo origen no se tiene certeza hasta hoy–, solo utilizamos una décima parte de nuestro cerebro y esos poderes sobrenaturales se esconden en el 90 % que supuestamente está en desuso. Así que, por el momento, solo puedes reunir tus fuerzas nuevamente y caminar esos pasos hacia el comedor para buscar lo que olvidaste.

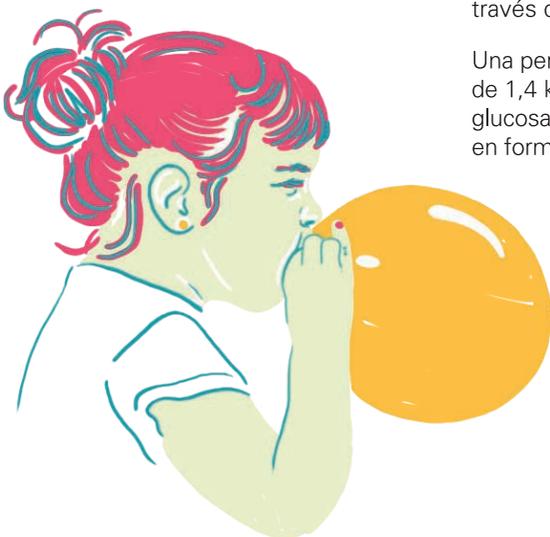
Independientemente de cómo nació, el mito del 10 % persiste en el mundo entero y ha sido un elemento esencial para lucrativos negocios de autoayuda y superación personal, donde gurúes ofrecen el «secreto» para usar ese perezoso 90 % de nuestro cerebro, que alimentamos diariamente y cargamos en nuestra cabeza sin ningún fin, pero que, con esa pastilla de última generación, que contiene el extracto de esa misteriosa planta traída de una selva lejana, y por solo unos pocos pesos, podrías comenzar a utilizar y así alcanzar tu máximo potencial cerebral.

Nuestra intención es liberarte de la sensación de frustración de estar, supuestamente, utilizando solo una décima parte de tus capacidades cerebrales y para eso vamos a compartir contigo, en exclusiva, un secreto muy bien guardado: ¡Toda la evidencia apunta a que la mayoría del tiempo usamos la totalidad de nuestro cerebro!

Quizás nuestra palabra no baste para convencerte de que aquel artículo en el periódico, que se veía muy serio, en realidad se basaba en un mito, así que te proponemos algunas reflexiones.

Primero pongamos las cosas en perspectiva. El cerebro es uno de los órganos más caros en términos de consumo de energía y, a pesar de que representa solo el 2 % de nuestra masa corporal total, requiere del 15 % de la producción cardíaca total (la sangre que fluye en nuestro cuerpo) y utiliza el 20 % de todo el oxígeno del cuerpo para producir energía a través de la oxidación de carbohidratos, principalmente glucosa.

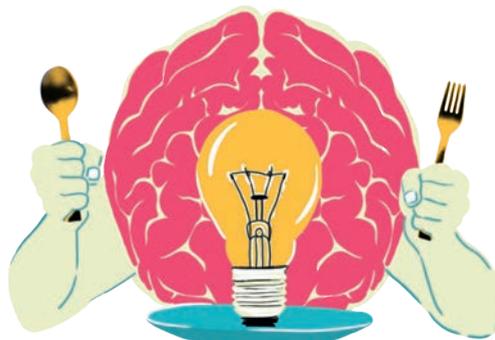
Una persona adulta de 70 kilos tiene un cerebro con un peso aproximado de 1,4 kilos el cual consume 250 ml de oxígeno por minuto para oxidar la glucosa y convertirla en dióxido de carbono y agua y así producir energía en forma de adenosín trifosfato (ATP). Se estima que las neuronas consu-



Durante la infancia, **del consumo total de oxígeno del cuerpo, alrededor del 50% es utilizado en las actividades básicas del cerebro.**

men alrededor del 75% a 80% de la energía producida para establecer la rápida comunicación que da lugar a todas las funciones superiores del cerebro.

En términos energéticos implica que el cerebro gasta 0,25 kilocalorías (kcal) por minuto o el equivalente a 20 watts (W). Es decir, si se considera una dieta promedio de 2.000 kcal, el cerebro consumirá alrededor 360 kcal. Este gasto es continuo, aunque estemos en el sillón sin hacer nada o mirando la televisión. ¿Tiene sentido destinar esta gran cantidad de energía si supuestamente estamos utilizando solo una décima parte de nuestro cerebro? No parece muy lógico que la evolución permitiera ese despilfarro de recursos en un órgano «subutilizado». Sencillamente, nuestro cuerpo no permite que las células del cerebro estén ociosas. Son demasiado valiosas y su supervivencia es muy costosa.

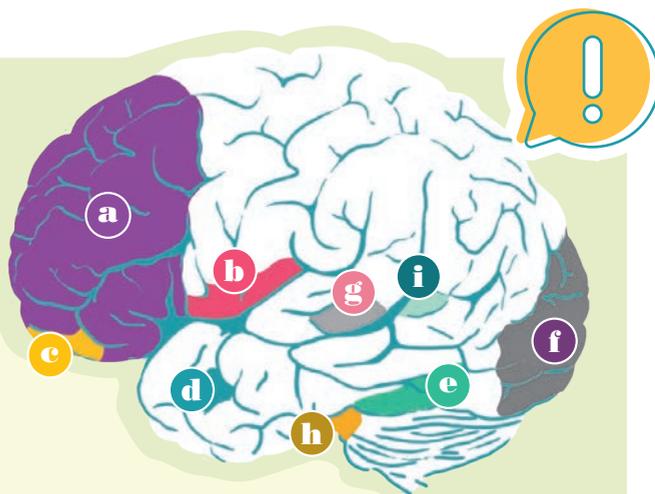


$$0,25 \text{ Kcal/min} = 20 \text{ w}$$

 El cerebro debe oxigenarse y alimentarse de glucosa para producir energía y mantener sus funciones básicas.

¿Qué pasa con tú cerebro mientras ves una película?

Mucho más del 10% está trabajando.



c. Corteza prefrontal ventromedial:
CONCIENCIA DE SÍ MISMO
Se activa cuando nos vemos interpretados/as en lo que acontece.

a. Corteza prefrontal:
ATENCIÓN
Permite entender las consecuencias de los actos.

b. Ínsula:
EMOCIÓN
Integra las respuestas empáticas y compasivas.

d. Amígdala:
EMOCIÓN Y MEMORIA
Se activa cuando experimentamos miedo o amenaza.

e. Giro fusiforme:
RECONOCIMIENTO FACIAL
Permite interpretar las expresiones faciales.

f. Corteza visual (Cx V.)
Procesa los estímulos visuales.

g. Corteza auditiva (Cx A.)
Procesa los estímulos auditivos.

h. Bulbo raquídeo (B. R.)
Controla la respiración y el ritmo cardíaco.

i. Y esto sin mencionar TODAS las otras partes de tu cerebro que están realizando otros procesos. Por ejemplo, el **área de Wernicke (lenguaje)** que permite comprender lo que dicen los personajes.

Volvamos al ejemplo del sofá. Imagínate mirando la televisión. En ese momento tus nervios ópticos estarán transmitiendo la imagen de la pantalla a la corteza visual en la parte posterior de tu cerebro a través del tálamo, que es una especie de estación de relevo del cerebro. Al mismo tiempo, los nervios cocleares de tus oídos transmitirán los impulsos eléctricos del sonido de la conversación de los personajes de tu serie favorita, a través del troncoencéfalo y el tálamo, hacia la corteza auditiva donde, finalmente, se interpretará como lenguaje en el área de Wernicke de tu cerebro.

Por otro lado, como la memoria se distribuye ampliamente a través del cerebro, desde el hipocampo y la amígdala hasta la corteza cerebral, no está claro de dónde accederás a la información de que en el

capítulo anterior el protagonista de la serie estaba en grave peligro. Como si fuera poco, tu tronco cerebral transmitirá la función motora del cerebelo y la corteza cerebral a los músculos, lo que te permitirá sostener el control remoto mientras ajustas el volumen de la televisión, girar la cabeza para ver dónde dejaste tu refresco, pararte a buscar algo de comer y respirar, mientras el hipotálamo estará ocupado regulando tu temperatura corporal. Toda esta actividad representa, por cierto, mucho más que el 10 % de tu cerebro.

La ciencia moderna dispone de herramientas para crear imágenes y rastrear la actividad de los cerebros en tiempo real. Entre las tecnologías más usadas se encuentran la tomografía por emisión de positrones y la imagen por resonancia magnética funcional.

TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES

Se inyecta en el sujeto un marcador radioactivo biológicamente activo. Para el cerebro, este suele ser una forma de glucosa. Cuando el cerebro metaboliza los marcadores, estos emiten positrones. Cuanto más activa sea un área del cerebro, más glucosa consumirá y mayor será la emisión de positrones. Los sensores del equipo de tomografía detectan los positrones a través de su radiación gamma y luego una computadora puede construir una representación tridimensional de la actividad cerebral basada en las concentraciones del marcador diferenciadas por una escala de colores. Por ejemplo, las células cancerosas consumen mucha glucosa, por lo que este examen permite detectarlas ya que se iluminan más.

IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL

La resonancia magnética (MRI) y la resonancia magnética funcional (fMRI) utilizan los mismos principios básicos de la física atómica, pero esta última funciona detectando los cambios en la oxigenación y el flujo de la sangre que se produce en respuesta a la actividad neuronal. Cuando un área del cerebro es más activa consume más oxígeno y, para satisfacer este aumento de la demanda, el flujo sanguíneo aumenta en la zona activa. Esta técnica permite producir mapas de activación que muestran qué partes del cerebro están involucradas en un proceso mental en particular, es decir, la fMRI explora la función metabólica, mientras que la MRI explora la estructura anatómica.

26

Ambas técnicas han revelado que en un día normal la mayor parte de tu cerebro está activo casi todo el tiempo, aunque en un momento dado puede que no todas las regiones del cerebro estén igualmente activas simultáneamente.

Al igual que no utilizas todos los músculos del cuerpo al mismo tiempo en un ejercicio o actividad puntual, la proporción del cerebro en uso en un momento dado varía de individuo en individuo y dependerá de lo que la persona esté haciendo o pensando. Pero, incluso durante el sueño, áreas como la corteza prefrontal, que controla el pensamiento de nivel superior y la autoconciencia, o las áreas somatosensoriales, que ayudan a las personas a percibir su entorno, están activas.

Gran parte de nuestro conocimiento actual sobre el funcionamiento del cerebro sano proviene del estudio de pacientes que han sufrido daño cerebral en áreas de tejido normal, ya sea por enfermedades o lesiones. El tipo de daño puede variar desde ser relativamente inofensivo, hasta poner en riesgo la vida. Casi no hay área del cerebro que pueda ser dañada sin pérdida de habilidades y los síntomas cognitivos y conductuales de las lesiones focales del cerebro son muy variables y en muchos casos dependen del lugar donde ocurrió la lesión. Incluso un daño leve en pequeñas áreas del cerebro puede tener efectos profundos en la cognición y el comportamiento. Si solo ocupamos un 10 % del cerebro ¿cómo se podrían explicar los efectos de estos traumatismos?



El caso de Phineas Gage

El caso de Phineas Gage (1823-1860) es un ejemplo famoso. Cuando tenía 25 años protagonizó un terrible accidente en el que una gran barra de hierro ingresó a través de la parte izquierda de su cabeza, desde la zona inferior de la mejilla, atravesó el ojo izquierdo y el lóbulo frontal, y llegó hasta la parte superior de la cabeza pasando por el cráneo. Él sobrevivió, pero los registros históricos indican que nunca volvió a ser el mismo. Su personalidad cambió y se convirtió en una persona agresiva y displicente, completamente diferente a la que era antes del accidente. Dada la gravedad de su accidente, podría decirse que las secuelas psicológicas son la consecuencia menor; pero resalta el hecho de que, a pesar de la pérdida de una importante masa cerebral, Phineas pudo hacer una vida relativamente normal.

Aunque por la época en que ocurrió el accidente no hay claridad de las lesiones específicas que experimentó, a menudo se cita como uno de los primeros ejemplos documentados de la «sociopatía adquirida», término utilizado para referirse a los cambios antisociales duraderos en la personalidad luego de experimentar traumas bilaterales en la corteza prefrontal.

Ahora bien, las actividades de Phineas Gage en sus últimos años dan cuenta de una recuperación social. Por ejemplo, trabajó como conductor de diligencias en Chile, un trabajo que habría requerido una competencia psicosocial significativa. Le tomó diez años recuperarse del desafortunado suceso y vivió en total doce años más después del accidente. Si solo utilizáramos el 10% de nuestro cerebro este tipo de lesiones no causarían mayores problemas.

En este enlace se puede revisar la historia de Phineas Gage en español:
DOI: 10.1016/j.nrl.2010.07.015

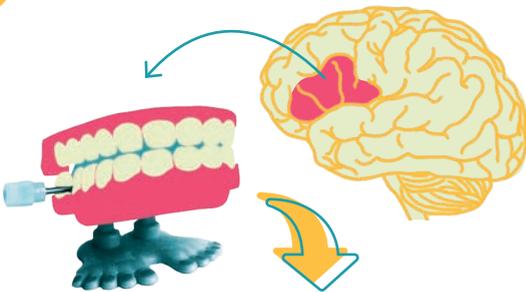


Algunos estudios señalan que los microinfartos cerebrales, donde la lesión es tan pequeña que a menudo resulta imperceptible (entre 50 μm y unos pocos mm) y que son comunes en personas mayores, contribuyen al deterioro cognitivo y la demencia. En la enfermedad de Alzheimer, por ejemplo, hay una pérdida de neuronas que va del 10 % al 20 %, que, aunque puede parecer poco, tiene un efecto devastador sobre la memoria y la conciencia ya que afecta áreas específicas relacionadas con dichos procesos.

Por otro lado, a pesar de sufrir importantes lesiones cerebrales o incluso la extirpación de partes del cerebro, hay personas que todavía logran tener una vida bastante normal. Esto se debe a que el cerebro tiene mecanismos para compensar las deficiencias estructurales cuya base es la plasticidad, definida como la capacidad de realizar cambios adaptativos a nivel estructural y funcional, los que incluyen a los circuitos neuronales y también a las células cerebrales distintas de las neuronas (células gliales y vasculares).

Sin embargo, a pesar de la plasticidad y de la capacidad del cerebro a adaptarse a algunos tipos de daños, especialmente si la persona es joven, no siempre se recupera su capacidad total.

28



En el siglo XIX, **Pierre Paul Broca**, un médico francés, analizó *post mortem* cerebros de víctimas de accidentes cerebrovasculares que habían perdido la capacidad de formar palabras, pero aún podían comprender el lenguaje —lo que se conoce como un tipo de afasia o trastorno adquirido del lenguaje— e identificó, en la corteza prefrontal inferior del hemisferio izquierdo, **la región del cerebro humano responsable del control del habla** y que ahora lleva su nombre.

A medida que aprendemos y crecemos nuestras experiencias fortalecen los circuitos neuronales que resultan más relevantes, mientras que otros se debilitan y se eliminan. El proceso continúa hasta aproximadamente los diez años, momento en el que casi el 50 % de las sinapsis presentes a los dos años de vida han sido eliminadas. Esto se conoce como «poda sináptica», un proceso que está destinado a aumentar la eficiencia del sistema nervioso, donde las sinapsis no utilizadas son descartadas. Si utilizáramos solo el 10 % de nuestro cerebro, deberíamos esperar que el 90 % sin uso sea desechado.

Ya mencionamos que este mito no tiene un origen claro, sin embargo, pudo haberse iniciado con una mala interpretación del trabajo del biólogo francés Pierre Flourens en el siglo XIX, famoso por varios descubrimientos significativos relacionados con el sistema nervioso, la localización y las funciones cerebrales. En algunos de sus trabajos se dedicó a retirar sucesivamente porciones de tejido cerebral cada vez más grandes de una gama de animales que incluían palomas, pollos y ranas, y observó cómo su comportamiento se vio afectado. De esto concluyó que podía retirarse cierta porción de los lóbulos cerebrales sin pérdida total de la función. Sin embargo, sus métodos eran rudimentarios y los modelos animales no permitían extrapolar conclusiones a seres humanos.

Otro origen posible se atribuye a William James (1907), quien afirmó en su ensayo *Las energías de los hombres* (*The Energies of Men*) que «hacemos uso solamente de una pequeña parte de nuestros posibles recursos mentales y físicos». Finalmente, esta idea errónea también ha sido atribuida al físico Albert Einstein, quien le dijo a un periodista que su brillantez provenía de usar más del diez por ciento de su cerebro. Pero esta historia no se ha podido confirmar.

Finalmente, el mito de que usamos solo parte de nuestro cerebro se vio amplificado por la trama de la película *Sin límites* (2011), que gira en torno a una «droga maravillosa» que dota al protagonista de una memoria prodigiosa y poderes analíticos increíbles. Posteriormente la cinta *Lucy*, estrenada en 2014, generaría una comparación similar, pero lamentamos decepcionarte, lo que Morgan Freeman afirma en la película —«Se estima que la mayoría de los seres humanos usan solo el diez por ciento de su cerebro. ¡Imagínate si pudiéramos acceder al cien por ciento!»— no tiene base científica y no es más que una creencia plasmada en un buen éxito de taquilla, a la vez que un duro golpe para la comprensión popular de la ciencia del cerebro. Usamos todo el cerebro todo el tiempo, pues el cerebro funciona como un «todo». 🧠



**¿Estamos siempre
conscientes cuando
estamos despiertos?**



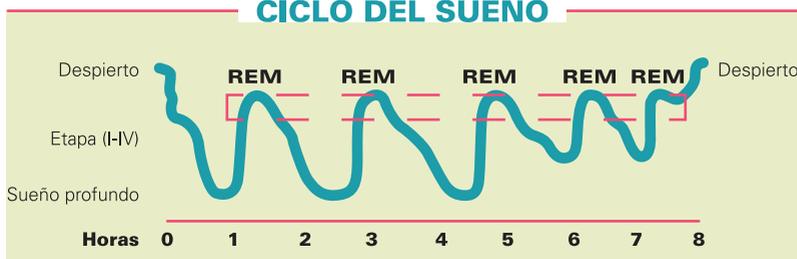
pesar de que uno no se lo cuestiona ¡esta es, sin duda, una gran pregunta!

La **consciencia** es la «capacidad de percibir el entorno e interactuar con él». Bajo esta definición podríamos pensar que la respuesta es muy simple: ¡Obvio que si estamos despiertos estamos conscientes! Sin embargo, hay muchas actividades de la vida diaria que se pueden hacer estando despiertos, pero que no requieren mucha atención consciente. El mejor ejemplo es al manejar un vehículo; a menos que se esté manejando uno nuevo o que no es familiar para nosotros, o que las condiciones climáticas o de tráfico nos obliguen a estar muy atentos, en realidad nunca ponemos atención a los detalles de cómo conducimos. Lo mismo ocurre cuando jugamos un juego de video; a menos que sea un juego nuevo o que cambiemos el control o *joystick*, cuando alcanzamos cierta experiencia, jugamos de una manera «poco» consciente.

Estar despierto (consciente) o dormido no son fenómenos de todo o nada. El hecho de estar dormido no implica necesariamente que nuestro cerebro esté inactivo. Por otro lado, también hemos aprendido que incluso cuando estamos despiertos, es posible que nuestro cerebro experimente actividades focalizadas.

Hay períodos en que el sueño se entromete en la vigilia, en pequeños episodios conocidos como **microsueños**. Estos intervalos de sueños pueden ocurrir durante cualquier tarea monótona, ya sea conduciendo largas distancias o en medio de una charla o una clase o reunión que nos pueda resultar tediosa. Te sientes somnoliento, tus ojos se caen, los párpados se cierran y tu cabeza tambalea por el relajo de los músculos que pierden control motor.

CICLO DEL SUEÑO



Al menos **UN TERCIO DE CADA DÍA LO PASAMOS DURMIENDO.**

En esas ocho horas nuestra actividad cerebral pasa por **cuatro a cinco ciclos**. Cada ciclo comprende varias etapas: de una actividad cerebral intensa y poco organizada cuando estamos despiertos, se pasa paulatinamente a una fase de actividad cerebral más coordinada que termina en un sueño profundo o de ondas lentas. Repentinamente la actividad cambia y se parece más a cuando estamos despiertos y se **inicia el período REM o de sueño vívido**. Al término de cada REM comienza un nuevo ciclo. En las primeras horas de sueño los ciclos son más largos y profundos (duran aprox. noventa minutos), donde prevalece el sueño de ondas lentas. A medida que avanza la noche, los ciclos se hacen más cortos, con **UNA PREVALENCIA DE SUEÑO REM.**



Ciclo del sueño

El electroencefalograma (EEG) permite monitorear el sueño. Los electrodos dispuestos en el cuero cabelludo permiten registrar la actividad eléctrica incesante de las neuronas de la corteza cerebral localizadas debajo del cráneo. Medido así, se ha determinado que el sueño está lejos de ser un periodo de inactividad, por el contrario, se distinguen diferentes etapas de actividad.

REM

Etapa en la que soñamos. La actividad cerebral se acerca a los niveles observados cuando estás despierto. El cuerpo experimenta una parálisis temporal de los músculos, excepto los que controlan la respiración y los ojos. Estos últimos se mueven rápidamente, por eso esta etapa se denomina REM, sigla de *Rapid Eye Movement*. Con esta fase se completa un ciclo.

Sueño vívido

Etapa 1

Estado de somnolencia. Período de transición entre la vigilia y el sueño. El tono muscular se va perdiendo, pequeños espasmos musculares pueden ser evidentes ya que el cerebro comienza a «desconectarse» de las extremidades. Es muy fácil despertar a alguien en esta etapa.

5 a
15 min.

Etapa 2

Sueño liviano. Disminuyen la frecuencia de la respiración, el ritmo cardíaco y la temperatura corporal. Se piensa que en esta etapa se consolidan los conocimientos adquiridos recientemente o durante el día.

15 min.

40 min.

20 min.

Etapa 4

Sueño profundo. El cerebro funciona desconectado del resto del cuerpo. La persona no siente, no escucha, no huele, no ve, ya que el cerebro no está procesando la información sensorial del entorno que nos rodea. Cuesta más despertar a alguien en esta etapa. La respiración es rítmica, no hay actividad muscular y la presión sanguínea muy baja, similar a un estado de coma.

Etapa 3

Marca el comienzo del sueño profundo o de ondas lentas. Disminuyen la temperatura corporal, el ritmo cardíaco y el tono muscular.

Las personas suelen creer que, a pesar de estos episodios de microsueños, siguen alerta todo el tiempo y no recuerdan haber sufrido algún periodo de inconsciencia. Sin embargo, los microsueños pueden ser fatales al conducir o manejar maquinaria, como trenes o aviones, de manera reiterada o monótona. El hecho es que uno cree que duerme solo cuando se pone

el pijama y se va a la cama, pero lo cierto es que, antes de sucumbir por completo, podemos «perder la consciencia» muchas veces con estos episodios de microsueños. De hecho, se cree que la mayor cantidad de accidentes en carretera suceden porque la persona que maneja desconoce o subestima la existencia de estos pequeños pero relevantes sucesos.

¿Pero cómo ocurre esto? ¿Será que partes del cerebro pueden dormirse por sí solas o es que todo el órgano repentinamente sucumbe al sueño?

Cuando los animales o humanos estamos despiertos, las neuronas están activas en distintas zonas del cerebro controlando actividades fundamentales que nos permiten seguir vivos. Esto porque estamos ejecutando diferentes actividades y respondiendo a los múltiples estímulos que nos llegan desde el exterior incluyendo la serie en la televisión, esa canción que te gusta, la tarea del colegio, una voz conocida diciendo por última vez que ordenes tu dormitorio y el hambre que te distrae mientras vienen aromas desde la cocina. Si observamos esta actividad a través de un electroencefalograma (EEG) veríamos que la actividad de un cerebro despierto es muy alta, pero irregular, es decir, sin patrones definidos. Por el contrario, cuando estamos en un sueño profundo, las neuronas experimentan, de manera cíclica y regular, periodos donde están activas y periodos donde están inactivas, lo que provoca una actividad oscilante muy característica de esta fase.

Imaginemos que tienes una prueba importante y estudias hasta muy tarde en la noche. Esto implica que estás en una situación de vigilia forzada, también conocida como **deprivación de sueño**. Si pudiéramos mirar tu actividad cerebral en ese punto veríamos que el cerebro empieza a comportarse más como si fueses a dormir, compatible con la idea de que la presión fisiológica para que duermas aumenta constantemente por instrucción de tu reloj biológico. En esa misma situación, si pudiéramos observar únicamente las neuronas aisladas, te darías cuenta de que mientras estudias algunas neuronas tienen periodos esporádicos de actividad y otros de silencios, es decir, la misma actividad oscilante que describimos para el sueño profundo sin que por ello se advierta que estás durmiendo, de hecho, tú sigues enfocado/a en tu estudio. En consecuencia, cuando estamos despiertos/as, pero privados de sueño, las neuronas muestran claras señales de somnolencia.

De esta forma, se puede decir que hay neuronas que «se duermen» independientemente de la actividad de otras neuronas. A medida que aumenta la «presión» del sueño, después de varias horas de estar despierto/a estudiando, más neuronas comienzan a mostrar signos de somnolencia de modo que ahora una región mayor del cerebro comienza a tener esta actividad oscilante, como ocurre en el sueño profundo ¡pero aún sigues despierto/a! Bueno, ese es el momento cuando te das cuenta de que ya no estás entendiendo, lees y no comprendes (¡no estás consciente!), es tiempo de parar, ya que la atención es ineficiente y dormir hace que lo que aprendiste se consolide en el cerebro.

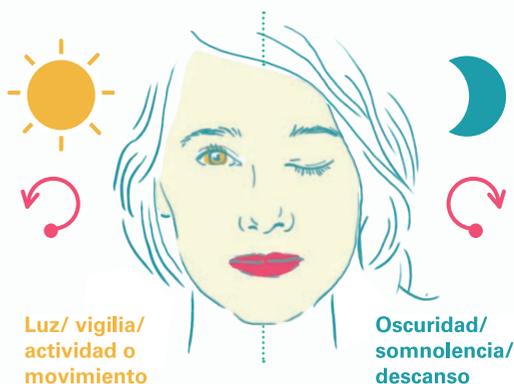
Luego de irte a dormir y después de muchas horas de sueño reparador, algunas de estas neuronas comienzan a hacer el proceso inverso hasta que gran parte del cerebro ya no está en la fase oscilante y te despiertas. Esto muestra que la vigilia y el sueño están matizados y no son estados de consciencia de todo o nada.

Te preguntará ¿por qué es importante saber todo esto? Quizás te interese saber si hay algún deterioro en el rendimiento con las neuronas desconectadas durante la falta de sueño y que quizás es mejor consolidar un sueño reparador que permita integrar lo que has aprendido durante la jornada de vigilia normal. Ante esto la respuesta es sí y es principalmente evidente cuando se examina la corteza motora, una parte del cerebro encargada de ejecutar los movimientos. Numerosos estudios muestran que, durante periodos de privación de sueño, las neuronas de esa zona se inactivan más rápidamente y se demoran más a la hora de reaccionar. Por lo tanto, a mayor privación de sueño el rendimiento motor se deteriora. Por eso es que, cuando manejamos, basta un evento de microsueño para que la reacción de recuperar el control del auto no sea suficiente y ello nos lleve a un accidente inevitable.

Es decir, podemos observar que las neuronas también se cansan y se desconectan. Parece ser que a medida que aumenta la presión para dormir, la frecuencia de estos eventos inactivos y su preponderancia en la corteza aumentan hasta que la actividad en parte del cerebro se sincroniza repentinamente pero brevemente y el cerebro entra en un periodo de sueño local: los ojos se cierran, la cabeza se desploma, el tono muscular falla. Todo lo anterior ocurre mientras el animal o la persona, según todas las apariencias externas, continúa moviéndose y realizando actividades. Por eso podemos decir que no se está siempre consciente aun cuando se está despierto/a.

Cada etapa del sueño tiene un papel fundamental para permitir que la mente y el cuerpo se despierten renovados y capaces de incorporar sus interacciones con el entorno. Comprender su ciclo también ayuda a explicar cómo ciertos trastornos del sueño, incluidos el insomnio y la apnea obstructiva del sueño, pueden afectar la salud de una persona. Durante el sueño se produce la hormona del crecimiento y se refuerza el sistema inmunológico, se revitalizan las células del cuerpo y se eliminan desechos producto del metabolismo del cerebro. Incluso tiene un papel vital en la regulación del estado de ánimo, el apetito y la libido. Durante las fases de sueño profundo hay expresión de genes y síntesis de proteínas relacionadas con tareas hechas o aprendidas durante el día, por lo que se piensa se relaciona con la consolidación de la memoria; mientras que el sueño REM podría tener que ver con el desarrollo de habilidades. El hecho de que la experiencia del sueño REM sea tan vívida podría vincularse con la preparación para un escape o para aprender de las condiciones físicas y motoras necesarias para la sobrevivencia, es decir, mucho más cercano a los requerimientos de nuestros ancestros mamíferos.

El reloj biológico



El reloj biológico del cuerpo controla la mayoría de los ritmos circadianos. Los ritmos circadianos son los ritmos internos que regulan el ciclo día/noche cada veinticuatro horas y gobiernan una amplia variedad de funciones, desde las fluctuaciones diarias, en la vigilia, hasta la temperatura corporal, el metabolismo y la liberación de hormonas. Controlan el momento en que duermes, te hacen sentir somnoliento por la noche y te despiertan por la mañana sin necesidad de usar la alarma de un reloj. Los ritmos circadianos se sincronizan con las señales ambientales de luz y temperatura sobre la hora real del día y continúan incluso en ausencia de estas señales. Varias estructuras en el cerebro son responsables de mantener esta actividad. El núcleo supraquiasmático, por ejemplo, recibe señales directas de la luz que entra en los ojos y controla las señales internas. Al final, la biología siempre prevalece.

Los ciclos de sueño pueden variar de una persona a otra y de una noche a otra en función de distintos factores como la edad, los patrones de sueño recientes, la alimentación y el consumo de alcohol. Los recién nacidos pasan mucho más tiempo (alrededor del 50 %) en el sueño REM y pueden entrar en una etapa REM tan pronto como se duermen. A medida que crecen, el sueño se vuelve similar al de los adultos (alrededor de los cinco años), mientras que las personas mayores tienden a pasar menos tiempo en el sueño REM.

¿TODOS LOS SERES VIVOS SUEÑAN? Se piensa que solo los mamíferos sueñan. Las investigaciones muestran que el soñar representa un estado superior en el procesamiento cognitivo de las especies y que aparece recientemente en la evolución de los mamíferos con la aparición de una estructura nueva en el cerebro: la neocorteza. Es aquí donde se produce todo el procesamiento de la visión, la audición, lo sensorial y lo motor; además, en **partes de la neocorteza se produce el pensamiento crítico y la toma de decisiones.**



¿Cómo ha cambiado el «buen dormir» en la historia de la humanidad?

Es común pensar que el devenir de la civilización nos ha hecho dormir menos. El acceso a la electricidad y más recientemente a la tecnología nos hace vivir independientemente de la luz solar y los tiempos del dormir biológico, asociado a la luz/oscuridad, han cambiado.

Para determinar qué tan lejos estamos de lo que podrían haber dormido las personas en las sociedades preindustriales se estudiaron los hábitos de sueño de tres tribus tradicionales que viven de manera muy parecida a sus antepasados: los Hadza de Tanzania, los San de Namibia y los Tsimanés de Bolivia. Después de observar a 94 personas durante todo el día, personas que viven sin acceso a la electricidad ni a la tecnología, se determinó que duermen efectivamente la misma cantidad de tiempo que nosotros, con un grado notable de similitud entre los tres grupos. De hecho, entre las tres tribus promediaron entre 5,7 y 7,1 horas de sueño real por noche, aunque el periodo de descanso general promedió entre 6,9 y 8,5 horas. Esto significa que, a pesar de no tener luz eléctrica, las tribus no se van a dormir al atardecer, sino que permanecen despiertas un poco más de tres horas a menudo con la luz de pequeñas fogatas. Duermen una hora más durante el invierno y se levantan antes de la salida del sol.

Lo que revelan estas investigaciones es que los hábitos de sueño de las sociedades antiguas podrían tener que ver más con la temperatura que con la disponibilidad de luz natural, ya que las tribus tienden a dormir cuando baja la temperatura, durante la parte más fría de la noche. En resumen, esto significaría que hay un patrón de sueño global característico del *homo sapiens* de la era premoderna que depende de nuestro reloj biológico interno. Esta es la razón por la cual los cambios de horario en verano e invierno pueden afectar negativamente nuestro desempeño estudiantil y laboral. De hecho, países que tienen pocas horas de luz en invierno ven fuertemente afectadas su productividad y su salud mental. Se ha demostrado que la tasa de accidentabilidad en labores mineras u otras que tienen turnos de noche puede disminuir a través de la habituación a las horas de luz/noche y a la temperatura.

Es interesante corroborar que la biología ha prevalecido y más que seguir largas horas sin dormir, extendiendo nuestro «día útil», la realidad es que nos vamos a dormir porque lo necesitamos. El organismo tiene mecanismos para hacernos reposar y esto es absolutamente necesario para nuestra integridad física y psíquica, de modo que quienes piensan que dormir es tiempo perdido están tan equivocados como aquellos que piensan que el agua se pierde en el mar. Más bien se trata de ritmos que mantienen el equilibrio permitiendo un buen vivir. 🧠



**¿Tenemos solo
cinco sentidos?**

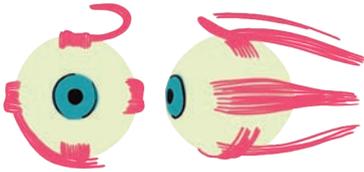


Desde que somos muy pequeños se nos enseña acerca de los cinco sentidos: la vista, el oído, el gusto, el olfato y el tacto. Pero la realidad es algo más compleja que eso. Una definición algo vaga de lo que son los sentidos sería que un sentido humano es una forma única del cerebro para recibir información sobre el mundo y el propio cuerpo. Algunos equipos de investigación enumeran hasta veintiún formas ligeramente diferentes de percibir nuestro entorno. Por ejemplo, el tacto es más bien una mezcla de algunos sentidos diferentes: tenemos la percepción de la presión, de la temperatura y del dolor, también llamada **nocicepción**.

Si esto es así entonces podemos afirmar con seguridad que hay más de cinco sentidos.

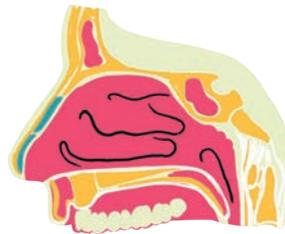
El gran responsable de la idea de los cinco sentidos fue Aristóteles, un antiguo y muy famoso filósofo griego cuya influencia ha perdurado por siglos a partir de su obra *De anima*, donde describe esos cinco sentidos básicos en el ser humano. Sin embargo, desde aquella descripción han pasado poco más de 2300 años y, tras muchas investigaciones, nuestro conocimiento se ha afinado al punto que podemos decir que, además de los mencionados por Aristóteles, existen otros sentidos en nuestra interacción con el mundo.

Los sentidos y los órganos que los contienen permiten a los seres vivos percibir el mundo en el que se desenvuelven. Neuronas sensoriales especializadas envían sus señales al cerebro donde se hace la interpretación consciente del estímulo en particular. El cuerpo responde y adapta sus demandas fisiológicas a ese entorno.



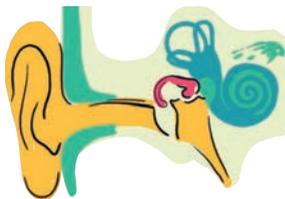
VISIÓN

La percibimos a través de los ojos y sus células especializadas que se encuentran en la retina, llamadas conos y bastones. Las primeras nos permiten ver en colores, mientras que las segundas nos permiten ver en la oscuridad.



OLFATO

Se percibe a través de la nariz, donde un conjunto de neuronas sensoriales olfatorias distingue con exquisita precisión los componentes químicos de los olores.



AUDICIÓN

Se percibe a través del oído gracias a sus células ciliadas internas y externas ubicadas en el órgano de Corti (oído interno), especializadas en transformar frecuencias de sonido en señales eléctricas que son conducidas por el nervio auditivo al cerebro para ser interpretadas.

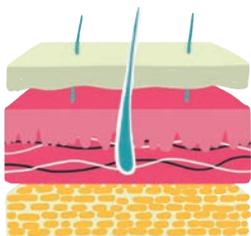
GUSTO

Es percibido en la boca y las papilas gustativas de la lengua donde se ubican los quimiorreceptores gustativos que transforman en potenciales de acción los sabores dulce, ácido, salado, amargo y umami, sabor recientemente descubierto y que es provocado por el glutamato monosódico.



Sentidos como el hambre, la sed (equilibrio de los fluidos corporales), el dolor interno o la necesidad de eliminar fluidos nos aportan información acerca del estado interno del cuerpo (función interoceptiva).

Sentidos menos conscientes son las señales de presión sanguínea o el equilibrio ácido-base que se relaciona con el pH de la sangre, entre otros.



TACTO

Lo percibimos a través de la piel, el órgano más grande del cuerpo, que contiene diferentes densidades de receptores que codifican el tacto o la presión de acuerdo con su intensidad, lo que hace que ciertas zonas de la piel sean más sensibles que otras.

Pero ¿de qué otros sentidos hablamos?

¿Puedes tocarte la nariz o el hombro izquierdo con los ojos cerrados? ¡Sí, claro! ¿Y cómo? De algún modo sabes dónde está la punta de tu dedo, la nariz y tu hombro izquierdo. Esto se debe a la **propiocepción**, es decir, a la capacidad de percibir de manera consciente la posición del cuerpo y sus movimientos. Podemos, además, detectar cambios en la temperatura y reaccionar frente a esas variaciones. Estas capacidades pueden ser consideradas como sentidos adicionales a los básicos ampliamente difundidos.

Imagina que estás haciendo tu deporte favorito y en una de las rotaciones de los brazos o las rodillas, estos giran más de lo normal. En cada evento, receptores presentes en ligamentos y articulaciones mapean e informan esta posición y la contracción muscular intensa al sistema nervioso central. Este reacciona de inmediato «ordenando» el reposicionamiento de los músculos involucrados para permitir el movimiento, o provocando reacciones más dramáticas como caer al suelo para evitar así un daño en las extremidades. ¡¿Fascinante, no crees?!

Ahora pensemos que tenemos los ojos tapados y alguien nos empuja. La sensación del cambio de posición del cuerpo es inmediata. Esto lo percibimos a través del **sistema vestibular** —ubicado al interior del oído— que envía al sistema nervioso información acerca de los cambios en la posición del cuerpo respecto de la gravedad y nos ayuda a mantener el equilibrio. Cuando este sistema falla se produce la sensación de mareos o caídas. Este sistema nos permite detectar la aceleración y también está relacionado con los ojos. Por ejemplo, si mueves la cabeza mientras lees, eso no afecta tu capacidad de lectura y comprensión ¿por qué? Porque el sistema vestibular cancela el efecto del movimiento.

La sed

El agua es fundamental para la vida y es la base para el funcionamiento de nuestro organismo. Entre otras cosas, el agua es clave en la formación de la sangre, el transporte de nutrientes y oxígeno a células y órganos, en la eliminación de desechos metabólicos y la regulación de la temperatura. En consecuencia, la sed es uno de los instintos de supervivencia más poderosos que existen. Además de la necesidad fisiológica de beber, hay mecanismos relacionados con el reloj biológico que anticipan la ingesta de agua evitando desequilibrios futuros de este importante líquido. Experimentos en roedores mostraron que el cerebro tiene unas neuronas —ubicadas en el órgano subfornical, en el hipotálamo— que reciben señales desde la boca y que son capaces de realizar predicciones en tiempo real sobre cómo influirá en el equilibrio de los fluidos corporales la cantidad de comida y agua ingerida, de modo de ajustar nuestra conducta de manera anticipada. Estas neuronas, que también monitorean el volumen y composición del torrente sanguíneo, permiten producir la sensación de sed de manera preventiva de acuerdo con los alimentos que consumimos. Curiosamente, el consumo de líquidos fríos puede reducir la actividad de dichas neuronas y «apagar» la sed, por lo que la detección de cambios en la temperatura también está relacionada con esta sensación.



Sentir sed antes de dormir es completamente normal y forma parte de un mecanismo cerebral que previene una posible deshidratación mientras duermes. Esta necesidad de ingerir agua antes del periodo de sueño es promovida a nivel del reloj circadiano en el núcleo supraquiasmático.

El hambre

El hambre se desencadena cuando el cerebro detecta cambios en los niveles de hormonas y nutrientes, y es el modo a través del cual el cuerpo avisa que hay que buscar alimento para seguir vivos.

El nervio vago, que conecta los órganos del cuerpo al cerebro, detecta, en el sistema digestivo y en el torrente sanguíneo, una serie de factores químicos y metabólicos, de modo que el sistema nervioso central monitorea permanentemente los niveles de nutrientes. Por otra parte, la sensación de saciedad se produce por liberación del péptido YY, que se secreta en el íleon y el colon y que envía el mensaje «estoy satisfecho/a».

La presión sanguínea

Los cambios en la presión de la sangre pueden ser ajustados gracias al reflejo barorreceptor que hará variar el gasto cardíaco y la resistencia periférica al paso de la sangre. Cuando ocurre un alza en la presión sanguínea las paredes de las arterias aorta y carótida se distienden activando barorreceptores que envían información a través de diferentes nervios (nervio de Hering, nervio glossofaríngeo y nervio vago) hacia el bulbo raquídeo. Esto provoca la dilatación de los vasos sanguíneos y una disminución en la frecuencia y fuerza de la contracción cardíaca lo que finalmente produce una disminución de la presión arterial.

La termorrecepción

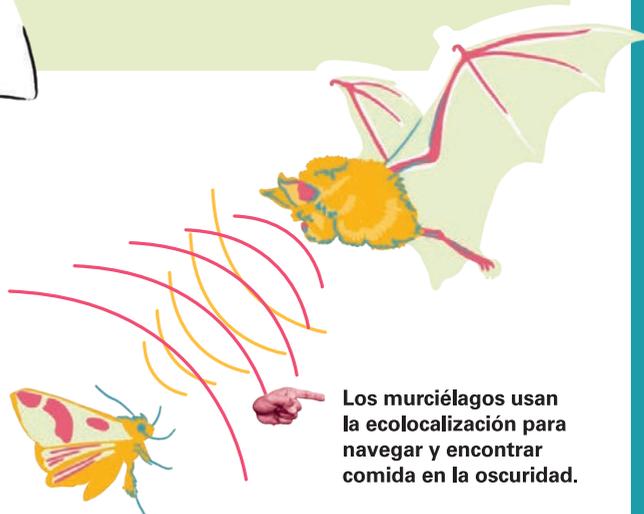
Si cierras los ojos y alguien te pone un cubo de hielo en la piel, esa zona experimenta un shock de frío. Ahí entra en juego la termocepción o termorrecepción que es la capacidad de percibir distintas temperaturas a través de algunos terminales nerviosos de la piel. En este órgano —la piel— también encontramos receptores de dolor o nociceptores, y de picor. Ya hace varios siglos, Descartes, con su famoso dibujo del niño quemándose, sugería la existencia del sentido del dolor, el cual se origina en el lugar que está siendo afectado y llega al cerebro donde se hace consciente (sufriente). De este modo, la nocicepción y la termocepción también son considerados sentidos.

El dolor

El sentido del dolor requiere de sensores que se distribuyen por toda nuestra piel, vísceras, articulaciones y músculos. El dolor es un mecanismo sensorial que colabora en la protección del organismo y activa al cerebro de tal manera que este queda en estado de alerta permanente, es decir, no lo deja «dormir»; no lo deja descansar pues le informa constantemente que algo anda mal. De aquí que los dolores crónicos

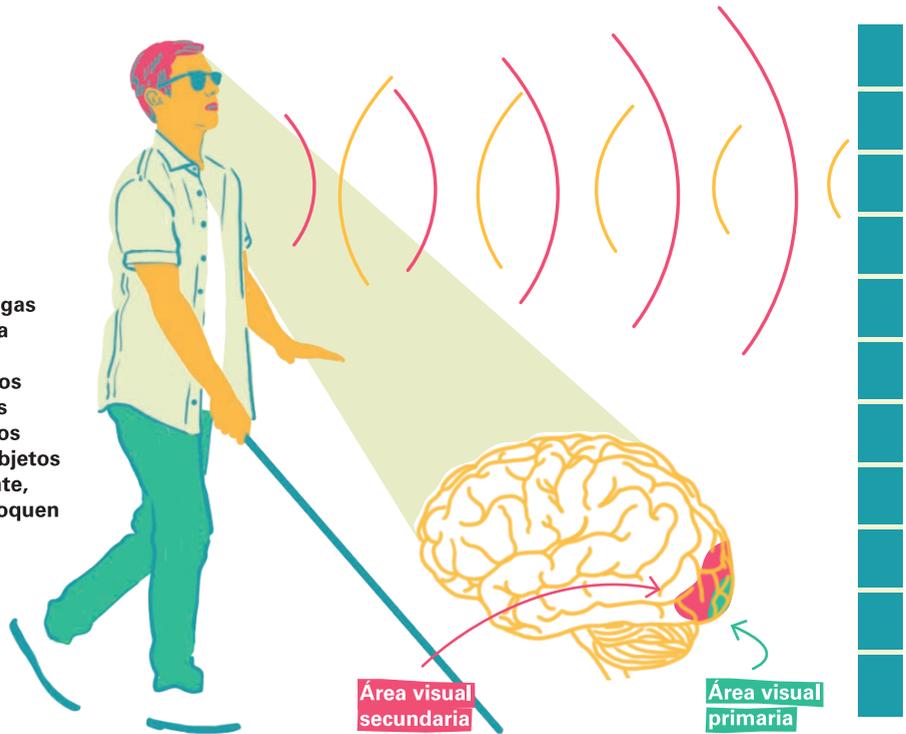


discapaciten tanto. Pero, si se consigue bloquear la comunicación del dolor o atenuarla se impide que este se haga consciente. ¿Te imaginas una vida sin dolor? Puede parecer genial, pero para las personas que padecen de insensibilidad congénita al dolor o analgesia congénita (un tipo de neuropatía periférica) significa huesos rotos, heridas que no curan y trastornos y enfermedades no tratadas ya que literalmente son incapaces de sentir dolor, lo que pone en riesgo la salud de sus extremidades, tejidos, órganos y la vida misma.





Las personas ciegas pueden utilizar la ecolocalización emitiendo sonidos y escuchando los ecos cuando estos rebotan en los objetos que están al frente, evitando que choquen con ellos.



¿Por qué?

Quienes padecen de insensibilidad congénita al dolor tienen una mutación genética en el canal de sodio Nav1.7 que implica que no se forma una proteína esencial para la transmisión eléctrica del dolor desde el sitio de origen hasta el cerebro. Esto significa que pueden sentir frío o calor, pero no sienten dolor al estar en contacto con un líquido que está hirviendo ni les duele cuando sufren una fractura o se hacen una herida. Asimismo, esta proteína también se encuentra en neuronas sensoriales olfativas, por lo que las personas que tienen la mutación además sufren de anosmia, es decir, son incapaces de oler, por lo que podrían consumir alimentos descompuestos sin darse cuenta o estar sometidos a ambientes tóxicos, como una fuga de gas, y no reaccionar a tiempo para poner a resguardo su integridad física.

Pero no todo se trata del ser humano. En otros animales existe el sentido de la **ecolocalización** y la **magnetorrecepción** que, aunque están presentes en nosotros de una forma poco desarrollada, son sentidos de gran relevancia en cetáceos, elefantes, aves, murciélagos, cocodrilos, entre otros. La ecolocalización funciona similar a como lo hacen los radares o sonares: el animal emite un sonido o vibración y percibe de vuelta las ondas de sonido, o el eco, lo

que le proporciona información acerca de la forma y la distancia de un determinado objeto. Por otro lado, la magnetorrecepción funciona como una brújula al detectar la dirección y el sentido del campo magnético lo que ayuda en la orientación y la navegación. Ambos sentidos permiten conocer la dirección, la ubicación o la altitud de un objeto, una presa o un lugar. Podría decirse que estas habilidades se parecen un poco al sentido del oído, pero la experiencia perceptiva y funcional es equivalente a la visión de las y los seres humanos. Se ha documentado que personas no videntes son capaces de desarrollar y entrenar la ecolocalización, lo que les permite ubicar objetos mediante la emisión de un chasquido y escuchando el eco de vuelta. Esta habilidad radica en la corteza visual de manera análoga a la información visual que procesan las personas videntes. En otras palabras, la corteza visual de los no videntes que pueden usar la ecolocalización responde a la información auditiva de la misma manera que la corteza de quienes ven responde a la información visual, y no depende tanto de la corteza auditiva, lo que da cuenta de la impresionante plasticidad de nuestro sistema nervioso.

De este modo, se mire como se mire, nuestra interacción con el mundo externo e interno va más allá de los clásicos cinco sentidos. 🧠



6

**Dime qué hemisferio
utilizas más y
te diré quién eres**



Te has fijado que algunos seres vivos tienen el cuerpo dividido en muchas partes iguales? Es decir, si los pudieras dividir en pedazos, cada pedazo quedaría constituido de las mismas partes. Esto se denomina «simetría radial» y ocurre en organismos más primitivos como estrellas de mar y medusas. Sin embargo, la mayoría de los seres vivos que conoces tienen partes del cuerpo bien diferenciadas y ubicadas en partes específicas de este: una cabeza, una boca, ojos, cola, pies, etc. Esto se conoce como «simetría bilateral» y está presente en invertebrados (como moscas, gusanos y pulpos) y vertebrados (como salamandras, pollos y todos los mamíferos). Gracias a esta simetría podemos dividir al cuerpo en derecho-izquierdo, superior-inferior y dorsal-ventral. Pero lo más importante es que la simetría bilateral posibilitó la definición de un eje: cabeza adelante o arriba, que delimita el extremo anterior, y la cola en el lado opuesto, que identifica el extremo posterior. En el extremo anterior se concentran los órganos sensoriales, como ojos, oídos, nariz y la boca por donde ingresa la comida. Evolutivamente esto se conoce como cefalización. Es ahí justamente donde luego se desarrolla un órgano altamente especializado como el cerebro, lo que lleva a la formación de organismos más complejos.

Tu cerebro se divide en dos mitades relativamente simétricas en apariencia, conocidas como hemisferios cerebrales. Un examen más detallado de ambos revela que, en realidad, son anatómica y funcionalmente asimétricos. Difieren en peso y tamaño, en la forma de una serie de áreas cerebrales definidas, en el número y tamaño de neuronas e incluso en su sensibilidad a las hormonas y otros agentes farmacológicos. Esto conlleva a que algunas funciones neuronales o funciones cognitivas estén más representadas o especializadas en un hemisferio que en otro, lo que se define como «lateralización» de la función cerebral.

El hemisferio derecho del cerebro controla el lado izquierdo de tu cuerpo, y el hemisferio izquierdo el lado derecho. Por ejemplo, los músculos y órganos sensoriales del lado izquierdo del cuerpo están bajo el control de regiones especializadas ubicadas en el hemisferio derecho del cerebro y en el hemisferio derecho están representadas las regiones responsables del movimiento y las sensaciones del lado izquierdo del cuerpo.

Como consecuencia de la lateralización, muchos órganos están asimétricamente dispuestos en el cuerpo: el corazón está a la izquierda, o el bazo, y el lóbulo mayor del hígado se encuentra a la derecha. El control genético de la lateralización se evidencia en que la mutación en un gen particular causa que los órganos asimétricos se ubiquen azarosamente al lado derecho o izquierdo indistintamente; ¡mientras que mutaciones en otro gen hace que todos los órganos asimétricos cambien al lado opuesto!

El sistema visual es aún más complejo, ya que cada ojo recibe señales visuales del campo visual izquierdo y derecho. Ambos campos visuales izquierdos envían sus proyecciones al hemisferio derecho del cerebro, mientras que ambos campos visuales derechos envían sus proyecciones al hemisferio izquierdo del cerebro, de modo que el cerebro usa ambos lados para construir una imagen completa del mundo.

En ranas, peces y aves las neuronas de la retina de cada ojo también proyectan al lado opuesto del cerebro. ¿Por qué surge este curioso control cruzado? Se cree que el cruce anatómico surgió cuando los animales



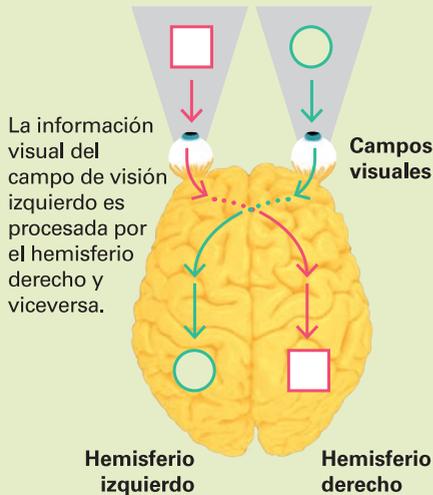
Una prueba de que nuestros cerebros funcionan asimétricamente es la preferencia casi universal por la **mano derecha** (se estima que solo alrededor de un **10 % de la población mundial es zurda**).



Dos cerebros dentro del cráneo

Los experimentos con pacientes con cerebro dividido han ayudado a esclarecer la naturaleza lateralizada de la función cerebral.

Los pacientes con cerebro dividido se han sometido a una cirugía para cortar el cuerpo caloso, principal conjunto de fibras nerviosas que conectan los dos lados del cerebro.



Una palabra parpadea brevemente en el campo de visión derecho y se le pregunta al paciente qué vio.



Debido a que el hemisferio izquierdo es dominante para el procesamiento verbal, la respuesta del paciente coincide con la palabra.

Ahora se proyecta una palabra en el campo de visión izquierdo y se le pregunta al paciente qué vio.



El hemisferio derecho no puede compartir información con el izquierdo, por lo que el paciente no puede decir lo que vio, pero puede dibujarlo.

empezaron a desarrollar sistemas nerviosos de mayor complejidad y podría relacionarse con una ventaja de supervivencia frente a situaciones que requieren de reflejos rápidos, como estar en presencia de un depredador que viene por el lado izquierdo, donde lo mejor sería escapar por la derecha. Hay experimentos muy interesantes que comparan el comportamiento de pollitos «lateralizados» (han sido expuestos a la luz de un solo lado antes de la eclosión) y de pollitos sin lateralización de las vías visuales (han sido incubados en la oscuridad). Se expuso a los polluelos a que realizaran dos tareas simultáneamente. Una tarea fue buscar granos alimenticios sobre un fondo de piedras pequeñas, la que involucró el ojo derecho (hemisferio izquierdo), y otra fue estar atentos a la llegada de un depredador y que involucró el ojo izquierdo (hemisferio derecho). Los pollitos lateralizados pudieron encontrar los granos alimenticios y también responder al depredador que se movía sobre la jaula. Esto contrastó notablemente con el desempeño de los polluelos sin lateralización, que no pudieron evitar picotear piedras y también a menudo no detectaron ni respondieron al depredador aéreo, y su desempeño se deterioraba cada vez más. Esto significa que la lateralidad representa una ventaja porque mejora la

capacidad neuronal al permitir el procesamiento paralelo y separado en los hemisferios.

Hasta aquí todo bien o «perfectirijillo» como diría Ned Flanders, el mítico personaje de la serie animada *Los Simpson*, quien además es zurdo y se gana la vida con Zurdorium, su tienda especializada en todo tipo de artículos para personas zurdas. Sin embargo, a menudo estos hechos que dan cuenta de la «lateralización» de los hemisferios cerebrales, término que hace referencia al dominio funcional de un hemisferio sobre el otro, se han simplificado, generalizado e interpretado erróneamente, dando lugar a una serie de mitos que se resisten a abandonar el mundo digital.

La religión cristiana asoció el uso de la mano izquierda al «mal» debido a un centenar de referencias positivas que contiene la Biblia para los diestros y otras negativas contra los zurdos. Esta retórica tuvo consecuencias nefastas en la antigüedad ya que las personas zurdas, sobre todo durante la Inquisición, fueron perseguidas al ser asociadas a brujas o demonios, a veces obligándolas a cambiar el uso de la mano, infringiendo castigos físicos e incluso condenándoles a la muerte en la hoguera por usar la mano izquierda. Probablemente si

Ned Flanders hubiera vivido en aquella época habría sido perseguido. Quizá por eso en la serie, aparte de zurdo, es un cristiano devoto. Si conoces la serie, sabrás que la ironía es un elemento central de esta.

Lo cierto es que no se sabe cómo ni cuándo aparece esta preferencia por la mano derecha. Se piensa que evolutivamente es ventajoso dejar la preferencia de la mano derecha al control de un solo hemisferio (izquierdo) para dejar el cerebro derecho abocado a otras tareas. Algunas teorías hablan de que el uso de la mano derecha pudo haber evolucionado cuando los primates pasaron de caminar en cuatro patas a caminar en dos (bipedalidad). Sin embargo, los primates que se ponen en dos patas no muestran preferencia por una mano u otra, mientras que, las evidencias evolutivas indican que cerca de 1,5 millones de años atrás, las herramientas de piedra usadas por algunos homínidos muestran claros indicios de uso de la mano derecha y que, en sociedades de hace 600 mil años atrás, cortaban carne o se llevaban la comida a la boca con clara preferencia por la mano derecha.

Los mitos asociados a la lateralización cerebral han evolucionado a formas mucho más sofisticadas hoy. Si en este momento escribes en el buscador de tu celular «¿Eres más de cerebro-izquierdo o de cerebro-derecho?» tendrás casi dos millones de resultados. Mucho de lo que encontrarás en esos sitios

intentará convencerte de que la especialización de las funciones en ambos hemisferios del cerebro podría ser utilizada para definir estilos de pensamiento, personalidades e incluso discapacidades de aprendizaje, o sea, algo como «dime qué hemisferio utilizas más y te diré quién eres».

La creencia de que el dominio hemisférico influye en el carácter humano ha reinado en la web y en la cultura popular por décadas. Según este punto de vista, el cerebro izquierdo es la mitad analítica, lógica y verbal, mientras que el cerebro derecho es la mitad creativa, emocional y visuoespacial. Lamentablemente, mezclando hechos científicos con fantasía, se llega a inferir que las personas que tienen un lado «más activo» que el otro mostrarían estilos cognitivos y personalidades determinadas. Según esta lógica, la evolución del mito ha favorecido a Ned Flanders, quien en la antigüedad pudo ser considerado un zurdo maligno, hoy sería visto como un artista innato, ya que la leyenda dice que los zurdos son más creativos porque usarían más su «cerebro derecho». Pero si estás pensando en que solo por ser zurdo o zurda tocarás la guitarra como Jimi Hendrix, al que, por cierto, su padre obligó —sin éxito— a usar la mano derecha para apartarlo del demonio; o ganarás dos veces el Premio Nobel, como la científica Marie Curie, quien era zurda y descubrió los principios de la radioactividad, lamentamos informarte que las cosas no son tan simples.



I
MONOCULAR

HEMISFERIO IZQUIERDO

- Memoria verbal
- Coordinación Motora Fina
- Articulación del lenguaje
- Habilidades de la mano derecha (escribir, firmar)
- Escuchar el habla (ventaja del oído derecho)
- Comprensión superior del lenguaje
- Pensamiento proposicional (analítico, digital, deductivo, racional)

BINOCULAR

I **D**

D
MONOCULAR

HEMISFERIO DERECHO

- Discriminación de odorantes (fosa nasal derecha)
- Memoria para formas
- Construcción de la mano izquierda
- Sentir formas, reconocimiento superior de formas, caras y expresión facial.
- Imagen corporal propia
- Comprensión limitada del lenguaje
- Escuchar expresiones emocionales y sonidos ambientales (ventajas del oído izquierdo)
- Pensamiento aposicional (analógico, sintético, imaginativo)

Los hemisferios izquierdo y derecho se especializan en diferentes tareas. Sin embargo, aún no se ha entendido completamente cómo un hemisferio asume el dominio sobre el otro cuando se trata de controlar funciones específicas. No obstante, ambos hemisferios del cerebro hacen contribuciones críticas, para la mayoría de los tipos de habilidades cognitivas. Se necesita dos hemisferios para ser lógicos o creativos.

Es cierto que los hemisferios integran variadas especialidades en zonas específicas, pero no todo es blanco o negro, en muchos casos el procesamiento es parcial o preferentemente alojado por un hemisferio. Mientras que el hemisferio izquierdo de la mayoría de los adultos es más activo que el derecho durante la producción del lenguaje, el patrón inverso se ha observado en las tareas que involucran habilidades visuoespaciales (por ejemplo, el reconocimiento de rostros). Pero las mitades no funcionan aisladamente, ya que una banda gruesa de fibras nerviosas, llamada cuerpo caloso, conecta los dos lados del cerebro. Hoy, las teorías sobre la lateralización funcional sugieren cada vez más una división menos radical y asumen que los dos hemisferios equilibran entre sí la actividad eléctrica que gobierna las funciones corporales.

Esta lateralización (o especialización hemisférica) se observó por primera vez a mediados del siglo XIX a través de la correlación entre el comportamiento de los pacientes con trastornos del lenguaje por alteraciones del desarrollo o adquirido como resultado de un accidente cerebrovascular, y el resultado de la autopsia tras fallecer. El neurólogo francés Paul Broca y el alemán Karl Wernicke estudiaron los cerebros de sujetos con estas características y lograron descubrir que ciertos déficits de lenguaje se asocian más a menudo con lesiones en regiones específicas del cerebro, en áreas bien identificadas del hemisferio izquierdo, desde entonces conocidas como el «área de Broca» ubicada en el lóbulo frontal izquierdo (dedicada a la producción de idiomas) y el «área de Wernicke» localizada detrás de la corteza auditiva primaria, en el lóbulo temporal (especializada en la comprensión del lenguaje). De hecho, una teoría muy audaz, pero a la vez muy interesante, dice que el uso de la mano derecha viene con el desarrollo del lenguaje, el cual se procesa más en el hemisferio izquierdo, lugar donde se ubica el área del lenguaje. Según esta teoría, el uso de la mano derecha sería una derivación natural del tener un área izquierda más desarrollada en una tarea específica como es el habla. ¿Da para pensar, no?

Posteriormente, durante la segunda mitad del siglo XX, esta idea fue profundizada a través de la exploración conductual de pacientes epilépticos que fueron sometidos a la desconexión terapéutica de ambos hemisferios mediante el corte del cuerpo caloso o callostomía, con el propósito de evitar la propagación de ataques epilépticos de un hemisferio a otro. Luego de que los pacientes se recuperaban de la cirugía, el neurobiólogo Roger Sperry y sus colegas del Instituto de Tecnología de California los reclutaban para una serie de pruebas conocidas como «experimen-

tos del cerebro dividido» por las que, en 1981, Sperry recibió el Nobel de Medicina. Aparentemente, los pacientes recuperados podían hacer todas las cosas cotidianas que realizaban antes de la cirugía —podían caminar, leer, hablar y practicar deportes— pero los experimentos de cerebro dividido revelaron que había algunos efectos no deseados. Cuando un paciente tocaba un objeto con la mano derecha (la información es procesada por el hemisferio izquierdo), por ejemplo, una cuchara, era capaz de verbalizar el contenido de la información percibida, es decir, podía nombrar el objeto, en este caso decir: «es una cuchara». Pero si el objeto era tocado por la mano izquierda (controlada por el hemisferio derecho), el paciente podía señalar o dibujar una imagen que correspondía al objeto tocado (la imagen de una cuchara), pero perdía la habilidad de nombrarlo, es decir, era incapaz de verbalizar la información recibida.

En la actualidad, los metaanálisis, que combinan los hallazgos de múltiples estudios, han demostrado que, en general, el lenguaje está lateralizado hacia el hemisferio izquierdo y el procesamiento visual-espacial hacia el derecho. Otros sugieren un dominio relativo del hemisferio derecho durante el pensamiento creativo. ¿Estos datos respaldan la creencia de que los dos hemisferios del cerebro funcionan de forma autónoma, que cada hemisferio cerebral tiene su propio estilo de procesamiento de información, estrategias cognitivas y definen la personalidad según su predominancia? La respuesta es no, esta noción es extremadamente simplista y errónea.

El avance de las técnicas de imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI) permiten explorar mejor la existencia de una lateralización funcional. Estudios que incluyen miles de personas y que analizan más de siete mil regiones cerebrales no han encontrado que un hemisferio sea más activo que el otro durante alguna tarea determinada. Hay muchas personas que son más lógicas o artísticas que otras, pero eso no significa que sean más «cerebro derecho» o «cerebro izquierdo». Es cierto que algunas áreas cerebrales se activan preferentemente durante una actividad en particular, pero la noción de asimetría todavía se entiende mal, pues no significa que tengas dos cerebros.

Cuando la información es percibida por el cerebro se procesa en ambos hemisferios, pero cada hemisferio tratará diferentes aspectos de esa información. Aunque es cierto que la mayoría de las personas diestras dependen más del hemisferio izquierdo para el habla y el lenguaje, es un error asumir que lo contrario sería cierto para las y los zurdos. Las personas zurdas también procesan más el lenguaje en el hemisferio

izquierdo porque allí se encuentra el área de Broca. Además, el lenguaje no es procesado exclusivamente en el hemisferio izquierdo. Solo el procesamiento de los sonidos de las palabras (procesamiento fonológico) parece depender casi exclusivamente del hemisferio izquierdo, pero el hemisferio derecho tiene un papel relevante en la comprensión del significado y del contexto del lenguaje y otros aspectos del habla como la entonación.

Las tareas complejas involucran varias regiones del cerebro de manera coordinada. La lectura, la resolución de problemas aritméticos y la producción y el reconocimiento de palabras del lenguaje oral se llevan a cabo mediante una multiplicidad de centros especializados y redes neuronales interconectadas que se extienden a través de los dos hemisferios y garantizan la función adecuada del cerebro. Cuando se interrumpe la conexión entre ambos hemisferios artificialmente o debido a patologías del desarrollo, esto se traduce en una serie de consecuencias como la observada en los experimentos de Roger Sperry. Por lo tanto, un funcionamiento independiente de los dos hemisferios solo es el resultado de anomalías y no es en absoluto la norma. La idea del cerebro derecho y el cerebro izquierdo es un mito que usa evidencia científica con una interpretación errada que puede llevar a manipular el raciocinio popular.

46

La concepción del cerebro izquierdo/derecho, no es inofensiva ya que se ha utilizado para sugerir que algunas personas tienen más habilidades que otras para ciertas tareas como consecuencia de la estructura cerebral, lo que es incorrecto. Uno de los usos más dañinos de este mito es la afirmación de que los hombres tendrían personalidad y desempeño cognitivo tipo «cerebro izquierdo», mientras que las mujeres más bien del tipo «cerebro derecho», lo cual les entregaría a los hombres adjetivos como lógicos, analíticos y racionales, mientras que las mujeres serían más creativas y emocionales. Lo anterior solo refuerza los estereotipos de género que producen discriminación y desigualdades sociales, económicas y culturales.

En 2013 un estudio de la Universidad de Utah analizó los escáneres cerebrales de más de mil jóvenes de entre 7 y 29 años y dividieron diferentes áreas del cerebro en siete mil regiones para determinar si un lado del cerebro estaba más activo o conectado que el otro. Los resultados demostraron que la actividad era similar en ambos lados del cerebro, independientemente de la personalidad y el género.

Décadas de investigación demuestran que las personas no exhiben un dominio general de uno u otro

hemisferio. No es posible poner a todas las personas en un solo saco ya que incluso la lateralización difiere entre individuos, tanto en términos estructurales (la medida en que el tejido cerebral es diferente en cada hemisferio), como en términos funcionales (la medida en que la actividad es diferente en todos los hemisferios). Lo cierto es que la cognición se basa en el funcionamiento simultáneo de todo el cerebro: cada individuo utiliza sus hemisferios derecho e izquierdo todo el tiempo. Volviendo a nuestro ejemplo: esto significa que Ned Flanders no tiene nada de especial en cuanto a las afirmaciones audaces sobre la creatividad y otras formas en que los zurdos podrían ser sobresalientes, pero lo sería si consideramos que pertenece a ese 10% de la población mundial que es zurda.

Algunas personas pueden ser particularmente lógicas o creativas, pero eso no tiene nada que ver con los lados de su cerebro. De hecho, el concepto de que la lógica y la creatividad están en desacuerdo no se sostiene bien. Resolver problemas matemáticos complejos requiere de una creatividad inspirada y muchas obras de arte vibrantes tienen marcos lógicos intrincados. Así, casi todas las hazañas de creatividad y lógica llevan la marca de que el cerebro funciona como un todo.

Así, la convicción de que una parte del cerebro es responsable de una destreza específica ha sido reemplazada por el concepto de redes o circuitos neuronales que conectan concertadamente distintas áreas del cerebro para funcionar. La comprensión actual de la creatividad y la capacidad de innovar es mucho más amplia e involucra muchas funciones y estructuras cerebrales, y todo tipo de neurotransmisores, que hacen que el cerebro esté siempre activo. Contraintuitivamente, la creatividad deriva de lo que el cerebro hace cuando no está enfocado en nada en particular. De hecho, podemos decir que el ocio contemplativo es el mejor estado para que surjan nuevas ideas.

A la hora de identificar piezas y sus tipos de movimiento un ajedrecista recluta zonas similares en el hemisferio derecho y en el izquierdo, estableciendo un procesamiento en paralelo que da cuenta de la enorme habilidad que demuestra en el juego. Por lo que sabemos, cualquier función cognitiva compleja pone en marcha una red con múltiples regiones, distribuida en ambos hemisferios y funcionando de forma coordinada. Podríamos considerar al cerebro como una orquesta sinfónica neuronal, donde, según los momentos, puede haber zonas o incluso neuronas individuales que tienen mayor protagonismo, pero no hay una parte de la orquesta que domina sobre otra. 🧠



**Por la razón o la
emoción**

**¿Cuál debemos usar para
tomar la mejor decisión?**



Seguramente, más de alguna vez te has preguntado cómo tomamos decisiones, por qué la toma de algunas decisiones parece tan complicada, cuál es el papel de nuestro cerebro en este proceso o qué pasa con las emociones y cómo afectan la toma de decisiones.

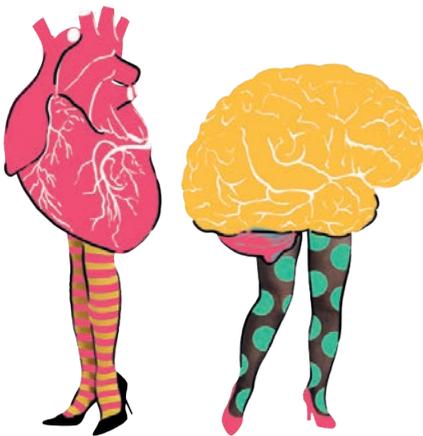
Existe la creencia de que somos seres capaces de separar lo racional de lo emocional, como si fueran dos cajas aparte que podemos abrir y cerrar de forma independiente y a voluntad. Lamentablemente, en nuestra sociedad las emociones tienen mala reputación y se tratan como algo que se interpone en el camino y que tenemos que controlar o suprimir para poder tomar decisiones claras y racionales. A menudo hemos escuchado que hay que dejar las emociones fuera de las cosas serias, sin embargo, la interacción de nuestro mundo está rodeada de emociones y tratar de alejarlas no es en absoluto una decisión inteligente y puede significar la pérdida de un recurso valioso.

Día a día nos enfrentamos a la disyuntiva de escoger entre diferentes opciones y tomar partido por alguna de ellas. Decidir la ropa que queremos usar o la música que vamos a escuchar, hasta otras cuestiones mucho más importantes como lo que vamos a estudiar, la firma de un contrato, casarse, cambiarse de casa, viajar... Decidir lo que vamos a hacer es un proceso aparentemente tan automático que muchas veces no somos conscientes de cómo lo hacemos.

La mayoría de las investigaciones¹ apuntan a dos modelos o formas de pensamiento utilizados en la toma de decisiones. El primero tendría como base la intuición y las emociones, lo que coloquialmente y en sentido figurado llamamos «decidir con el estómago» y que se vincula a cuando tu cerebro te ordena ejecutar una acción de forma automática. Muchas veces, sin que podamos explicar cómo y por qué razón, actuamos motivados por una idea o corazonada, en un acto más bien intuitivo o incluso impulsivo.

Por ejemplo, si eres amante de los animales, probablemente tu primera reacción al ver un perro callejero sea acariciarlo porque eso es lo que haces usualmente con tu mascota. Pero es posible que una voz interior te diga «¡Cuidado! No conoces a ese perro y podría morderte». Este es precisamente el segundo modelo de pensamiento, donde se realiza el análisis consciente de las ideas y tomamos decisiones basadas en la evaluación de las alternativas posibles en forma lógica y racional, ponderando el conocimiento y la experiencia de situaciones pasadas, extrapolándolas a un escenario futuro y anticipando situaciones posiblemente riesgosas. Es bastante probable que sea este modelo el que uses al decidir qué carrera quieres estudiar o en qué invertirás tus ahorros.

A menudo se dice que una decisión racional es «consciente y voluntaria» mientras que una decisión emocional sería «automática o instintiva». Existe la creencia generalizada de que la mejor decisión es producto de un pensamiento racional, dejando de lado el componente emocional, pero eso no significa que siempre debas ignorar tu instinto y tus emociones. La experiencia puede darte una ventaja en el uso de la intuición: si llevas realizando una actividad por muchos años tendrás un enorme



1 Evans, JSBT y Stanovich, KE (2013). «Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate». *Perspect Psychol Sci*, 8(3):223-41. doi: 10.1177/1745691612460685. PMID: 26172965.

repertorio de recuerdos al servicio de tu intuición, lo que te permitirán tomar decisiones más rápidas y precisas sin pensar en la evaluación racional de las alternativas posibles.

Esta es precisamente la ventaja que tienen las y los profesionales de la salud, por ejemplo, de enfermería, quienes integran la intuición y el análisis en la toma de decisiones clínicas. Abundan las historias de profesionales que con solo mirar a un paciente tomaron decisiones clínicas que evitaron situaciones más graves e incluso la muerte, es decir, sus intuiciones fueron más precisas. Esto no es magia u otro tipo de sentido místico, sino que es producto de años de experiencia que respaldan la intuición. De hecho, hoy existe un campo de estudio dedicado a identificar los componentes intuitivos y precognitivos de la toma de decisiones en la práctica clínica.²

Mirado así, la intuición más parece una expresión de la experiencia que, a medida que las personas van adquiriendo más y construyen patrones que les permiten evaluar rápidamente las situaciones, la usará para tomar decisiones más adecuadas y rápidas sin tener que comparar opciones.

Esto se da también en otros ámbitos, como cuando las y los jugadores de ajedrez o de Shogi,³ su equivalente japonés, juegan contra el tiempo determinando sus movimientos en el juego de forma intuitiva e instantánea a partir de su rica experiencia y conocimiento previos.

Muchos factores pueden influir en la toma de decisiones e incluso algunos pueden ser utilizados para persuadirte de tomar una opción determinada. De hecho, la publicidad explota muy bien las emociones con este fin. Los avisos comerciales pocas veces abordan las características técnicas de un auto o un viaje; por el contrario, muestran imágenes en las que proyectan cómo te sentirías disfrutando de ese auto o de ese viaje en un lugar paradisíaco, es decir, apelan a tu emoción. La publicidad comunica emociones y los consumidores tomamos decisiones en base a las emociones que fueron interpeladas a través de la persuasión. La industria publicitaria invierte millones para financiar esta «economía basada en la conducta» y que muchas veces está orientada a fijar estereotipos y responder a intuiciones.

Obviamente, tu reacción a la publicidad persuasiva dependerá de tus rasgos de personalidad. Por ejem-



plo, hay personas que necesitan saber más y tienden a prestar mucha atención a los argumentos antes de decidir, lo que se conoce como «ruta central», mientras que otras personas prefieren tomar decisiones basadas en señales rápidas, como, por ejemplo, la credibilidad o confianza que les provoca la persona que recomienda o vende un determinado producto, lo que se conoce como la «ruta periférica».

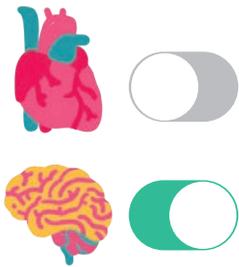
Ahora, es más probable que utilices la ruta periférica si estás distraído o distraída; en cambio si el tema es de tu interés probablemente utilices la ruta central para tomar una decisión. En la misma línea, si te sientes feliz cuando ves una publicidad en televisión, probablemente también te sentirás feliz con el producto. Las emociones pueden persuadirte de diferentes maneras según el contexto, pero también pueden hacerte más vulnerable a que te convenzan de algo sin pensar críticamente en ello.

Una gran cantidad de investigaciones ha establecido que las emociones influyen en los procesos cognitivos

2 Romero-Brufau, S., Gaines, K., Nicolas, C., Johnson, M., Hickman, J., Huddleston M., J. (2019). «The fifth vital sign? Nurse worry predicts inpatient deterioration within 24 hours». *JAMIA Open*, 2(4):465-470. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooz033>.

3 Tanaka, K. (2018). «Brain Mechanisms of Intuition in Shogi Experts». *Brain Nerve*, 70(6):607-615. doi:10.11477/mf.1416201053. PMID: 29887530.

relacionados con la percepción y la valoración del riesgo y que, al momento de tomar decisiones, las personas pueden estar influenciadas por emociones no relacionadas con las decisiones en sí mismas. Por ejemplo, en 2003, investigadores del laboratorio de Neuropsicología de la Universidad de Hong Kong⁴ indujeron diferentes estados de ánimo en voluntarios a través de la visualización de un clip de una película feliz, neutral o triste, y luego se les pidió completar un cuestionario de dilemas de elección para evaluar la toma de riesgos en tareas de decisión. Las personas con un estado de ánimo depresivo inducido mostraron una menor disposición a asumir riesgos que las personas con un estado de ánimo neutral o positivo.



50

Quando nos hablan de «dejar las emociones de lado» se refieren a las decisiones donde se supone que uno necesita estar pensando «racionalmente», por ejemplo, en casos como decidir si vender nuestra casa o la carrera que voy a estudiar, pero, incluso el pensamiento racional tiene un fuerte componente emocional. Mantener las emociones aisladas es imposible, por lo tanto, es mejor darles la bienvenida y tratarlas como aliadas ya que están para ayudar, proporcionan información sobre lo que somos y sobre el mundo, y son increíblemente valiosas.

En 2011, un estudio realizado por la Universidad de Virginia⁵ concluyó que el miedo puede afectar procesos visuales, la tristeza altera la susceptibilidad a las alucinaciones visuales y que los deseos hacia un objeto pueden cambiar el tamaño aparente de este. Más aún, la percepción del entorno físico en el que nos desenvolvemos puede verse afectado por nuestros estados emocionales, como la distancia entre un balcón y el suelo o el grado de inclinación de una colina. Esto indica que las emociones influyen fuertemente sobre cómo se percibe el entorno y determinan nuestras acciones y conductas, y por cierto, nuestras decisiones.

El estrés también puede afectar la toma de decisiones. En el día a día suelen tomarse decisiones bajo diferentes tipos e intensidades de factores de estrés, el cual se manifiesta aumentando la excitación fisiológica y generando emociones negativas. Esto produce un incremento en la actividad de la amígdala cerebral (región del cerebro relacionada con el procesamiento de las emociones y el miedo) y ello incide en el adecuado funcionamiento de la corteza prefrontal, afectando, por ende, la toma de decisiones.

Un equipo de investigación de la Universidad de Iowa logró demostrar el papel de las emociones al momento de tomar una decisión estudiando las reacciones físicas causadas al usar el juego de azar de Iowa.⁶ En este juego, diseñado por Antoine Bechara junto a su mentor Antonio Damasio, los participantes recibían un préstamo ficticio de dinero para jugar con cartas previamente manipuladas, en el cual ganaban y perdían dinero con cada elección. Los jugadores estaban conectados a dispositivos (similares a los detectores de mentiras) que medían las respuestas de la piel (sudor) a medida que aumentaba el estrés.

En cada juego debían elegir una carta entre cuatro barajas (A, B, C y D). Cada elección podía generar ganancias o pérdidas económicas y la meta del juego era obtener el máximo beneficio. Los participantes desconocían las probabilidades de ganancias y pérdidas asociadas con cada baraja. Las barajas A y B estaban manipuladas para generar una recompensa inmediata alta, pero también pérdidas mayores cada diez intentos. Las otras dos permitían obtener pequeñas ganancias y pérdidas menores cada diez intentos. Además, cada baraja presentaba diferente frecuencia

- 4 Yuen, KS., Lee, TM. (2003). «Could mood state affect risk-taking decisions?» *J Affect Disord*, 75(1):11-8. doi:10.1016/s0165-0327(02)00022-8. PMID: 12781345.
- 5 Zadra, JR, Clore, GL (2011). «Emotion and perception: the role of affective information». *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 2(6):676-685. doi: 10.1002/wes.147.
- 6 Xu, F. y Huang, L. (2020). «Electrophysiological Measurement of Emotion and Somatic State Affecting Ambiguity Decision: Evidences From SCRs, ERPs, and HR». *Frontiers in Psychology*, 11(899). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00899>.

Juego de azar de Iowa



BARAJAS MALAS

BARAJAS BUENAS

A

B

C

D



Ganancia por carta	\$50	\$100	\$100	\$50
Pérdida por cada 10 cartas	\$250	\$1250	\$1250	\$250
Neto cada 10 cartas	+\$250	-\$250	-\$250	+\$250
Probabilidad de pérdida	1 de cada 10	5 de cada 10	1 de cada 10	5 de cada 10



Para tener éxito en el juego, los participantes deben aprender a renunciar a las grandes ganancias inmediatas para evitar las pérdidas mayores. Según la teoría del marcador somático, los participantes usan procesos de toma de decisiones más intuitivos determinados por corazonadas emocionales desarrolladas durante el juego.

de pérdidas (cinco o una carta con pérdidas cada diez intentos). Después de cincuenta cartas, una corazonada les hacía intuir las barajas desventajosas y comenzaron a evitarlas. Aunque solo recién después de ochenta cartas los participantes fueron capaces de explicar exactamente qué estaba mal. Antes de que su cerebro realizara ese análisis consciente, ya a las diez cartas habían comenzado a seleccionar intuitivamente del mazo más seguro ya que sus palmas comenzaban a sudar cuando escogían cartas de los mazos malos. ¡Su intuición se hizo cargo antes de racionalizar lo que estaba ocurriendo!

Estos experimentos y otros que realizó el neurobiólogo Antonio Damasio, le hicieron postular que las emociones y sentimientos llegan a formar parte de la razón aunque, en ocasiones, estas conllevan a errores en los procesos de razonamiento.⁷ Por otra parte, la falta de emocionalidad en el razonamiento también hace que se cometan errores con consecuencias negativas. En su libro *El error de Descartes*, Damasio propone la hipótesis del «marcador somático», donde sugiere que el proceso de toma de decisiones está guiado por reacciones emocionales, pero también por reacciones corporales (o somáticas) que anticipan la consecuencia

de nuestra decisión. Si una decisión es «marcada corporalmente» como agradable, seguiremos tomando la misma decisión; si, por el contrario, nos genera una sensación desagradable, evitaremos hacerlo.

Sin embargo, el mismo Damasio debió modificar su hipótesis más tarde ¿Recuerdas el caso de Phineas Gage (ver p. 27)? Damasio se encontró con un caso parecido. Elliot, un sujeto al cual se le extirpó un tumor cerebral, pero dañando su corteza prefrontal ventromedial. Después de la cirugía, el paciente desarrolló un comportamiento inapropiado en su trabajo y evidenciaba capacidades de juicio sistemáticamente disminuidas. Aunque las pruebas estándar de inteligencia y memoria no pudieron detectar ningún cambio significativo, el comportamiento diario de Elliot era muy irracional. Tenía problemas especialmente graves con la planificación sistemática. Esto indica que hay un estado basal en que nuestros juicios y decisiones se coordinan con un componente emocional y que todo junto «parece estar en algún lugar físico del cerebro».

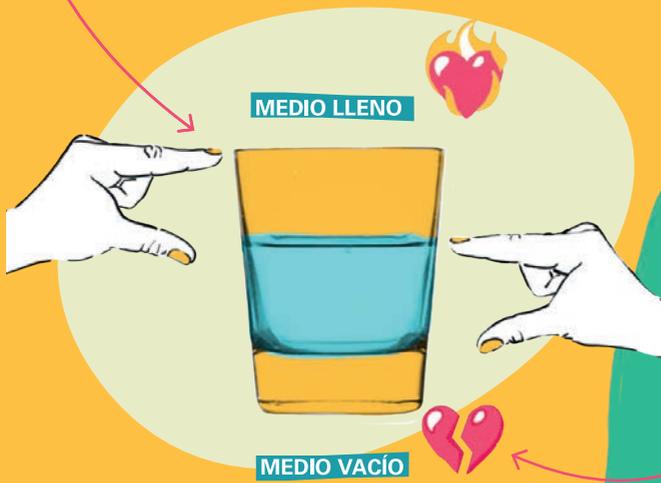
Cuando los sujetos con lesiones en la corteza prefrontal ventromedial juegan el juego de azar de Iowa

Sigue en la página 54

⁷ Damasio, A. (1994) *Descartes error*. New York: Putnam. En español existe la traducción de Pierre Jacomet (ed. Andrés Bello), de 1996, y más recientemente la de Joandomènec Ros publicada en 2011 (Ed. Crítica). Editorial Planeta tiene una edición para Kindle de 2018.



Nuestra percepción de la pendiente de una colina cambiará de una ocasión a otra dependiendo de nuestro estado de ánimo. Cuando nos sentimos tristes, percibiremos que la colina es más empinada que cuando nos sentimos felices.



Las emociones inciden en nuestra percepción

Generalmente creemos que nuestra percepción visual es fija. Observamos una colina que tiene un determinado grado de inclinación o vemos la altura de un balcón. No importa cómo nos sintamos porque vemos las cosas como son ¿verdad? Pero esto no es realmente así. La percepción de la pendiente de la colina cambia en función del estado emocional. ¿Cómo puede suceder algo así? Esto podría deberse a que el cerebro no está enfocado necesariamente a interpretar el mundo con exactitud, sino más bien en asegurarnos la supervivencia. A pesar de que el procesamiento visual y las emociones son vistas como funciones independientes, nuestra visión está profundamente entrelazada con nuestro estado emocional y, en realidad, son inseparables. Una colina parece mucho más inclinada para alguien que tiene bajos niveles de glucosa, que es la fuente primaria de energía para la actividad muscular y cerebral. Así, cuando estamos cansados, la colina se ve mucho más empinada que cuando estamos llenos de energía. Pero no solo eso, además el estado de ánimo también afecta la percepción de la colina. Cuanto más triste estemos, más empinada se verá ante nuestros ojos, en cambio, si estamos felices, no nos parecerá inabarcable. Nuestras emociones sí cambian la percepción de lo que vemos.

El sentido del **oído también es considerado como muy separado de nuestras emociones.** Una explosión es fuerte o no lo es. Sin embargo, cuando alguien grita, no tiene nada que ver con el volumen. En una misma condición, ciertos sonidos pueden ser calificados como más altos por quienes han experimentado emociones negativas, lo que demuestra que los sentimientos del individuo influyen en la percepción de la intensidad de lo que escucharon.





no presentan la misma reacción en la piel, es decir, sus decisiones carecen del componente emocional. Y, a pesar de que se dieron cuenta de que los mazos rojos estaban manipulados y significaban mayores pérdidas, continuaron eligiendo cartas de ese mazo. Las partes lesionadas de sus cerebros en la corteza prefrontal parecían incapaces de procesar las señales emocionales que guían la toma de decisiones. Al parecer, no podían decidir qué era lo mejor para ellos.

Incluso, más allá de los juegos de cartas, esta pérdida de instinto puede ser bastante perjudicial. Generalmente, a este tipo de pacientes les va bien en pruebas de inteligencia, pero sin intuición, a menudo toman decisiones menos favorables en su vida diaria.

En otra investigación, se encontró que las personas con lesión en la corteza prefrontal ventromedial tomaban decisiones más utilitarias, como preferir empujar a alguien a la muerte para salvar a cinco personas. En consecuencia, se concluyó que las respuestas ligadas a las emociones están moduladas por lo que pasa en esa región del cerebro.

Los lóbulos frontales del cerebro, tan críticos para la toma de decisiones, no maduran completamente hasta después de la pubertad. Hasta entonces, el «cableado» neuronal que conecta la corteza prefrontal con el resto del cerebro todavía está en construcción. Por ejemplo, Gregory Berns⁸ y sus colegas de la Universidad de Emory encontraron que ciertos circuitos aún en desarrollo en el cerebro de los adolescentes se vuelven hiperactivos cuando experimentan nuevos estímulos placenteros. El cerebro de un adolescente está programado para favorecer recompensas inmediatas y sorprendentes, incluso cuando el adolescente sabe muy bien que perseguirlas puede ser una mala idea, como, por ejemplo, conducir a exceso de velocidad, tener relaciones sexuales sin protección o emborracharse.

Las emociones tienen un papel fundamental en la toma de decisiones ya que cumplen una función protectora y están al servicio de un mejor interés o ventaja para quien las toma. Los sistemas emocionales brindan conocimiento valioso, implícito o explícito, para tomar decisiones rápidas y ventajosas, y pueden ocurrir a niveles conscientes o inconscientes. Las respuestas que se producen en el cuerpo ante un estímulo emocional pueden ser evidentes para el observador y se manifiestan como cambios en la expresión facial, o invisibles, como secreción de hormonas, cambios en el ritmo cardíaco u otras que conducen

a que el cerebro libere ciertos neurotransmisores. Estas respuestas son benéficas porque consciente o inconscientemente inclinan la decisión de una manera ventajosa. Uno no necesita las emociones para decidir si respirar aire limpio es mejor que respirar aire contaminado, pero los sistemas emocionales intervienen cuando nos enfrentamos a la incertidumbre y debemos tomar decisiones riesgosas o ambiguas, por ejemplo, cuando debemos decidir si arrancar o quedarnos inmóviles ante un peligro, o cuando debemos decidir si confiar en alguien que nos ofrece ayuda para cambiar una rueda de neumático pinchada en medio de la noche.

Entonces, visto de esta manera, podríamos sostener que ser emocionalmente saludables es uno de los ingredientes principales de la racionalidad.

Las mejores decisiones son aquellas que sanamente combinan la lógica y la emoción. Cualquier trastorno del estado de ánimo dificulta nuestra capacidad de decidir, nos cuesta más pensar, valorar, reflexionar y concentrarnos. No obstante, estas emociones son, en realidad, parte indispensable de cada decisión que tomamos y, por tanto, debemos ser plenamente conscientes de ellas. Si las entendemos y las afrontamos serán excelentes aliadas. Emoción y razón no debieran ir por separado, son los motores que pueden acercarnos a nuestro bienestar.

Si nos guiásemos por esta idea de que las buenas decisiones surgen solo de las mentes frías y sin emoción, los sicópatas, individuos que han perdido la capacidad de sentir empatía y exteriorizar sentimientos, serían quienes toman las mejores decisiones, pero, a pesar de que son inteligentes y pueden pensar con la «mente fría», toman decisiones desventajosas ya que con frecuencia estas generan consecuencias negativas para sí mismos o para su entorno, y suelen derivar en pérdidas financieras, sociales o familiares.

Nuestro cerebro es un órgano hiperconectado en todas sus regiones. La corteza prefrontal, que está vinculada a funciones ejecutivas complejas que necesitan atención, análisis o reflexión, mantiene una conexión permanente con áreas profundas del cerebro, como la amígdala, una región del cerebro relacionada con el procesamiento de las emociones. Por ello, las emociones y la intuición están presentes en cada decisión y, a su vez, en cada decisión meditada y razonada se encuentra la impronta de las emociones. 🧠

8 Berns, G. S., Moore, S. y Capra, C. M. (2009). «Adolescent engagement in dangerous behaviors is associated with increased white matter maturity of frontal cortex». *PloS one*, 4(8), e6773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006773>.



**Escuchar música
clásica hace que las
y los niños sean más
inteligentes**



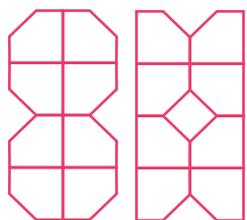
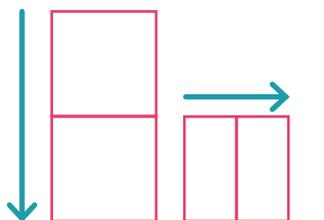
odas las personas gozamos con la buena música. Nos emocionamos con armonías y letras, bailamos, cantamos, nos enamoramos. La música está presente en la mayoría de las actividades que llevamos a cabo y, además, genera excelentes beneficios para la salud mental. Su gran importancia en nuestras vidas ha facilitado que aflore uno de los mitos más extendidos en la sociedad, conocido también como «efecto Mozart». El término establece que escuchar música clásica estimula el desarrollo de la inteligencia en bebés y niños pequeños. Esta idea se ha extendido también a embarazadas, ya que presupone que escuchar este tipo de música podría beneficiar el desarrollo de la inteligencia del futuro bebé. Sin embargo, esta creencia carece de evidencia científica que la respalde y ha sido utilizada más bien como una estrategia de marketing que solo ha beneficiado a quienes comercializan discos con música de Mozart o libros que describen los supuestos efectos beneficiosos de la música del célebre compositor.

Este mito surge a inicios de los noventa debido, primero, a la publicación del libro *Pourquoi Mozart? (¿Por qué Mozart?)* de A. Tomatis, donde se establecen los beneficios terapéuticos de oír al compositor, tantos que incluso podría curar la depresión. Luego, en 1993, la prestigiosa revista *Nature* publicó el artículo «Música y rendimiento en tareas espaciales» (*Music and spatial task performance*) de Gordon Shaw, Frances Rauscher y Catherine Ky, que afirmaba que los estudiantes que escuchaban por diez minutos la *Sonata para dos pianos en Re mayor* del compositor tenían mejor razonamiento espaciotemporal que quienes no lo hacían. Esta afirmación se basaba en pruebas de habilidad espacial tomadas de una gran batería de pruebas de inteligencia —conocida como escala Stanford-Binet— y el procedimiento de doblar y cortar papel* utilizado para la evaluación de habilidades de razonamiento espacial no verbal. Según este estudio, los estudiantes que escucharon a Mozart, versus los que estaban en silencio o los que escucharon instrucciones de relajación, se desempeñaron mejor en tareas en las que tenían que predecir qué forma adoptaba un papel doblado y cortado cuando se desplegaba. Pero, como dejan claro los autores, este efecto solo dura unos quince minutos, es decir, es difícil que esto provoque una vida de inteligencia mejorada. Lo más interesante de este estudio es que los autores nunca declaran tener un efecto como el denominado efecto Mozart; el estudio se hizo con estudiantes universitarios y no con bebés, que es el grupo objetivo que supuestamente se beneficia con el efecto Mozart, además, en ningún momento se aplica la prueba de medición de cociente intelectual que es como se mide la inteligencia en humanos.

Sigue en la página 58

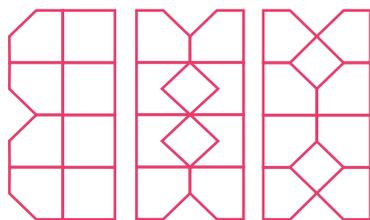


56



A

B



C

D

E



Hay dos filas de imágenes. Primero mira la fila superior e imagina que estás sosteniendo una hoja de papel y se te pide que la dobles en el sentido de las flechas. Entonces, primero dobla el papel por la mitad, luego repite el procedimiento dos veces en las direcciones indicadas. Finalmente, cortas la punta señalada con la línea diagonal.

La segunda fila son cinco posibles resultados de cómo se vería el papel doblado y cortado al abrirlo. ¡Intentalo!

***Esto fue parte del procedimiento que Rauscher, Schaw y Ky diseñaron en su famoso estudio de 1993. La alternativa correcta es la B.**



Los animales y los experimentos científicos

Los animales se utilizan ampliamente en la investigación neurocientífica para explorar los mecanismos biológicos de las funciones del sistema nervioso, identificar la base genética de los estados patológicos y proporcionar modelos de trastornos y enfermedades humanas para el desarrollo de nuevos tratamientos.

En particular, el sistema nervioso de roedores y humanos tiene muchas similitudes estructurales y funcionales, por lo que estos modelos animales proporcionan informa-

ción sobre la naturaleza de los procesos celulares. Además, al menos morfológicamente, las neuronas tienen un aspecto similar. Sin embargo, las diferencias no se pueden ignorar y las interpretaciones de los resultados obtenidos a partir de roedores se deben tomar con precaución. Por ejemplo, la corteza cerebral humana es alrededor de mil veces más grande en área y número de neuronas. Además, si bien la mayoría de los tipos de células identificadas en humanos tiene tipos de células correspondientes en ratones, existen diferen-

cias en los niveles de expresión génica, particularmente en receptores de neurotransmisores y canales iónicos. En otros modelos, como chimpancés, también encontramos importantes diferencias. Algunos estudios dan cuenta de más de dos mil genes que se expresan diferencialmente en el cerebro humano en relación con los cerebros de los chimpancés.

Finalmente, cabe destacar que el uso de animales ha sido muy útil para comprender conceptos generales del funcionamiento del sistema nervioso de los humanos, y que, para garantizar el cuidado y el uso ético de estos, existen leyes, políticas y estrictas regulaciones que rigen los estudios que los involucran.



Sigue desde la página 56



La prensa hizo un eco sensacionalista de este estudio; el efecto mediático y la sobreinterpretación de los datos terminó por tergiversar sus alcances. Esto poco importó e igualmente fue utilizado como una potente estrategia de marketing y millones de discos de «Mozart para niños» se vendieron en los siguientes años y eran el regalo perfecto para recién nacidos. Incluso se publicaron libros que afirmaban que escuchar estas composiciones ayudaba a desbloquear el espíritu creativo, fortalecía la mente y sanaba el cuerpo. El efecto incluso trascendió nuestra especie y en las granjas a las vacas y a las búfalas se les ponía música del compositor para que dieran leche de mejor calidad.

Los estudios en esta materia continuaron en experimentos con roedores. Las y los científicos expusieron a ratas preñadas y a sus camadas hasta sesenta días después del parto a la música de Mozart y a música minimalista, ruido blanco o silencio, para luego evaluarles en pruebas de laberinto que miden destrezas para encontrar un escape y que son una manera de estudiar memoria y aprendizaje espacial. Y adivinen qué... encontraron que las «ratas Mozart» recorrían el laberinto más rápido y con menos errores. Con base en estas evidencias se concluyó que la exposición a música compleja favorecía la capacidad espaciotemporal también en ratas.

En otro estudio, llamado «Excitación, estado de ánimo y efecto Mozart» (*Arousal, mood and the Mozart effect*) se estableció la premisa de que, al estar escrita en un tono mayor (o más grave), la música de



Mozart transmitía sensaciones positivas, alegría y brillantez (es decir, es una música excitante). De este modo, a un grupo de personas se les hizo escuchar esta música y a otro grupo se le expuso al *Adagio de Albinoni* compuesta por Remo Giazotto en tono menor (agudo), y que es considerada más triste y lenta. Luego midieron el estado de ánimo de las y los participantes. Concluyeron que había un incremento en el rendimiento en los ejercicios espaciotemporales de quienes habían escuchado a Mozart, pero no en aquellos que estuvieron en silencio o con la música triste. Las dos selecciones de música inducían respuestas de excitación, disfrute y estados de ánimo opuestos. Por lo tanto, se determinó que el efecto Mozart provoca una exaltación y excitación del estado de ánimo el que, por consiguiente, induciría una mejora en el desempeño, y lo que es más importante, que cualquier tipo de música que induzca este estado podría provocar el mismo efecto en las personas.

La hipótesis de la excitación y el estado de ánimo propone que escuchar música no conduce necesariamente a una mejora en el funcionamiento cognitivo; más bien, las reacciones emocionales de los individuos juegan un papel crítico que determina si escuchar música tiene un efecto beneficioso. Es decir, las personas pueden beneficiarse de cualquier pieza musical que proporcione una excitación óptima y evoque un tono hedónico positivo (agrado) o negativo (desagrado).⁹

En un estudio multidisciplinario impulsado por el gobierno alemán, en el que participaron investigadores e investigadoras de disciplinas como la neurociencia, psicología, educación y filosofía, se revisaron de manera sistemática los estudios que establecían una relación entre la escucha pasiva de música y la inteligencia. Se estableció que ninguna publicación obtenía de manera rotunda una correlación entre la escucha pasiva de música y el aumento de la inteligencia.¹⁰ Además, el aludido efecto Mozart ocurría con cualquier tipo de música, incluso con la lectura, y no duraba más allá de veinte minutos.

Otro estudio, esta vez conducido por un equipo de psicólogos y psicólogas de la Universidad de Viena, la cuna de la música clásica, publicó en 2010 un artículo en la revista *Intelligence* donde revisaron aproximadamente cuarenta estudios independientes, que involucraban a unas tres mil personas, y establecieron

que ninguno de ellos probaba la existencia del denominado efecto Mozart. A pesar de que los resultados indican un efecto positivo y significativo en el desempeño de la tarea espacial con la exposición a la sonata de Mozart, en comparación con la ausencia de estímulo, los efectos observados fueron muy pequeños. Además, un efecto similar se observó con la exposición a otros estímulos musicales en comparación a los grupos sin estímulo, es decir, una persona tiene mejor desempeño en pruebas espaciales si tiene un estímulo, que puede ser cualquier otro tipo de música, y no necesaria y exclusivamente debido a las armonías de Mozart.

De hecho, ya previamente, en Inglaterra, se había estudiado el desempeño de ocho mil niñas y niños cuando escuchaban a Mozart u oían canciones populares como las de la banda inglesa Blur. Con Mozart, las niñas y niños se desempeñaban bien, ¡pero con Blur lo hacían aún mejor! (*The Blur effect*).¹¹



¿Significa esto que el tipo de música no es importante? Para nada. En general, sentimos placer al escuchar música y podemos tener afinidad con distintos tipos de melodías, las que pueden influir en nuestro estado de ánimo y predisponernos de mejor manera al aprendizaje.

Hasta ahora, los estudios mencionados se realizaron en adultos, los que ya tienen su sistema nervioso formado, por lo que, en relación con algunas tareas, la influencia de escuchar música podría depender más del estado emocional individual.

Pero ¿podría la música influir en la inteligencia de los bebés y niños y niñas pequeños que están en pleno desarrollo?

⁹ Puedes revisar más información aquí <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01680/full>

¹⁰ Puedes revisar más información aquí <https://www.nature.com/news/2007/070409/full/070409-13.html>

¹¹ Puedes revisar más información aquí doi: 10.1196/annals.1360.013. PMID: 16597767



La magnetoencefalografía (MEG) es una técnica no invasiva que mide el campo magnético generado por la actividad eléctrica de las neuronas durante la transmisión de información. Esta técnica puede medir la actividad cerebral en milisegundos lo que permite seguir en tiempo real la velocidad de procesamiento que utiliza el cerebro para comunicar información.

Sin duda que crecer en un ambiente con estimulación sonora, visual, cognitiva y emocional mejora el desarrollo del cerebro a edades tempranas. Sin embargo, no es claro si la música por sí sola podría hacerlo. Un estudio publicado en la revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS), en 2016, mostró que música diseñada para bebés de nueve meses podía mejorar su procesamiento neuronal y su estructura temporal del habla. Se expuso a los bebés a una melodía al ritmo del vals (que tiene una estructura musical muy definida) y a seguirla usando sonajeros o haciendo sonar los pies; mientras que el grupo control aprendía la misma estructura temporal, pero sin música. Utilizando magnetoencefalografía para medir las ondas cerebrales, las y los investigadores determinaron que la corteza auditiva y prefrontal de los cerebros de los bebés entrenados con música respondían más acti-

vamente cuando se introducían sonidos disruptivos que descoordinaban la estructura musical del vals. Esto llevó a pensar que esos bebés podían extraer mejor la información de la estructura temporal de la música y predecir el momento en que el siguiente sonido debería llegar, una habilidad que implica tanto al procesamiento de la música como al del habla. Estos resultados apoyarían la hipótesis de que los entornos auditivos podrían ser beneficiosos para el aprendizaje infantil. ¿Tendría esto implicaciones para el desarrollo de habilidades cognitivas más amplias? No lo sabemos, pero las y los investigadores sugieren que los bebés aprenderían a poner más atención y extraer los patrones de tiempo en los estímulos auditivos y esto les permitiría generar predicciones más sólidas basadas en esos patrones aprendidos. Ahora bien, la experiencia auditiva de escuchar la voz de los padres podría ejercer el mismo efecto.

En algunos jardines infantiles asociados a grandes universidades en Estados Unidos, donde hay muchas niñas y niños que hablan idiomas distintos, estos son expuestos permanentemente a música... ¡pero de Los Beatles! ¿La razón? Es una música de sonidos simples, con patrones rítmicos fáciles de seguir y de un inglés fonológicamente claro que los ayuda a unificar el lenguaje cuando son de orígenes tan distintos como la India, China o Alemania. Según la experiencia de las y los educadores, los niños y las niñas pueden seguir fácilmente los ritmos mientras están en otras actividades lúdicas y eso ha mejorado sus capacidades para establecer diferencias entre sílabas y definir sonidos y pronunciaciones.

¿Significa esto que las niñas y los niños son más inteligentes cuando escuchan música? No, pero quiere decir que tal vez los ritmos simples les permitirían establecer relaciones con otros sonidos como los creados por el habla, especialmente en las edades tempranas, cuando esta y el pensamiento consciente se desarrollan.

En resumen, no es solo cuestión de Mozart. A pesar de lo que se cree, ningún estudio ofrece una evidencia que indique que escuchar música de Mozart o melodías clásicas en general, en cualquiera de las etapas de la vida, haga a las personas ser más inteligentes. Por lo tanto, un bebé no va a ser más inteligente porque escuche a Mozart durante el embarazo o sea expuesto a dicha música durante su infancia. La mejor manera de que los bebés sean más inteligentes es promoviendo una comunicación verbal y afectiva de calidad en la mayoría de sus actividades.

En todo caso, aunque no nos haga más inteligentes, escuchar la música de Mozart puede ser una experiencia maravillosa y placentera para los oídos. 🌿



**Caminar y masticar
chicle: ¿podemos hacer
varias cosas a la vez de
forma eficiente?**



Seguramente muchas veces masticaste chicle mientras caminabas, incluso haciendo un «globito», o escuchaste tu música favorita mientras andabas en bicicleta y por eso la respuesta te resulta casi obvia: ¡por supuesto que podemos hacer varias cosas al mismo tiempo! Sin embargo, aunque no lo creas, tenemos una capacidad muy limitada para realizar múltiples tareas que requieren atención.

Primero debemos distinguir actos que son automáticos de aquellos que constituyen un comportamiento controlado e intencional, es decir, una tarea. Nuestros cerebros están constantemente haciendo múltiples actividades en paralelo e integrando información de varias modalidades sensoriales. Cuando caminamos o andamos en bicicleta no somos conscientes de los diferentes movimientos de nuestras piernas, ni de la contracción y relajación de los distintos músculos. Sin que nos demos cuenta, simultáneamente, nuestro cerebro regula la respiración, los latidos del corazón y nuestra temperatura corporal y, al mismo tiempo, procesa la información de nuestros sentidos para construir la representación mental del entorno por dónde nos desplazamos.

¿Qué significa, entonces, «hacer dos tareas al mismo tiempo»? Por ejemplo, escribir un correo electrónico mientras hablas por teléfono o ver una película en la versión original mientras lees los subtítulos. Estas actividades requieren atención y se distinguen de las llamadas actividades de «fondo». Por ejemplo, cuando escuchas música al mismo tiempo que lees un libro estás procesando el sonido, pero sin prestarle atención al significado de la letra; por el contrario, si comienzas a prestarle atención al libro, la música queda de lado y pasarán varias canciones antes que te des cuenta nuevamente de ella. De esta forma, podemos hacer varias tareas simultáneamente cuando el control sobre estas se encuentra en gran parte automatizado, algo así como el modo de piloto automático. Sin embargo, cuando intentamos realizar dos o más tareas que requieren nuestro control de forma simultánea, lo que normalmente sucede es que cambiamos repetidamente entre tareas o dejamos una tarea de lado para poder hacer la otra. Cuando lees los subtítulos en películas o series habladas en otros idiomas, inevitablemente te pierdes parte de las escenas.

Nuestro cerebro no es «multitarea» y comprender esto tiene importantes implicaciones sociales. Por ejemplo, hablar por teléfono mientras se conduce un automóvil empeora la conducción porque quien conduce se distrae, aunque utilice manos libres; conducir distraído o distraída no tiene nada que ver con utilizar o no las manos. Una tarea requiere no solo nuestra atención, sino que una serie de otros procesos, especialmente la memoria a corto plazo, que mantiene la información durante el tiempo que sea necesario para perseguir un objetivo, en este caso llegar al destino previsto. Cuando nos enfrentamos a realizar más de una tarea, la capacidad de atención es limitada, lo que aumenta el tiempo de ejecución y los errores cometidos, y, para nuestro ejemplo, podría tener graves consecuencias.

La zona del cerebro que está encargada de la planificación de tareas, como funciones ejecutivas, el razonamiento y la cognición, es la corteza prefrontal, ubicada en la parte anterior de los lóbulos frontales. La parte anterior de esta región cerebral permite trazar una intención o tarea, por ejemplo: «quiero enviar un mensaje de texto», mientras que la corteza prefrontal posterior establece la comunicación con el resto del cerebro

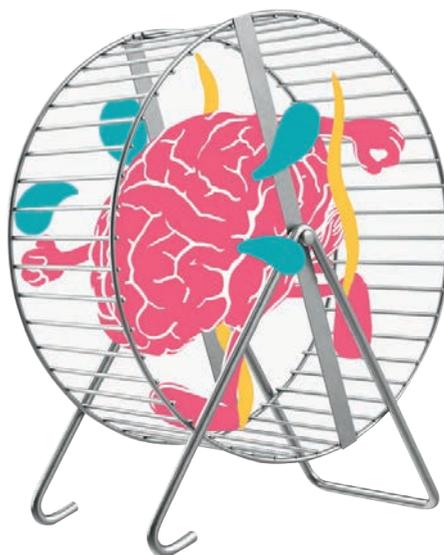
Algunos estudios demuestran que **nuestra capacidad percibida para realizar múltiples tareas es mayor que nuestra capacidad real**, es decir, creemos que podemos hacer eficientemente más de dos tareas, pero esta visión optimista choca con la realidad que nos demuestra **que solo tenemos dos hemisferios disponibles para la gestión de estas tareas y ese es el límite estructural.**

para lograr el propósito u objetivo, en este caso, que tu mano tome el teléfono celular, envíes el mensaje y tu mente sepa que ya lo hiciste. Pero ¿qué sucede si sumas otro objetivo al mismo tiempo que estás intentando enviar el mensaje?

Para observar cómo se activan las regiones de la corteza prefrontal cuando se le pide a un individuo que realice una sola tarea o dos tareas simultáneas, incluso tres, se utiliza la resonancia magnética funcional. Los experimentos con esta técnica, llevados a cabo por Etienne Koechlin y Sylvain Charron, de la agencia francesa de investigación biomédica INSERM de París, sugieren que nuestro cerebro no puede manejar eficazmente más de dos actividades complejas y relacionadas a la vez.

Durante el estudio, se le solicitó a un grupo de treinta y dos estudiantes voluntarios, que incluía dieciséis mujeres y dieciséis hombres de 19 a 32 años, la realización de una complicada tarea de emparejamiento de cartas. En una primera prueba, se presentan en una pantalla, con intervalos regulares de tres segundos, las letras de la palabra «tableta» en desorden. La tarea consiste en poner estas cartas en el orden correcto. Si tenían éxito se les ofrecía una ganancia financiera (objetivo o propósito). Las imágenes cerebrales mostraron que cuando las personas realizaban una sola tarea asociada con un solo objetivo, que en este caso era ganar la recompensa, los lóbulos frontales de ambos hemisferios se activaban simultáneamente. Esto implica que, cualquiera que sea el lóbulo (izquierdo o derecho), una parte de él procesa la tarea y la otra el propósito.

Ahora bien ¿qué pasa cuando las o los sujetos tienen que completar dos tareas simultáneamente? En una segunda prueba se presentaron, al azar, las letras de la palabra «tableta» en mayúsculas o minúsculas, y se les solicitó a las y los participantes reconstruir la palabra correcta en letras minúsculas (tarea 1) y en mayúsculas (tarea 2). Para cada serie (mayúsculas o minúsculas) se les ofrecía una recompensa financiera (el objetivo invariable). En este caso, las imágenes cerebrales mostraron que los dos lóbulos frontales se activan independientemente uno del otro. Cada lado del cerebro trabajó de forma individual persiguiendo su propio objetivo y recompensa monetaria. Mientras que uno maneja el objetivo 1, el otro se ocupa de la tarea 2 y el objetivo 2; mientras que una de las zonas prefrontales asegura la búsqueda de un objetivo, la otra mantiene en la memoria la segunda tarea y viceversa. Por lo tanto, la zona prefrontal actúa como un modulador de la tarea ejecutiva. El tiempo que se tarda en pasar de una tarea a otra es tan pequeño (aproximadamente cien milisegundos) que es como



si las dos tareas fueran casi simultáneas, pero en realidad tu cerebro está haciendo «malabares» para ir rápidamente de una tarea a otra.

¿Y si agregamos una tarea adicional? Cuando el equipo pidió a la mitad de las y los voluntarios que emparejaran letras del mismo color mientras completaban las mismas dos tareas de coincidencia de letras que el primer grupo abordó, olvidaron constantemente una de sus tareas, también cometían tres veces más errores. Tal como dice el refrán popular «el que mucho abarca, poco aprieta». El análisis preciso de los errores cometidos y los tiempos de reacción de las y los sujetos reveló que tenían que abandonar al menos una de las tres tareas para centrarse en las otras dos. Estas evidencias sugieren que el cerebro parece ser incapaz de concentrarse en tres actividades simultáneas sin cometer algún error.

Como ves, el cerebro multitarea es un mito. Cuando persigues tres objetivos al mismo tiempo, tu corteza prefrontal siempre descartará uno.

A veces ignoramos nuestros límites y es muy posible que algo suceda o pase justo delante de nosotros sin que seamos conscientes de ello. Sin embargo, muchos de nosotros o nosotras no lo creemos posible.

Nuestros sistemas sensoriales no funcionan como un dispositivo que registra pasivamente lo que está sucediendo alrededor o incluso delante de nosotros. Un ejemplo clásico es la «ceguera por falta de atención», que sugiere que percibimos y recordamos solo aquellos objetos y detalles que reciben una atención enfocada. Sobre esto, hace dos décadas, Christopher Chabris y Daniel Simons condujeron un sencillo experimento donde exhibieron a voluntarios un video



El mito de la multitarea ha evolucionado a formas más dañinas, valiéndose de otros mitos para afirmar que las mujeres son mejores que los hombres para ello, lo que ha llevado a justificar el trato desigual e injusto que empuja a las mujeres a tener una doble y a veces triple jornada, que incluye las tareas laborales, pero también las familiares y las domésticas. La investigación de Patricia Hirsch, Irving Koch y Julia Karbach demuestran que el cerebro de las mujeres no es más eficiente que el de los hombres a la hora de realizar tareas simultáneas. La multitarea dio lugar a costos sustanciales de rendimiento en todas las condiciones experimentales sin una sola diferencia de género significativa, lo que descarta el estereotipo popular de que las mujeres son mejores en la multitarea que los hombres; o, por el contrario, en la que se escuchan muchos hombres para decir que ellos solo pueden concentrarse en una tarea y que es algo natural.

de menos de un minuto que mostraba jugadores de básquetbol pasándose una pelota unos a otros, la mitad estaban vestidos de blanco y la otra mitad de negro. Les solicitaron a los voluntarios que contaran los pases entre los jugadores vestidos de blanco y que ignoraran los pases entre jugadores vestidos de negro. A medida que los jugadores pasan la pelota, una estudiante vestida como un gorila entra en la escena, se detiene en el centro del escenario, golpea su pecho con ambas manos y sale de escena por el lado opuesto. Este evento inesperado no dura más de cinco segundos. Después de preguntar a cada voluntario y voluntaria acerca del número de pases, les preguntaron algo más importante: ¿notaron algo inusual mientras contaban los pases? ¡Cerca de la mitad de los espectadores no ven pasar al gorila!

Cuando las y los voluntarios volvieron a mirar el video, esta vez sin contar los pases, pudieron fácilmente ver al gorila y quedaron atónitos, incluso incrédulos de no haberlo notado antes. El experimento se ha replicado en muchos países y los resultados siempre se repiten. Si te animas puedes intentarlo en www.theinvisiblegorilla.com. 

Existe consenso científico acerca de que las personas no son buenas realizando muchas tareas que requieren atención en forma simultánea. La multitarea implica cambiar rápida y frecuentemente la atención de una tarea a otra, lo que aumenta la demanda cognitiva y tiene un costo que se traduce en el incremento de errores al ejecutar dichas tareas.

¿Cuántas veces te has sentado a ver la televisión o una película solo para desviar inmediatamente la atención a tu celular o tablet? Conocido como «multitarea de medios», este fenómeno es tan común que se estima que la mitad de la población adulta estadounidense utiliza regularmente otro dispositivo mientras ve la televisión. Y, aunque algunos podrían suponer que cambiar frecuentemente su atención entre diferentes flujos de información es un buen entrenamiento cerebral para mejorar la memoria y la atención, los estudios dicen lo contrario.

En la sociedad moderna, con la explosión de los medios digitales, distintas fuentes de información compiten por nuestra atención, lo que impacta en múltiples aspectos de nuestras vidas, especialmente en la educación. Estudios recientes han demostrado que las y los estudiantes aprenden menos al estar en clases y además pendientes de las redes sociales o enviando mensajes. También se ha demostrado que el dominio de la lectura y la precisión de la tarea disminuyen a medida que las personas añaden más tareas, como el envío de mensajería instantánea y el uso de varios programas informáticos a la vez. De este modo, cuando nuestra atención se desvía a nuestros celulares, el aprendizaje parece verse afectado, por lo tanto, si queremos mejorar la eficiencia de nuestras tareas diarias, deberíamos tener este fenómeno en cuenta. La multitarea causa un rendimiento más bajo porque pone más demandas en el cerebro que el hacer una cosa a la vez. Como indica el viejo refrán: «más vale pájaro en mano que cien volando». 



10

¿Jugar juegos de video puede mejorar las habilidades de aprendizaje?



Luchar contra zombis o atrapar terroristas en juegos de video podría ser algo más que una experiencia entretenida y alta en adrenalina en la que ocupan el tiempo libre miles de personas en el mundo. Aunque muchos podrían considerar que este pasatiempo es una actividad vana, cada vez más personas lo practican gracias a las nuevas tecnologías (mejores consolas y un mercado inagotable de juegos) y más facilidades para jugar (computadores más rápidos, tabletas, teléfonos). Ya no solo niñas, niños y jóvenes son los usuarios, sino que el promedio de edad ha aumentado de modo que las y los treintañeros aparecen más representados.

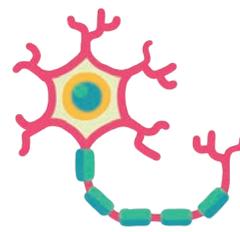
Dado el extenso tiempo que los jugadores pasan frente a la pantalla es que surgen cuestionamientos acerca de si es o no beneficioso la exposición continua a los videojuegos. La mejora motivacional y cognitiva son algunos de los argumentos a su favor, mientras que la exposición a violencia gráfica o las consecuencias físico-metabólicas son argumentos poderosos en contra. Esto último contribuyó en gran medida a la demonización de los videojuegos, en una época que eran menos populares, y a la visión de que los efectos negativos eran prevalentes. En general, la preocupación radica en las posibles consecuencias adictivas de los videojuegos, de lo cual hablaremos más adelante.

Con el tiempo, la ciencia ha tratado de determinar cómo funciona el cerebro de las y los jugadores cuando están resolviendo la vorágine de un juego que parece tener muchas variables y que deben ser resueltas muy rápidamente, además de, obviamente, ser exitosas.

Y es que la ciencia se ha preguntado si las horas que pasamos atendiendo a los videojuegos podrían mejorar nuestras habilidades en algunas actividades que requieran nuestra atención cerebral. La evidencia muestra que los efectos beneficiosos podrían ser más y mejores de lo esperado.

Con uno de los muchos experimentos que existen ejemplificaremos algunas pruebas diseñadas para evaluar esta incógnita y sus resultados. En un estudio se midió la capacidad visual de un grupo de jugadores de video expertos en juegos de acción como *Call of Duty*, que es una serie de videojuegos de estilo bélico en primera persona (acción); con otro grupo de jugadores expertos en *The Sims 2*, que es un juego estratégico de simulación social (no-acción). Las pruebas consistieron en medir la capacidad que tenían para distinguir un grupo de líneas blancas y negras de otro grupo de líneas presentadas a muy alta velocidad. Después de jugar durante cincuenta horas por nueve semanas (dos horas por día, con un máximo de diez horas por semana), las y los investigadores se dieron cuenta de que los jugadores de videojuegos de acción se desempeñaban mucho mejor distinguiendo las líneas en comparación con los del grupo del videojuego de no-acción.

Para medir las respuestas neuronales de los jugadores mientras estaban jugando se utilizaron cascos con sensores que se colocan en la superficie del cráneo y que registran y miden la actividad eléctrica de la corteza cerebral cuando el jugador está desarrollando la tarea, instrumento también conocido como electroencefalograma. El análisis posterior de estos datos mostró cómo cambiaban los patrones de actividad cerebral con el entrenamiento. Los resultados señalaron que los jugado-





CALL OF DUTY



THE SIMS

res de acción podían predecir de mejor manera cómo se verían diferentes patrones de líneas antes de que estos aparecieran en la pantalla, aunque lo más relevante fue que eso lo hicieron sobre la marcha, es decir, mientras se dedicaban a la tarea encomendada. Al principio del desarrollo de la prueba el desempeño de los dos grupos de jugadores fue similar; sin embargo, a medida que avanzaban, los jugadores de juegos de acción realizaban la tarea significativamente más rápido, mostrando una curva de aprendizaje más acelerada.

Estos estudios, recientemente publicados en revistas científicas reconocidas, sugieren que jugar juegos de acción podría aumentar tu capacidad para aprender comparado con aquellas personas que no juegan. Más aún, estas «nuevas capacidades» podrían mantenerse tiempo después de adquiridas, mejorando sustancialmente el rendimiento en una variedad de tareas de atención, percepción y cognición. Cabe destacar que los videojuegos de acción mejoran la velocidad de búsqueda visual y el número de cosas que pueden ser simultáneamente identificadas, a su vez facilitan un mayor rendimiento en tareas de agudeza visual y en acciones de alto nivel cognitivo como las multitareas, entre otras. Los beneficios se pueden extender a otras labores que necesitan precisión y es así como, por ejemplo, algunos médicos cirujanos o los pilotos de avión han mejorado sus habilidades después del entrenamiento con videojuegos.

Tomando en cuenta estos resultados vale preguntarse ¿qué mecanismos utiliza el cerebro para realizar tareas específicas en las que se necesita nuestra atención? Básicamente hay dos maneras, una es que cuando hacemos una tarea realizamos un proceso de atención, por ejemplo, cuando tratamos de escribir

una historia en el computador y hay una discusión callejera justo afuera de nuestra ventana, el mecanismo usado es aumentar la relación «señal/ruido», es decir, aumenta la detección de las señales que codifican para la información más relevante, esto significa que tratamos de concentrarnos en las ideas que vienen a nuestra cabeza con la historia que estamos escribiendo y, por otro lado, se atenúa la información irrelevante que, en este caso, sería la discusión callejera. La otra manera es que el cerebro utiliza lo que se llama «plantilla o molde perceptual», que es una forma más sistemática de eliminar las ineficiencias en el procesamiento y que se va ajustando para poner mayor atención en la actividad relevante.

Las investigaciones recientes han mostrado que el cerebro usaría los moldes perceptuales mejorados durante los juegos de video de acción. Estos moldes perceptuales son patrones de actividad a diferentes niveles y entre diferentes áreas de la corteza visual, de la corteza motora y de las áreas de toma de decisiones, y que responden al estímulo visual. Entonces, a medida que se optimiza la respuesta (o que te haces mejor en el juego), la percepción de los estímulos (o la plantilla perceptual) se agudiza por exclusión del ruido externo (cualquier cosa que te distraiga de tu entorno) e interno (la actividad de esas conexiones se hace más puntual y eficiente para resolver la tarea).

Lo pondremos en un ejemplo. No todos jugamos ajedrez, pero conocemos a grandes rasgos de qué se trata. El ajedrez es como un juego de acción en cámara lenta: sabemos que el juego tiene reglas y que no cualquier movimiento, ni menos el de cualquier pieza, sirve. Tenemos que usar mentalmente esas reglas para hacer una jugada y predecir lo que hará el otro jugador cuando nosotros movamos las piezas.



Jugar videojuegos es bueno para nuestro cerebro

La acción repetitiva de jugar videojuegos refuerza las conexiones entre las neuronas lo que mejora el aprendizaje y la memoria.

CX PREFRONTAL Y CX PREMOTORA

Los juegos que requieren acción en tiempo real activan estas áreas que controlan el «movimiento sensorial», es decir, la sensación de movimiento, pero que no es real porque se está quieto en el asiento.



DOPAMINA

Es el principal neurotransmisor liberado mientras jugamos videojuegos. Refuerza el aprendizaje y la sensación de recompensa al ganar.



CX CINGULADA ROSTRAL ANTERIOR Y AMÍGDALA

Estas regiones, involucradas en los conflictos emocionales, ven disminuida su actividad durante acciones violentas.



LÓBULO FRONTAL

Encargado del razonamiento, el manejo de las emociones y el temperamento, entre otras. Curiosamente, algunas partes de esta región dejan de activarse durante el juego intenso, por lo que algunos investigadores hablan del «cerebro de videojuego».

CX PREFRONTAL

Se activa durante juegos que requieren razonamiento lógico.



CX CINGULADA DORSAL ANTERIOR

Esta región, que controla la planificación, muestra gran actividad inmediatamente después de disparar un arma en un videojuego.



Una vez que el otro responde, debemos planificar el siguiente movimiento y ojalá los sucesivos si no queremos perder.

¿Y qué tienen que ver los moldes perceptuales? Bueno, cada vez que realizamos un movimiento, nuestro cerebro activó un molde perceptual que nos hizo usar las reglas permitidas por el juego y nos permitió predecir lo que pasaría después. Este molde perceptual está definido por la red neuronal que se activó para realizar esa jugada. Imaginen que ahora el otro jugador inesperadamente hace una jugada que nos abre más posibilidades de juego; ahora usamos el molde perceptual y lo hacemos «acomodándolo» a las nuevas circunstancias, es decir, es como estar moviendo un molde o una plantilla imaginaria para acomodarla y que encaje en el juego adecuado; eso significa ocupar esa red neuronal, pero con algunas

modificaciones. Por supuesto, entre más experto se es en el juego, más rápido se activa esa red neuronal apropiada para resolver la jugada y, por lo tanto, se acomete la jugada maestra. De eso se trata.

Esta es la manera en la que nuestro cerebro construye constantemente modelos o plantillas del mundo para predecir lo que vendrá después, ya sea durante una conversación o cuando se maneja un auto. Cuanto mejor es la plantilla, mejor es el rendimiento. Ahora sabemos que jugar videojuegos de acción fomenta mejores plantillas. Los jugadores así entrenados serían capaces de ajustar sus moldes perceptuales de manera de procesar la información que es relevante para resolver una tarea específica, excluyendo lo irrelevante, y les permite inferir mejor y más rápidamente cómo resolver nuevas interrogantes o desafíos en una tarea que, por ejemplo, aumenta de dificultad.

Entonces, la pregunta que surge ahora es ¿será que las habilidades adquiridas durante el juego son inmediatamente transferidas a una tarea diferente? La respuesta es no. De hecho, no es que el jugar videos transfiera *per se* alguna mejora psicofísica. En vez de eso, lo que pasa es que los juegos de acción aumentan la habilidad de aprender nuevas plantillas, lo que se conoce como «aprendiendo a aprender». Cuando los jugadores de juegos de video de acción se enfrentan a una nueva tarea son capaces de aprender las características de la tarea de manera más fácil, de este modo desarrollan mejores mapas perceptuales a través de su experiencia con la tarea en sí misma. Por esta razón, se descarta que el conocimiento adquirido durante el entrenamiento se transmita directamente y produzca beneficios inmediatos.

¿Qué partes del cerebro y qué funciones están involucradas en estos aspectos mejorados?

Estudios muestran que los jugadores habituales de videojuegos muestran mayor desempeño en tareas que requieren atención, como, por ejemplo, en atención selectiva, en atención dividida y en atención sostenida en el tiempo. Durante estas tareas, buena parte de la región frontoparietal es reclutada, y el aumento de ritmo *theta* (oscilaciones electromagnéticas relacionadas con los procesos de atención consciente) es evidencia de que los procesos de atención están mejorados. De hecho, los jugadores

de juegos de acción muestran mejor atención selectiva que los jugadores de juegos de estrategia.

Los jugadores experimentados muestran mayor rapidez en tareas visuales. Muchas de esas mejoras se han relacionado con la actividad e incluso con el cambio de volumen de ciertas áreas del cerebro —como el hipocampo— involucradas en el reconocimiento visual-espacial, en las cuales se ha observado un aumento del volumen. Esto también podría ocurrir en jugadores no experimentados pero sometidos a un largo tiempo de entrenamiento.

¿EN QUÉ CONSISTE UNA PLANTILLA O MOLDE PERCEPTUAL?

Son patrones preestablecidos de actividad neuronal que se activan a diversos niveles en el cerebro mientras la persona, o el jugador en el caso del estudio, hace una tarea como buscar zombis. Cuando la tarea cambia, se ajustan dichos patrones «acomodándose» —como un molde— al estímulo nuevo.



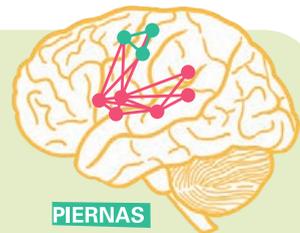
¿Cómo funciona un molde perceptual?



La relación entre las palabras y el concepto de acción vinculado con su significado se genera por conexiones entre circuitos en la zona del lenguaje (rojo) y los circuitos semánticos en la corteza motora (para los brazos en azul y para las piernas en verde). Esto significa que entender una palabra de acción que involucra los brazos («sujetar», «apuntar») o las piernas («saltar», «patear») activa la corteza motora para darle acción a ese significado. Imagina cuando juegas: al principio aprendes combinaciones de teclas para realizar acciones y en tu cabeza estás consciente de que vas a pegar o a saltar, pero cuando te haces experto, tu cerebro ni siquiera «piensa» conscientemente «tengo que pegar una patada», solo haces la combinación correcta de teclas para generar la acción casi sin darte cuenta. Los circuitos como estos, que activan diferentes regiones del cerebro, actúan como moldes perceptuales que se van activando y desactivando a medida que la acción cambia y en un cerebro experto eso ocurre muy rápido (ilustración modificada de Shebani y Pulvermüller, 2013).



BRAZOS



PIERNAS



Los videojuegos pueden generar, para los humanos, un ambiente (virtual) que tiene los mismos efectos que uno real.



Investigadores de la Universidad de Irvine en California hicieron pruebas para demostrar si los videojuegos mejoraban la experiencia visual de las personas de modo de mejorar su memoria. Como se ha demostrado, animales mantenidos en un ambiente enriquecido en estímulos mejoran sus niveles cognitivos. Del mismo modo también podrían hacerlo los videojuegos. Para ello, compararon diversas pruebas matemáticas y de reconocimiento espacial entre avezados jugadores de videojuegos y personas que nunca jugaban. Sorprendentemente, la respuesta de las personas que nunca jugaban era similar a los jugadores de juegos 2D. Sin embargo, los jugadores habituales de juegos 3D reportaron diferencias significativas con los otros dos grupos, mejorando en las pruebas de memoria asociadas al hipocampo.



HIPOCAMPO

Es parte del sistema de navegación del cerebro, ayuda a la codificación que necesitamos para ubicarnos espacialmente en nuestro entorno y es responsable de la formación de la memoria de largo plazo.

La hipótesis del estudio fue probar si, mientras una persona juega un videojuego 3D, su memoria relacionada con el hipocampo mejoraba. La respuesta fue sí. De hecho, **mientras más se explora el espacio 3D del juego, más mejora la memoria asociada al hipocampo.**

Cambios en las ondas *theta* son evidentes también cuando en el camino el juego se va poniendo más dificultoso, por ejemplo, cuando muchos estímulos aparecen en la pantalla y la complejidad de cada uno genera diferentes respuestas. Más ondas *theta* y *beta* también se observan en los simuladores de entrenamiento de los controladores aéreos cuando hay muchos aviones tratando de aterrizar. En esos casos, la onda *beta* aparece directamente relacionada con el aumento de complejidad de la tarea. Es interesante anotar que los jugadores habituales tienden a reducir la actividad de algunas áreas comparado con los novatos, probablemente porque la experiencia tiende a optimizar la función de las áreas destinadas a la atención.

Dependiendo de la acción, otras áreas se activan o se inhiben. Por ejemplo, cuando los jugadores deben rápidamente tomar decisiones de qué acción seguir cuando buscan otra estrategia o cuando deben usar otro tipo de elementos que los lleven a resolver una acción de mejor manera. Estas acciones están bajo el control de la corteza prefrontal, la cual experimenta cambios volumétricos significativos como resultado del entrenamiento y que se correlacionan con un mayor funcionamiento en los jugadores experimentados cuando la dificultad del juego aumenta y deben usar

mayor control atencional y memoria de trabajo. Interesante es que esta activación de la corteza prefrontal se produce cuando la persona está activamente jugando y no cuando solo es un observador del juego. Incluso, algunas investigaciones han mostrado que los adultos muestran mayor activación de esta zona del cerebro que los niños, lo que parece demostrar que los primeros tendrían mayor capacidad de concentración.

Lo más sorprendente es que muchos de estos estudios han encontrado cambios estructurales en la materia gris de regiones prefrontales y parietales, de manera que la conectividad de esas regiones parece incrementada. Esto parece fantástico si eso implica una mejora en las funciones ejecutivas. De hecho, el entrenamiento de personas adultas mayores con juegos de estrategia ha mejorado su capacidad de memoria, mientras que el entrenamiento con videos de acción en 2D, los ayuda en el razonamiento y la resolución de problemas. A pesar de que algunas y algunos investigadores sugieren que, en general, las mejoras por efecto del entrenamiento con videojuegos no se traducen en mejoras de ejecución, o sea físicas, los efectos cognitivos se ven muy auspiciosos. Y respecto a la adquisición de habilidades, cambios en el volumen del cuerpo estriado (*striatum*) son los que más se relacionan con esta propiedad. 🧠



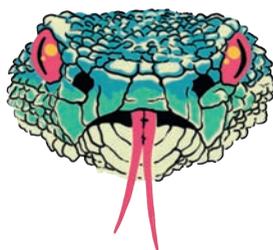
11

¿Solo el ser humano tiene consciencia?

Darse cuenta de la propia existencia, del ser interno (del yo físico, de mis pensamientos y mis sentimientos) y el externo (del yo que un otro puede identificar), algo que parece tan obvio, eso es la consciencia. A través del lenguaje, que nos diferencia de otras especies, los humanos nos hemos dedicado a poner palabras para tratar de entender qué es la consciencia y de dónde surge. Es una pregunta que lleva acompañando a la humanidad desde siempre y ha abarrotado la literatura científica y filosófica. Se considera que el ser humano al ser, en la escala evolutiva, superior en inteligencia, es la única especie con esta capacidad, ya que no solo somos conscientes, sino que además somos conscientes de que somos conscientes y podemos pensar en nuestros propios pensamientos (¡apostamos a que pensaste en lo que estabas pensando!). La ubicación de la mente en los límites físicos del propio cuerpo es una poderosa percepción que también crea nuestro cerebro. ¿Poseen esta capacidad otros animales? La respuesta es un rotundo sí.



72



Imagina por un momento que puedes entrar en un celular en funcionamiento para conocer lo que está ocurriendo en su interior. A diferencia de lo que puedes ver en la pantalla, dentro no encontrarías ni imágenes, ni colores, ni sonidos. Lo que hallarías son montones de pequeños circuitos eléctricos y conexiones, que van y vienen en distintas direcciones y en espacios específicos, que generan pequeñas corrientes que codifican la información que el dispositivo ha recibido. Cuando la han procesado, los circuitos electrónicos convierten el resultado de su trabajo en las imágenes y sonidos que vemos y oímos. La consciencia vendría siendo, guardando las proporciones, como una pantalla mental donde el cerebro presenta continuamente información que necesitamos para guiar nuestra conducta, darnos cuenta de nosotros y del resto del mundo. Sin embargo, hay mucho trabajo cerebral del cual no nos enteramos pues sucede «inconscientemente», es decir, no nos damos cuenta de que ocurre, por lo que no toda la información que procesa el cerebro es consciente. Consciencia es, ante todo, aquello que experimentamos, como la placidez de un abrazo, la dulzura de un helado, el dolor de una ruptura afectiva, el miedo a morir, la felicidad, la curiosidad insondable de observar el firmamento, las pasiones del cuerpo, entre otras.

Si concebimos la consciencia como la capacidad de percibir la realidad y reconocerse en ella, entonces esta es una capacidad presente en la mayoría de los seres vivos. En 2012, un grupo de connotados científicos firmó la declaración de Cambridge, en la cual afirmaban que la consciencia no es una exclusividad humana y está presente en muchos animales. El grado de autoconsciencia de un organismo se basa en sus interacciones con el medio. Así, cada vez que se percibe, se siente y se establece una relación, o se experimenta algo, se edifica la consciencia. Es un fenómeno inherente a todo sistema biológico.

Las facultades cognitivas y la neurobiología también muestran la existencia de contenidos elaborados de consciencia en algunos animales, como los insectos y los reptiles. Existen diferentes estructuras nerviosas que interactúan entre ellas y que se asocian a un núcleo central encargado de gestionar las reglas de los ritmos biológicos, así como el estado de alerta, que permiten la aparición de competencias cognitivas a veces complejas, como la atención, el aprendizaje, la memorización, las emociones y la evaluación de una situación. Un solo estímulo puede activar varias de esas estructuras, pero las interacciones entre ellas producen interpretaciones e intenciones, lo que provoca acciones conscientes.

La capacidad de evaluar el propio conocimiento está presente en distintas especies de animales que en sus relaciones muestran variadas formas de interacción. Se ha demostrado que aves y mamíferos pueden recordar episodios concretos, como lugares donde se alimentan o sus nidos incluso después de meses alejados, o como sucede con los pingüinos, que además tienen escuelas y nodrizas para «educar» a los polluelos de las colonias. También hay animales que se planifican, como la tayra, un mamífero americano similar al hurón, que oculta plátanos y vuelve por ellos cuando ya están maduros. La chara californiana (pequeña ave de Norteamérica) y la ardilla gris son capaces de construir escondites falsos para proteger sus reales escondites de comida, que varían en función de a quién quieren engañar. Ciertos animales también demuestran empatía y pueden liberar a un congénere de una jaula o de una trampa. Los elefantes, además de reconocer su propio reflejo, tienen ritos funerarios y experimentan el luto de forma compleja y emocional. Muchos primates son capaces, además de reconocerse a sí mismos, de elaborar herramientas sofisticadas para escudriñar escondites y alimentarse, y muestran claras evidencias de afecto familiar.

Por ejemplo, a diferencia de lo que se ha pensado por décadas, las aves pueden desarrollar actividades cognitivas complejas y anticiparse, condolerse y explorar planificadamente. Es el caso del kea, un loro de montaña endémico de Nueva Zelanda, que ha sido denominada el ave más inteligente del mundo. Son capaces de abrir cerraduras de jaulas y sortear obstáculos variados para lograr sus objetivos, analizando previamente el escenario en el que sucede la situación. Además de alimentarse de aves e insectos, también son capaces consumir carroña y concentrarse para atacar y comer animales tan grandes como las ovejas. En un estudio publicado en *Nature Communications*¹² se estableció que estas aves pueden predecir las probabilidades que algo suceda, además los investigadores observaron que cada individuo desarrolla su propia personalidad, preferencias e idiosincrasia que lo distingue del resto del grupo.

Las abejas, a través de su famosa danza, han llevado a pensar que los insectos también son conscientes, ya que por medio de ese «lenguaje simbólico» poseerían una percepción visual avanzada, pensamiento abstracto, toma de decisiones y planificación. A través de la danza, la abeja propaga vibraciones y movimientos complejos que usan para comunicarse

entre ellas, y que permiten señalar ubicaciones precisas, como el lugar donde hay flores con polen. Se sabe, por ejemplo, que las abejas continúan «hablando» entre ellas durante la noche sobre los lugares visitados horas antes, lo que supone una gran abstracción conceptual: comunicar sobre algo lejano en el tiempo y el espacio. Estos mensajes que entregan a través de la danza, o por medios visuales o auditivos (mediante la vibración), les permiten comunicarse en la oscuridad de la noche o en la colmena, y a través de ella crean una representación dimensional de los lugares que habitan.

Los delfines y las ballenas presentan los comportamientos más complejos del reino animal. Son capaces de usar un lenguaje específico, de tener interacciones sociales jerarquizadas, tener conciencia de su propia identidad (al igual que algunos primates) y experimentar no solo dolor sino también sufrimiento.



Durante la temporada de reproducción, los machos de las orcas de todos los océanos cantan más o menos un mismo canto, muy elaborado y que evoluciona con los meses y los años. Por otro lado, algunos investigadores han observado **orcas que enseñan a otras orcas provenientes de un grupo geográfico diferente, cómo robar el pescado a los barcos comerciales.** Incluso, hay comunidades de orcas que han aprendido a repartirse los recursos: para unas el pescado, para las otras, los mamíferos como las focas.

¹² Bastos, A.P.M., Taylor, A.H. Kea show three signatures of domain-general statistical inference. *Nat Commun* 11, 828 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14695-1>

Algunos aspectos que se consideran para estudiar (y aceptar) algún grado de conciencia en los animales



1. COMPORTAMIENTO DIRIGIDO POR OBJETIVOS



2. MEMORIA EPISÓDICA

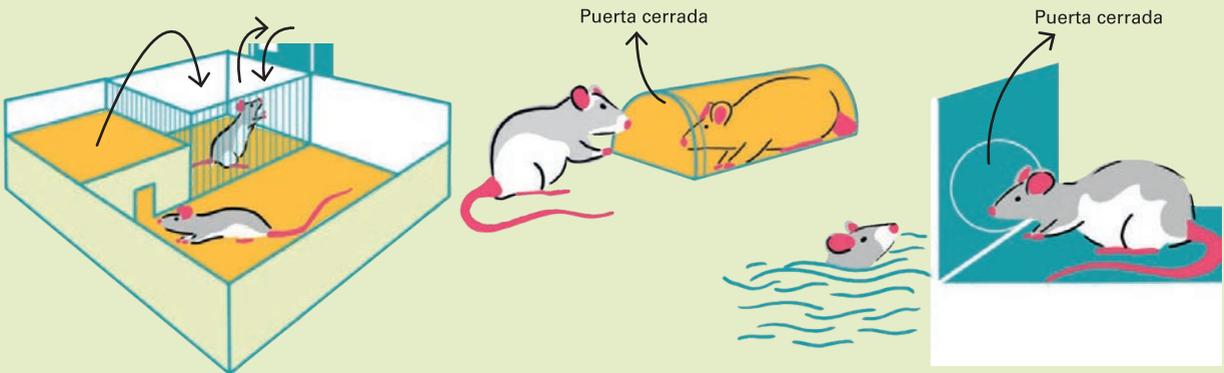
Es la memoria de las experiencias personales que contienen la información del qué, cuándo y dónde.



74

4. COMPORTAMIENTO VISUOESPACIAL

Implica la respuesta del individuo de acuerdo con lo que observa. Integrar la información espacial de un estímulo con respecto a la posición del individuo en el espacio. También implica darse cuenta que los objetos siguen existiendo después de dejar de verlos, entre otras cosas.



Las ballenas se comunican entre sí mediante una serie de sonidos cuyo patrón armónico y rítmico hace que se les haya dado el nombre de canto de ballenas. No es música exactamente, pero los cetáceos tienen un sentido del oído muy elaborado que incluye la habilidad de detectar con mucha precisión la dirección de procedencia de los sonidos. Lo apro-

vechan, sobre todo los delfines, para practicar la ecolocalización, que significa que el reflejo (o eco) de un sonido les permite averiguar la distancia y forma de los objetos circundantes. De hecho, la forma globosa de la cabeza de cachalotes o delfines se debe a que tienen un mecanismo de amplificación del sonido conocido como «melón».

3. JUICIO METACOGNITIVO



5. ILUSIÓN Y PERCEPCIÓN MULTIESTABLE

Es la tendencia de las experiencias perceptivas ambiguas a ir y venir inestablemente entre dos o más interpretaciones alternativas, como en el caso del vaso o los árboles. También incluye la fusión visual de dos imágenes separadas, donde cada imagen es obtenida por separado por cada ojo, pero cuando nos acercamos, el cerebro tiende a formar una sola (el tablero de ajedrez se ve sobre la cara del actor Marlon Brando).



El perro, considerado el mejor amigo del ser humano, es consciente de los límites de su propio cuerpo, así como los humanos nos consideramos entes diferentes a nuestro entorno. Muchas veces hemos visto en videos virales que varias especies de animales, incluyendo felinos, primates, perros, reconocen vínculos afectivos con humanos con los que fueron cercanos

cuando pequeños y luego se separaron por distintos motivos. Estos animales muestran claramente vínculos afectivos equivalentes a los nuestros, exhibiendo reacciones emocionales afectivas intensas cuando se reencuentran, lo que implica que no solo son conscientes de su propia existencia, sino de los vínculos que establecen con otras especies en determinados momentos de su vida.

Una de las cosas que más genera la evidencia del ser consciente son las experiencias fuertes: las emociones felices, el gozo, el dolor. A menudo se ven videos de animales muy sociales jugando en grupo, como los pandas o los monos, pero lo sorprendente es ver que muchos de ellos pueden buscar formas de divertirse solos en actividades poco usuales. Hay perros que se deslizan en la nieve usando cortezas de árboles y van y vienen repetidamente realizando la misma actividad. ¿Se divierten? Probablemente. Los cuervos, también entre las aves con más inteligencia, se resbalan por la nieve usando pequeños objetos que les sirven para ese propósito, y lo repiten una y otra vez. El efecto lúdico de esas acciones, que se creían tan humanas, son reiteradas por animales sin un propósito más que el del placer.

Siendo así, los estudios acerca de la consciencia en especies no-humanas, basados solo en la cognición, se quedan cortos a la hora de establecer si otros animales tienen o no consciencia, ya que además se debe incluir lo que se ha denominado la «sintiencia», que es la capacidad del ser consciente de los sentimientos y las sensaciones, y no solo si se establece que tiene determinadas capacidades intelectuales. Los puntos de vista antropocéntricos han limitado las interpretaciones respecto de la consciencia en otros animales, ya que han considerado que solo es moralmente relevante tener estados de consciencia similares a los humanos. Sin embargo, el modo en cómo nuestras capacidades perceptivas nos permiten relacionarnos con el entorno son enormemente variadas y ponen en primera línea sentidos que serán apropiados de acuerdo con los nichos ecológicos en los cuales se desarrollan y evolucionan las numerosas especies que habitan nuestro planeta. Dicho de otro modo, las presunciones antropocéntricas sobre la superioridad de los humanos, en lo que a la consciencia se refiere, son infundadas y radican en prejuicios especistas que están siendo derribados por las evidencias e interpretaciones apropiadas de las observaciones conductuales de numerosas especies.

Un ser puede ser consciente y desarrollar un comportamiento relativamente simple, pero que un ser no consciente desarrolle un comportamiento complejo parece más improbable.

Como cada especie que ha evolucionado en nuestro planeta posee diferentes adaptaciones sensoriales, sus formas de consciencia serán necesariamente diferentes y para definir las no podemos pensarlas desde una construcción antropocéntrica.

Lo único claro es que no debemos clasificar a las especies como más o menos conscientes utilizando la misma escala. Es posible que cada una tenga su propio perfil de consciencia que la distingue de otras especies, y debemos crear instrumentos y mediciones que consideren un marco multidimensional de variables, de modo que una especie tenga su propio perfil de consciencia.

Recientemente, un estudio publicado en *Trends in Cognitive Sciences* en 2020 elaboró un listado de cinco posibles aspectos los cuales considerar para elaborar una visión multidimensional a la hora de establecer el grado de consciencia de cada especie animal:

LA RIQUEZA PERCEPTUAL: esta dependerá de la experiencia sensorial que esté más representada por el individuo. Por ejemplo, un individuo que usa mucho la visión va a tener experiencias perceptuales más enriquecidas en ese aspecto (aves y primates); otros que no usan la visión, pero sí el olfato o la audición, tendrán percepciones mejoradas en experiencias que usen esos estímulos (jabalíes, murciélagos, tiburones, cetáceos).

LA VALORACIÓN: hay experiencias que tienen un valor positivo (placer, diversión, amor) y otras cuya valoración es negativa (dolor, sufrimiento, ansiedad). Cada organismo vivo debe constantemente evaluar su entorno en cuanto a la valoración de aspectos como estos; cuánto pesa cada uno, cuán significativo tiene que ser para que realmente afecte su percepción del entorno y decida cambiar, son cosas que hay que considerar. Sin duda estos no son aspectos únicos y probablemente los animales usan varios elementos e informaciones para sopesar su reacción, lo cual corresponde a una experiencia consciente de lo que ocurre en su entorno. El que, por ejemplo, un animal decida moverse a una zona menos confortable, pero que le reporte un beneficio adicional, como un alimento exótico y delicioso, supone una valoración de esos aspectos al momento de la decisión.

LA INTEGRACIÓN TEMPORAL DE LA PERCEPCIÓN: los humanos y los mamíferos en general tenemos una percepción unificada de la realidad: vemos o percibimos lo mismo con ambos ojos, con ambas manos, con todo nuestro cuerpo y en tiempo real. Eso está dado por la presencia del cuerpo calloso que une ambos hemisferios y da una experiencia consciente unificada de la realidad; sin embargo, no sabe-

mos si es así para otros animales que no tienen esta estructura y que tienen ganglios o partes del cerebro un poco autónomas unas de otras, las que podrían darles múltiples percepciones del mundo al mismo tiempo, como, por ejemplo, las aves y los pulpos. Parece fascinante. De hecho, hay algunas aves, delfines y focas que cuando duermen uno de sus hemisferios también duerme, pero el otro permanece despierto. ¿Querrá decir eso que la consciencia no fluye en ellos uniformemente?

LA PERCEPCIÓN INTEGRADA DEL TIEMPO: como humanos percibimos el paso del tiempo, el día y la noche, las estaciones y los años. Tenemos recuerdos de nuestra vida infantil y construimos la percepción de nuestra vida en un continuo a pesar de solo contar con recuerdos discretos en el tiempo. ¿Tienen los animales esa misma percepción del paso del tiempo? Anteriormente mencionamos el ejemplo de algunas aves que muestran aspectos asombrosos de planeamiento de eventos futuros, reservando comida o cambiando de acciones espontáneamente cuando las cosas no salen de acuerdo con su plan. Los pulpos recuerdan eventos pasados y adaptan sus nuevas acciones basados en esas experiencias anteriores, así como pueden predecir que, si van a comer mucha cantidad de comida más tarde, comen menos ahora. Muchas de esas acciones revelan una integración temporal consciente.

LA CONSCIENCIA DE SÍ MISMO: el grado mínimo de consciencia es el que presentan probablemente todos los seres vivos cuando son capaces de distinguirse del mundo externo al reaccionar frente a sus estímulos («soy yo y un otro»). Niveles más complejos de consciencia consisten en reconocerse físicamente como un ser. Para esto, los organismos deberían pasar la prueba del espejo. Esta prueba consiste en hacer una pequeña marca de pintura en el cuerpo del animal y si estos, al verse en el espejo, son capaces de identificar la marca en su cuerpo, quiere decir que se reconocen. Una versión superior de esto es la de reconocerse como un sujeto que piensa, que piensa acerca de sí mismo y que piensa de otros. Esto pasa en humanos y hay algunas evidencias de que esto también sucede en grandes primates y en algunas aves; aunque, sin duda, es una prueba difícil de superar para muchos organismos.

Es claro que todavía falta mucha información de una gran cantidad de especies muy diferentes entre ellas, lo cual hace más evidente la necesidad de establecer perfiles de consciencia de cada organismo basados principalmente en su interacción con su medioambiente, pero es un tema fascinante y conocer sus implicancias es una empresa en la que vale la pena invertir. 🧠

Referencias

Abbott, A. Mozart doesn't make you clever. *Nature* (2007).
<https://doi.org/10.1038/news070409-13>

Angrino, David Alberto Quebradas. (2011). El error de Descartes: La emoción, la razón y el cerebro Humano. *Cuadernos de neuropsicología*, 5(2), 173-178. Recuperado em 09 de julho de 2021, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-41232011000200006&lng=pt&tlng=es

Aram S, Levy L, Patel JB, et al. The Iowa Gambling Task: A Review of the Historical Evolution, Scientific Basis, and Use in Functional Neuroimaging. *SAGE Open*. July 2019. doi:10.1177/2158244019856911 <https://doi.org/10.1177/2158244019856911>

Bastos, A.P.M., Taylor, A.H. Kea show three signatures of domain-general statistical inference. *Nat Commun* 11, 828 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14695-1>

Bechara A, Damasio AR, Damasio H, Anderson SW. Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*. 1994 Apr-Jun;50(1-3):7-15. doi: 10.1016 / 0010-0277 (94) 90018-3. PMID: 8039375.

78

Carretié, Luis; López Martín, Sara; Albert, Jacobo (2010). Papel de la corteza prefrontal ventromedial en la respuesta a eventos emocionalmente negativos / The role of the ventromedial prefrontal cortex in the response to negative emotional events. *Rev. neurol.* (Ed. impr.); 50(4): 245-252, 16 feb., 2010. ilus, tab

Damasio Antonio R. (1996) *El error de Descartes la emoción, la razón y el cerebro humano*. Editores: Barcelona ISBN: 84-7423-778-5.

Gatti, E., Calzolari, E., Maggioni, E. et al. Emotional ratings and skin conductance response to visual, auditory and haptic stimuli. *Sci Data* 5, 180120 (2018). <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.120>

Gerianne M Alexander, Melissa Hines (2002). Sex differences in response to children's toys in nonhuman primates (*Cercopithecus aethiops sabaeus*). *Evolution and Human Behavior*, Volume 23, Issue 6, 2002, Pages 467-479, ISSN 1090-5138, [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(02\)00107-1](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(02)00107-1).

Hassett, JM, Siebert, ER y Wallen, K. (2008). Las diferencias sexuales en las preferencias de juguetes de los monos rhesus son paralelas a las de los niños. *Hormonas y comportamiento*, 54 (3), 359-364. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.03.008>

Mather M, Lighthall NR. Both Risk and Reward are Processed Differently in Decisions Made Under Stress. *Curr Dir Psychol Sci*. 2012 Feb;21(2):36-41. doi: 10.1177/0963721411429452 PMID: 22457564; PMCID: PMC3312579.

Moè A. Effects of Group Gender Composition on Mental Rotation Test Performance in Women. *Arch Sex Behav.* 2018 Nov;47(8):2299-2305. doi: 10.1007 / s10508-018-1245-0. Epub 2018 Jun 1. PMID: 29858725.

Moè, Angelica Francesca Pazzaglia (2006). Following the instructions!: Effects of gender beliefs in mental rotation, *Learning and Individual Differences*, Volume 16, Issue 4, 2006, Pages 369-377, ISSN 1041-6080, <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.01.002>.

Moors, A. (2013). On the Causal Role of Appraisal in Emotion. *Emotion Review*, 5(2), 132–140. <https://doi.org/10.1177/1754073912463601>

Rauscher, F., Shaw, G. & Ky, C. Music and spatial task performance. *Nature* 365, 611 (1993). <https://doi.org/10.1038/365611a0>

Schellenberg EG, Hallam S. Music listening and cognitive abilities in 10- and 11-year-olds: the blur effect. *Ann N Y Acad Sci.* 2005 Dec;1060:202-9. doi: 10.1196 / annals.1360.013

Seibt, B., & Förster, J. (2004). Stereotype Threat and Performance: How Self-Stereotypes Influence Processing by Inducing Regulatory Foci. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(1), 38–56. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.87.1.38>

Starcke K, Brand M. Decision making under stress: a selective review. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012 Apr;36(4):1228-48. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.02.003. Epub 2012 Feb 10. PMID: 22342781.

Rossello Mir, Jaume & Revert, Xavier. (2008). Modelos teóricos en el estudio de la emoción. 2008, ISBN 978-84-481-6101-9, págs. 95-138

Wu-Jing, He, Wan-Chi, Wong y Anna N.-N. Hui (2017). Emotional Reactions Mediate the Effect of Music Listening on Creative Thinking: Perspective of the Arousal-and-Mood Hypothesis. *Front. Psychol.* <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01680>

Wu CC, Sacchet MD, Knutson B. Toward an affective neuroscience account of financial risk taking. *Front Neurosci.* 2012 Nov 2;6:159. doi: 10.3389/fnins.2012.00159. PMID: 23129993; PMCID: PMC3487049.

Zadra, J.R. and Clore, G.L. (2011), Emotion and perception: the role of affective information. *WIREs Cogn Sci*, 2: 676-685. <https://doi.org/10.1002/wcs.147>

Zhao TC, Kuhl PK. Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2016 May 10;113(19):5212-7. doi: 10.1073 / pnas.1603984113. Epub 2016 Apr 25. PMID: 27114512; PMCID: PMC4868410.

<http://www.theinvisiblegorilla.com/videos.html>

Glosario

AMÍGDALA: conjunto de núcleos que se encuentran en el lóbulo temporal y que actúan como centro integrador de las emociones, regulación del comportamiento emocional y la motivación. En esta estructura son procesadas y almacenadas emociones como el miedo y el dolor, este último asociado a dolor físico y a experiencias emocionales dolorosas.

BULBO RAQUÍDEO: es la parte más distal del troncoencéfalo en los vertebrados. Controla las funciones autónomas o involuntarias del cuerpo, como el ritmo respiratorio, la función cardíaca, vasomotoras y reflejas. Parte de las acciones reflejas son la deglución, la tos y el estornudo, entre otras.

CANAL IÓNICO: es un tipo de proteína que está inserta en la membrana celular y que actúa como un poro que permite el paso selectivo de iones (potasio, sodio y calcio, entre otros) de un lado a otro de la membrana. La función puede ser modulada por cambios en el potencial de la membrana, unión de ligando, fosforilaciones, segundos mensajeros intracelulares, metabolitos, interacciones proteínas-proteínas y muchos otros factores.

CAPACIDADES COGNITIVAS: habilidades humanas para realizar tareas complejas relacionadas al procesamiento cognitivo y la ejecución de tareas.

80

CEREBELO («CEREBRO PEQUEÑO»): es una estructura que se encuentra en la parte posterior del cerebro, debajo de los lóbulos occipital y temporal de la corteza cerebral. Participa en el control del equilibrio, en la coordinación y el movimiento motor voluntario. Es importante para procesar la memoria implícita, aquella que nos permite, por ejemplo, andar en bicicleta y tocar un instrumento.

CIRCUITO NEURONAL: conjunto de neuronas conectadas a través de sinapsis, que cuando se activan generan una respuesta fisiológica. A su vez, es capaz de modular su propia actividad mediante un circuito de retroalimentación.

COGNICIÓN: abarca todos los procesos mentales por los cuales el conocimiento es adquirido, retenido y utilizado. Este procesamiento involucra la adquisición de conocimiento a través de la experiencia diaria y por medio de los sentidos y la elaboración de pensamientos e ideas de manera consciente.

CORTEZA CEREBRAL O NEOCORTEZA: es la capa más externa del cerebro y surge por primera vez con los mamíferos (neo = «nuevo»). Está constituida por seis capas donde se encuentran la mayoría de las neuronas del cerebro. La neocorteza ha evolucionado para procesar las funciones cognitivas más complejas, como la memoria, la generación de pensamientos, el razonamiento y la resolución de problemas, entre otros.

CORTEZA SOMATOSENSORIAL: región de la corteza cerebral que se ocupa del procesamiento de la información de las sensaciones específicas del cuerpo en sus distintas modalidades sensoriales como lo es el tacto, la presión, la temperatura y el dolor.

CUERPO ESTRIADO: está formado por varios núcleos neuronales que conforman una masa estriada de materia gris y blanca localizada en frente del tálamo en cada hemisferio cerebral. Forma parte de los circuitos que controlan el movimiento voluntario y el circuito de recompensa del cerebro.

HERTZ (HZ): es la unidad de frecuencia estándar según el Sistema Internacional. La frecuencia se mide en ciclos por segundo, por lo que un hertz equivale a un ciclo en un segundo. La frecuencia de las ondas también se mide en Hz, como las ondas de sonido, de luz, de radio y las ondas cerebrales.

HIPOCAMPO: es una estructura cerebral compleja ubicada en la profundidad del lóbulo temporal, fundamental en el aprendizaje y la memoria. Participa en la formación de la memoria declarativa, aquella relacionada con recuerdos biográficos de experiencias vividas. Esta incluye la memoria espacial con la que ubicamos un recuerdo en el tiempo y espacio y que permite planificar en torno a tal recuerdo.

HIPOTÁLAMO: es una pequeña estructura que se encuentra en el cerebro ventral, por encima de la glándula pituitaria (hipófisis). Su función secretora regula las funciones reproductivas, homeostática (el equilibrio interno del cuerpo), el ritmo circadiano (ciclo día/noche), a través de la integración de los sistemas endocrino y nervioso, como también la temperatura corporal y la frecuencia cardíaca.

HOMÍNIDOS: el grupo formado por todos los grandes simios modernos llamados primates ya sea vivos o extintos. Incluye a los humanos modernos, chimpancés, gorilas y orangutanes, más todos sus antepasados inmediatos.

HOMO SAPIENS: (del latín homo = «hombre» y sapiens = «sabio») especie de mamífero primate a la que pertenecen los humanos modernos.

HORMONAS SEXUALES ESTEROIDALES: grupo de hormonas derivadas del colesterol, producidas principalmente por los ovarios, los testículos y algunas neuronas específicas en el cerebro, entre las que se encuentran el estrógeno, la progesterona y la testosterona. Están encargadas de la maduración de los caracteres sexuales secundarios, desarrollo sexual afectivo, de los patrones de comportamiento sexual e intervienen en el embarazo o preñez.

MATERIA GRIS Y MATERIA BLANCA: la materia gris es el tejido de color más oscuro del cerebro y la espina dorsal. Tiene ese color porque contiene principalmente cuerpos neuronales o somas. La materia blanca es el tejido de color más claro en el cerebro y la espina dorsal. A diferencia de la materia gris, esta contiene los axones de las neuronas, los que están cubiertos por mielina, una cubierta de lípidos que los protege y que confiere el color blanquecino a esta zona. En el cerebro, la materia gris está en la zona externa (corteza) y la materia blanca en el centro; mientras que en la médula espinal la materia gris está en el centro y la materia blanca en la periferia.

MEMORIA A CORTO PLAZO: es la menor cantidad de información almacenada por un individuo en un corto período de tiempo (recuerdos que duran de segundos a pocos minutos) y que se conoce como «memoria de trabajo».

MEMORIA A LARGO PLAZO: es la información almacenada durante largos períodos de tiempo, incluso toda la vida. Puede ser del tipo declarativa o explícita, en la que se almacenan recuerdos vivenciales personales; o implícita, en la que se almacena el aprendizaje procedural (por ejemplo, saber andar en bicicleta, nadar, etc.).

METAANÁLISIS: es el proceso de análisis cuantitativo estadístico de datos de muchos estudios realizados sobre un mismo tema y cuyos resultados suelen ser más robustos y consistentes que un estudio por sí solo.

NEUROTRANSMISORES: moléculas que pueden ser tan pequeñas como un péptido o grandes como una proteína, que se almacenan en vesículas sinápticas en los terminales sinápticos y se liberan con el fin de transmitir información de una célula nerviosa a otra. También se les llaman mensajeros químicos.

NICHO ECOLÓGICO: describe el papel funcional y la posición de una especie en su entorno. El nicho de una especie abarca tanto las condiciones físicas y ambientales que requiere (como la temperatura o el terreno), así como sus interacciones con otras especies (la depredación o la competencia).

NÚCLEO SUPRAQUIASMÁTICO: es una estructura bilateral, ubicada en la parte anterior del hipotálamo, responsable de la regulación de los ritmos que ocurren en un período de 24 horas (sueño-vigilia, flujos hormonales, oscilación de temperatura, etc.).

ONDAS CEREBRALES: patrones rítmicos de ondas eléctricas generadas por la actividad eléctrica de muchas neuronas actuando simultáneamente. Tienen frecuencias características dependiendo de una actividad cerebral particular (se mide en Hz).

ÓRGANO SUBFORNICAL: es uno de los órganos sensoriales circumventriculares (llamados así porque se localizan alrededor del tercer y cuarto ventrículo) implicado en la integración y regulación de la homeostasis de fluidos y el equilibrio energético. Contiene las células que activan la sensación de sed y de saciedad.

PÉPTIDO: es una cadena corta de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que carecen de estructuras secundarias.

RED NEURONAL: es el conjunto de neuronas agrupadas en circuitos neuronales que permiten generar funciones complejas. Por ejemplo, para entender la materia en clases necesitamos escuchar (procesamiento auditivo), entender las palabras (circuito del lenguaje) y evaluar el contenido de la materia (corteza prefrontal).

REPRESENTACIÓN SOMATOSENSORIAL: es la actividad generada en la corteza somatosensorial en respuesta a la activación de receptores sensoriales como los del tacto, la temperatura, la nocicepción, entre otros, localizados en diferentes partes del cuerpo. Como los receptores están distribuidos de manera heterogénea, la representación de cada área del cuerpo es diferente en esta corteza.

RESONANCIA MAGNÉTICA: la imagenología de resonancia magnética (IRM) es una técnica que ocupa la generación de un campo magnético que alinea las moléculas de agua del cuerpo y las ondas de radio las cuales hacen que los átomos alineados generen señales débiles que se usan para producir imágenes detalladas del interior del cuerpo.

RESPUESTA ELECTRODÉRMICA: son las propiedades eléctricas (conductancia o resistencia) de la piel debido a la actividad de las glándulas sudoríparas ubicadas en los dedos y en las palmas. Es un indicador de excitación fisiológica, emocional y de estrés.

SINAPSIS: sitio de unión neuronal. Conformar una estructura funcional especializada donde una neurona, llamada presináptica, se contacta con otra, llamada neurona postsináptica. Si el contacto entre ellas es físico-estructural, la sinapsis es eléctrica; si el contacto es a través de un neurotransmisor que se libera al espacio sináptico, la sinapsis es química y es el tipo más abundante de sinapsis en el sistema nervioso.

TÁLAMO: es una estructura de gran masa bilateral que ocupa una posición central en el cerebro, en la parte dorsal del diencefalo. Se describe a menudo como una «estación de relevo», ya que la mayor parte de las conexiones que llega al cerebro desde los órganos sensoriales (visión, audición, tacto y gusto), excepto el olfato, primero hacen sinapsis en el tálamo antes de ser enviadas a su destino en la corteza cerebral.

TERMINALES NERVIOSOS: es la parte final de un axón, la cual establece un contacto sináptico con otra célula. Es el lugar donde se liberan los neurotransmisores.

TRONCOENCÉFALO: es la estructura más caudal del encéfalo en continuidad con la médula espinal y el cerebelo. Está formado por el mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo raquídeo. Es responsable de funciones vitales e involuntarias como el control de la respiración, la presión arterial, el ritmo cardíaco y el sueño.

VARIANZA: es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto del promedio. Cuanto mayor sea la varianza, más dispersos estarán los valores respecto de ese promedio; mientras más pequeña es la varianza, más cercanos están de ese valor.

Realmente

¿cuánto sabes del cerebro?

El cerebro es fascinante, sorprendente y enigmático. Controla básicamente todo nuestro organismo, movimientos, pensamientos, sentimientos y emociones, por lo que los hallazgos de su funcionamiento concitan gran interés público y la idea de resolver sus misterios alimenta nuestra curiosidad y nos ayuda a entender por qué cuando no funciona bien ocurren enfermedades. Sin embargo, el uso distorsionado del conocimiento sobre el sistema nervioso y sus funciones puede generar interpretaciones erróneas y reforzar la prevalencia de diferentes mitos, que se cubren con un aparente respaldo en la ciencia. Estos mitos son atractivos y por lo mismo se amplifican rápidamente por redes sociales y medios de comunicación —lo que contribuye a su persistencia—, pero no son inofensivos. Como cuentan con un alto índice de adhesión en la población, estas creencias impactan negativamente en ámbitos como la educación, la salud, la equidad de género e incluso pueden convertirse en una oportunidad de lucro.

En la actualidad circulan muchas historias asombrosas sobre nuestras capacidades cerebrales, algunas son ciertas, muchas otras no. Aquí, en un formato dinámico e ilustrado, realizamos un recorrido por algunos de los mitos más expandidos en la sociedad, mostrando de manera lúdica diversos estudios científicos y discutiendo aquellos aspectos que se han malinterpretado, distorsionado o que han sido simplificados en exceso.

La invitación es, entonces, a disfrutar el maravilloso camino que desde la ciencia intenta entender cómo funciona el cerebro humano.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD