

Alianza editorial

**New
Scientist**



EL CEREBRO

MANUAL DE USO

La revista **New Scientist** lleva 60 años informando sobre la sorprendente creatividad de la naturaleza y del ser humano. Se ha convertido en la publicación científica semanal más vendida del mundo gracias al modo como trata los descubrimientos e inventos más recientes, haciendo hincapié en su relevancia y sus implicaciones. La revista también publica libros, produce aplicaciones informáticas, organiza actos públicos y mantiene un sitio en internet, todo lo cual le permite llegar a más de cinco millones de personas en todo el mundo.

Alison George

Antes de formar parte del equipo de *New Scientist*, Alison George se graduó y doctoró en bioquímica y trabajó como bióloga en la Antártida para el British Antarctic Survey. En *New Scientist* ha desempeñado numerosas funciones incluidas la de editora de opinión y entrevistas, y también la de supervisora de la serie de libros «Instant Expert». Entre sus grandes logros como periodista figuran el haber entrevistado a Stephen Hawking y David Attenborough, y el haber escudriñado cuevas en busca de signos de escritura antigua. Fue galardonada con el premio PTC al Mejor Periodista del Año.

Valentina D'Efilippo

Ha sido nombrada recientemente por *Campaign* una de las «30 líderes femeninas imaginativas que están definiendo la creatividad actual y del futuro». Valentina D'Efilippo es diseñadora de información, ilustradora y directora creativa afincada en Londres. Su obra abarca sectores y formatos que van desde herramientas de inteligencia e infografías hasta proyecciones teatrales en vivo y libros ilustrados. Su obra titulada *The Infographic History of the World* [La historia infográfica del mundo] ha recibido numerosos premios, y su obra gráfica forma parte de la colección permanente del museo antropológico más grande de Austria, el Weltmuseum Wien. Como voz destacada en el mundo de los datos y la narrativa visual, Valentina trabaja con diversos movimientos internacionales, colabora con organizaciones a nivel mundial y dirige talleres para estudiantes y profesionales, que incluyen una serie de clases magistrales con *The Guardian*.



EL CEREBRO

MANUAL DE USO

NewScientist

Texto de Alison George

Ilustraciones de Valentina D'Elippo

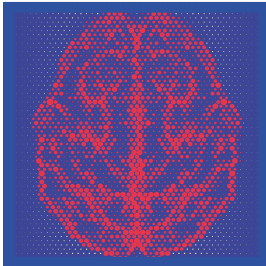
Traducción del inglés de Dulcinea Otero-Piñeiro

Revisión técnica de David Galadí-Enríquez

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN

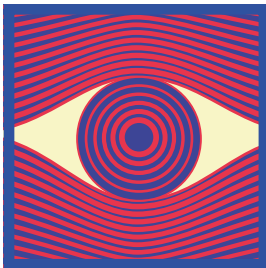
8



10

01. TE PRESENTO A TU CEREBRO

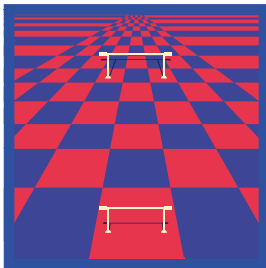
El cerebro humano es asombroso. Pero, ¿qué es exactamente un cerebro y cómo funciona?



28

02. LA PERCEPCIÓN

El cerebro teje numerosas hebras de información sensorial para crear una percepción continua de la realidad.



50

03. LA INTELIGENCIA

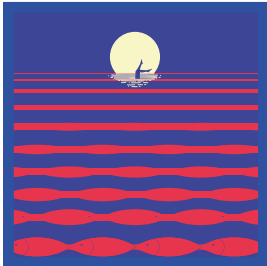
El cerebro humano evolucionó para ser inteligente, pero: ¿a qué nos referimos con inteligencia?



66

04. LA CONSCIENCIA

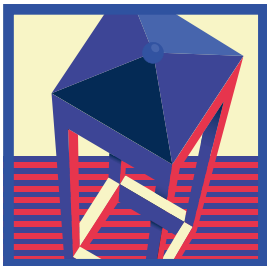
¿De qué manera un bloque de masa gris crea el caleidoscopio de sensaciones, pensamientos, recuerdos y emociones que ocupan todos tus momentos de vigilia?



80

05. **EL SUBCONSCIENTE**

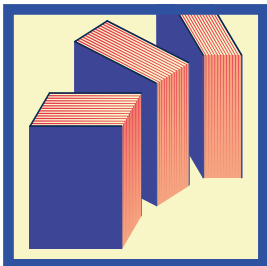
El impresionante poder de los pensamientos que no sabes que tienes.



96

06. **EL PENSAMIENTO**

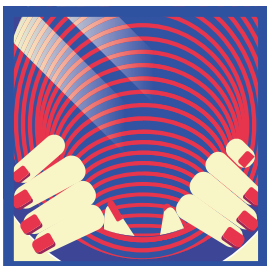
El cerebro es una máquina para pensar, pero ¿qué es exactamente un pensamiento?



118

07. **LA MEMORIA Y EL APRENDIZAJE**

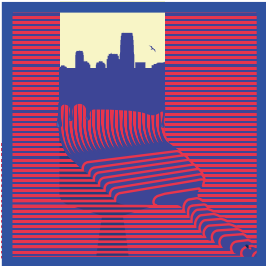
¿Cómo recordamos el pasado, imaginamos el futuro y olvidamos casi todo?



140

08. **EL YO**

¿Qué te convierte en la persona que eres?
¿Existe realmente el libre albedrío?
¿Tienes algo de sicópata?



160

09. LA CREATIVIDAD

¿Cómo se nos ocurren ideas nuevas e imaginamos cosas que no existen?

Además, averigua si tienes chispa creativa.



176

10. LA TOMA DE DECISIONES

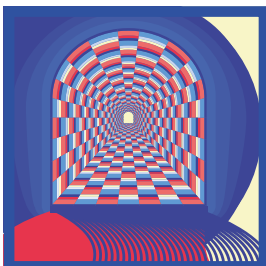
La sorprendente complejidad de tomar de decisiones.



194

11. EL CEREBRO SOCIAL

Hablemos de leer la mente, del pensamiento de grupo y de por qué el cerebro humano está programado para ser social.

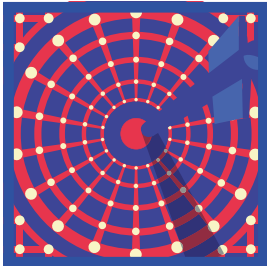


210

12. DORMIR Y SOÑAR

Pasamos buena parte de la vida en la cama, pero el sueño sigue siendo uno de los misterios de la vida.

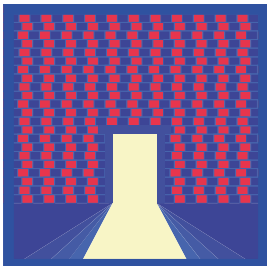
¿Por qué necesitamos dormir?



228

13. DETECCIÓN DE FALLOS

¿Por qué el cerebro humano está plagado de fallos y se ve afectado por lapsus mentales, inquietudes, estupefacientes y enamoramientos?



246

14. DESATA TU POTENCIAL

Rebélate contra el envejecimiento y libera tu genio interior desmontando el cerebro.

LAS ILUSIONES ÓPTICAS	266
CREA UN CEREBRO TRIDIMENSIONAL	270
RESPUESTAS	275
GLOSARIO	278
LECTURAS ADICIONALES	280
AGRADECIMIENTOS	283
ÍNDICE	284

Introducción

¿Qué pasa dentro de la cabeza?

Si estás leyendo esto, ¡felicidades! Tienes en tu poder el dispositivo más complejo para procesar información de todo el universo conocido. El cerebro humano adulto pesa tan solo 1,4 kilogramos, pero alberga la increíble cantidad de 86.000 millones de células nerviosas con casi un billón de conexiones entre ellas. Esta supercomputadora biológica está equipada con todo tipo de elementos de diseño, desde la consciencia y la memoria hasta la inteligencia y la creatividad, pero también incluye numerosas deficiencias y limitaciones. El problema es que no viene con manual de instrucciones. La enciendes y la usas sin más. En consecuencia, la mayoría de nosotros no sabe cómo funciona en realidad el cerebro y de qué es verdaderamente capaz.

Tal vez no sea de extrañar, ya que el cerebro humano es como un iceberg, cuya parte visible fuera del agua es como la percepción consciente, y todo lo demás se corresponde con el subconsciente. En este 90% sumergido bajo el agua ocurre casi toda la acción, pero tiene una habilidad extraordinaria para ocultar lo que sucede.

Piensa en la percepción que tienes del mundo que te rodea. Es fácil suponer que los ojos actúan como una cámara de vídeo que graba con fidelidad lo que ocurre en el mundo exterior y lo transmite en perfecto technicolor tridimensional al cerebro. En realidad, la mayor parte de lo que ves es una creación del cerebro, una alucinación esmerada de la realidad.

Es fácil comprobarlo. Cierra el ojo izquierdo y mira todo lo que puedas hacia la izquierda. Notarás un objeto grande, carnoso y desdibujado: es la nariz. Siempre cae dentro del campo de visión, pero ¿por qué no la ves en todo momento? No la ves porque el cerebro ha decidido que no es una información relevante para ti y la hace desaparecer. De hecho, los ojos no paran de saltar de un lugar a otro del entorno, pero tampoco te das cuenta de esto porque el cerebro utiliza un sistema sofisticado para unir esas imágenes fragmentarias y crear una película continua, sin uniones, de modo que lo que ves es un gran montaje de tu mente.

Este libro contiene docenas de experimentos similares y fáciles de realizar que suelen demostrar que lo que percibimos de manera consciente no concuerda en absoluto con la realidad.

Piensa en tu primer recuerdo. El mío se remonta a cuando visité a mi hermana recién nacida en el hospital poco después de mi segundo cumpleaños. Guardo una imagen muy clara de la niña dormida en una cuna y envuelta en una manta, y de mí sentada en la cama de mi madre y una señora tricotando en el extremo opuesto de aquella habitación de hospital. Pero sé que es improbable que se trate de un recuerdo real. Aunque algunas personas sean capaces de recordar sucesos ocurridos en su tercer año de vida, la edad promedio del primer recuerdo ronda los tres años y medio, y hay gente que no recuerda nada en absoluto antes de cumplir los seis años.

Puede que yo tenga una prodigiosa memoria infantil, pero lo dudo. Durante el ejercicio de mi trabajo en *New Scientist* he tenido el privilegio de entrevistar a la experta en recuerdos falsos Elizabeth Loftus, quien ha demostrado lo fácil que es crear *recuerdos* de cosas que no ocurrieron. Aunque a mí me parece muy real, ahora estoy convencida de que mi primer recuerdo seguramente es algo inventado por mi cerebro con posterioridad a partir de anécdotas contadas por otras personas y de fotografías.

Esto plantea muchos interrogantes: ¿por qué no recordamos prácticamente nada de esa primera infancia en la que ocurren tantas cosas fascinantes?, ¿por qué solo retenemos en la memoria determinados acontecimientos? Estudios apasionantes sobre el funcionamiento de la memoria revelan que tal vez su objetivo sea imaginar el futuro en lugar de recordar el pasado (véase el apartado titulado «¿Y si no pudiéramos olvidar?», en la página 126, para ahondar mucho más en esta cuestión).

Estos descubrimientos tan contrarios a la intuición fueron lo que nos decidió a confeccionar un manual para ayudarte a comprender mejor el funcionamiento de tu propia mente. A medida que la neurociencia

desarrolla la tecnología necesaria para profundizar aún más en la materia gris, gran parte de lo que damos por hecho está empezando a desmoronarse. Hasta es posible que lo que consideramos consciencia y libre albedrío sean ilusiones (véase el apartado «¿Y si no existiera el libre albedrío?», en la página 158).

El cerebro: manual de uso no solo arroja luz sobre lo que pasa dentro de la cabeza, sino que también te dará claves para mejorarlo. Aquí descubrirás cómo usar el poder de la mente para retar al envejecimiento, para mejorar la memoria y para perfeccionar tus sueños. Hasta incluye una guía científicamente testada para mejorar el rendimiento futuro del cerebro.

Este libro contiene además muchos experimentos fáciles de realizar de manera individual: tests para poner a prueba el pensamiento lateral y la capacidad memorística, instrucciones para usar una antigua técnica para recordar algo, y mucho más. Asimismo encontrarás recetas para ser más feliz, para alucinar sin necesidad de usar estupefacientes que alteren la mente y hasta para descubrir si tienes algo de sicópata. Al final encontrarás una serie de plantillas para confeccionar un cerebro tridimensional en papel que te servirá como recordatorio de lo increíble y complejo que es tu cerebro.

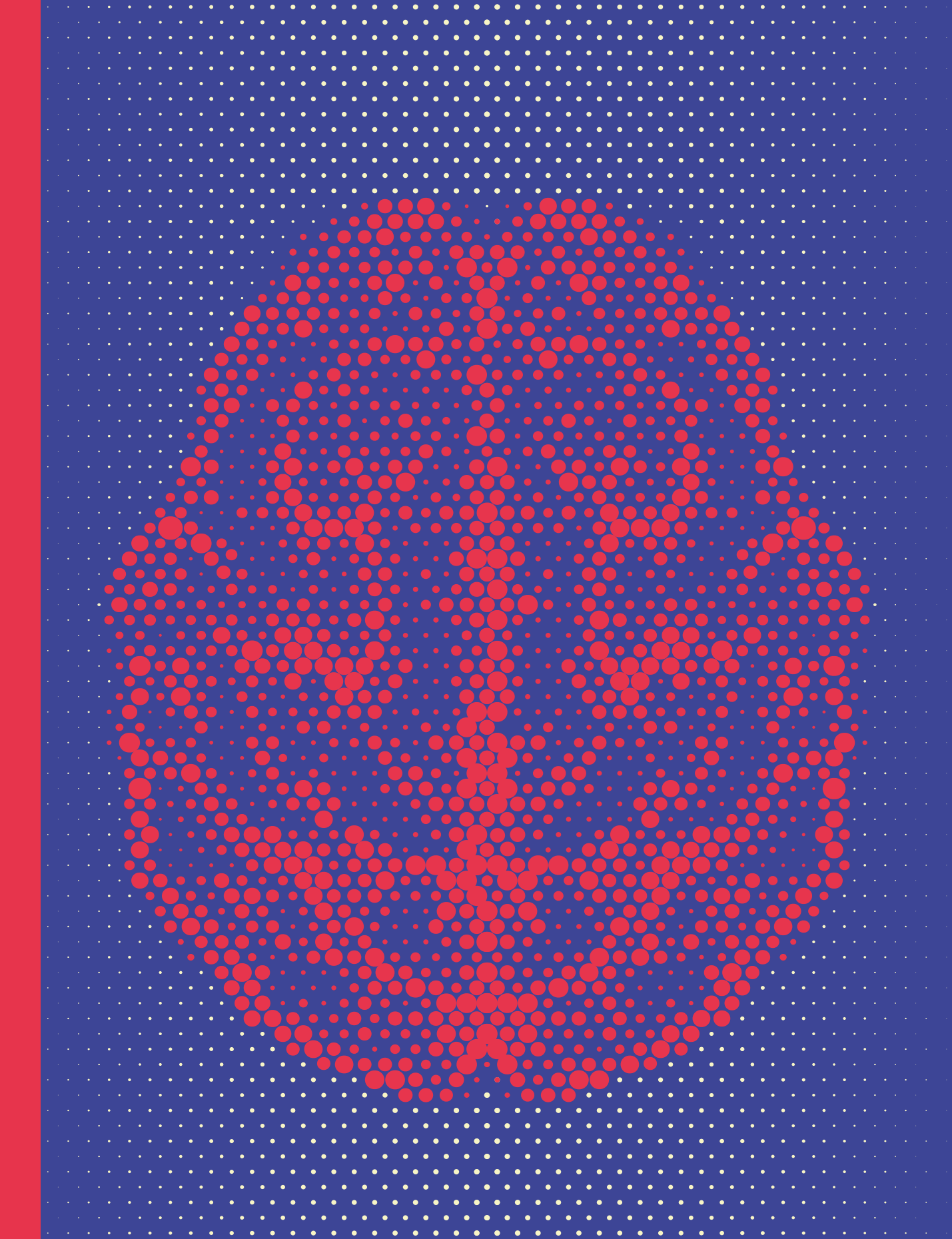
Desentrañar la estructura del cerebro y cómo funciona es una parte esencial de lo que hacemos en *New Scientist*. Este libro da fe de las inquisitivas mentes y el poder mental de los increíbles compañeros y autores que me he encontrado en esta revista para cubrir un rango inmenso de temas: desde la naturaleza del pensamiento hasta los lapsus mentales que nos hacen sentir estúpidos.

Las ingeniosas ilustraciones, infografías e ilusiones ópticas son obra de la ilustradora Valentina D'Filippo, afincada en Londres. Gracias a ella descubrirás cómo es el cerebro bajo los efectos de las sustancias sicotrópicas, cómo es la materia gris humana comparada con la de otros animales y qué resultados obtiene nuestra especie en un campeonato de cerebros contra los pulpos (lo que cambiará para siempre la idea que tienes sobre estas curiosas criaturas).

«Tengo la mente abierta» era una expresión que utilizaba el conocido y excéntrico matemático Paul Erdős. Esa actitud le vino muy bien: es considerado uno de los cerebros matemáticos más insignes del siglo xx. También tú tendrás que hacer algo parecido para entender algunos de los conceptos más impresionantes de este libro.

Así que, jadelante, abre tu mente!

Alison George
abril de 2018



01

TE PRESENTO A TU CEREBRO

12	Bienvenido a tu cerebro
14	Breve historia de la materia gris
18	El cerebro humano con el paso de la edad
22	El mapa de la mente
26	¿Cómo funciona el cerebro?

Bienvenido a tu cerebro

El cerebro es un órgano tan increíble que

apenas notamos sus superpoderes cuando entra en acción. Imagina esta situación: tienes ante ti una pila de cacharros sin fregar. Se tambalea en precario cuando intentas colocar otra sartén en la cúspide de la montaña. Por un segundo da la impresión de que todo se va a ir al suelo. Pero no sucede así. Con un movimiento rápido e instintivo consigues evitarlo.

Felicidades, no solo por esquivar otro desastre doméstico, sino también por manifestar un talento particular del ser humano. Ninguna otra especie es capaz de realizar cálculos complejos en tiempo real sobre su entorno físico como los que salvaron tu vajilla. Y ni siquiera notaste que el cerebro hacía tan arduo esfuerzo.

Este tipo de física avanzada no es más que una de las habilidades que el cerebro ejecuta sin esfuerzo. Pero este órgano también es una máquina del tiempo y una bola de cristal capaz de remontarse décadas atrás para recuperar un recuerdo guardado hace mucho o de predecir escenarios de un futuro lejano.

Todo esto lo efectúa a la velocidad de la luz. En menos de un abrir y cerrar de ojos es capaz de escanear imágenes múltiples para identificar la correcta. Y, sin embargo, su consumo energético mataría de envidia a cualquier especialista en ingeniería informática. El cerebro humano funciona con unos 20 vatios, menos de lo que gasta una bombilla convencional. Compáralo con lo que consume AlphaGo, el programa informático de Google que tumbó en 2006 al gran maestro coreano Lee Sedol en el más complejo juego del go. Aunque AlphaGo saliera victorioso, necesitó una cantidad de energía unas 50.000 veces mayor que la del cerebro de Sedol para calcular los movimientos, y un sofisticado sistema de refrigeración para no sobrecalentarse. Sin embargo, la potencia cerebral de Lee Sedol apenas hizo sudar al maestro del go.

Y todo esto se debe a una masa arrugada de color gris rosáceo y 1,4 kilogramos de peso que tiene la consistencia del tofu.

El cerebro es el órgano más desconcertante, complejo y probablemente más feo del cuerpo

humano. Pero brinda todos los pensamientos, acciones, recuerdos, sentimientos y experiencias del mundo. A lo largo de la historia ha permitido a nuestra especie erigir civilizaciones, crear arte y volar hasta la Luna.

Los cerebros llevan a cabo una variedad considerable de hazañas, pero su cometido principal es en realidad bastante simple: permitir que sus portadores reaccionen a cambios del entorno. Nos permiten alejarnos del peligro, recordar una fuente de alimento distante, distinguir un amigo de un rival.

Compáralo con una planta, que carece de cerebro y debe permanecer quieta y soportar las condiciones que le depare la naturaleza. De hecho, algunos científicos sostienen que la razón fundamental de tener un cerebro no es percibir el mundo o pensar, sino moverse. La prueba irrefutable procede de las larvas de las ascidias. Estos animales poseen un cerebro simple, pero una vez que se establecen de manera definitiva sobre una piedra, este órgano se degrada y es absorbido por el cuerpo. Ya no necesitan la capacidad cerebral.

El cerebro frente al corazón

En el pasado, las maravillas del cerebro no eran obvias para sus portadores. Como es bien sabido, los egipcios de la antigüedad extirpaban el cerebro a los cuerpos que conservaban como momias introduciendo un gancho por la nariz, ya que este órgano no se consideraba tan importante para la vida en el más allá. El corazón solía dejarse en su lugar, ya que se creía la sede de la inteligencia y los sentimientos de la persona. Tardamos milenios en adquirir un conocimiento completo de la materia gris, y hasta los albores del siglo XX no se descubrió el elemento fundamental del cerebro: la neurona.

Ahora sabemos que el inmenso poder del cerebro proviene de la forma en que están conectadas estas células. El complejo *ballet* de actividad eléctrica y química dentro de la red cerebral formada por 86.000 millones de neuronas nos permite percibir el entorno, sentir, saborear y recordar. Esta red se compone de

fibra nerviosa con la pasmosa longitud de 170.000 kilómetros, o sea, casi la mitad de la distancia que media entre la Tierra y la Luna.

Redes complejas

La complejidad de las conexiones entre esas células es sobrecogedora. Cada neurona puede estar conectada con otras miles y hasta decenas de miles de neuronas más. El cerebro crea un millón de conexiones nuevas cada segundo de nuestra vida. El trazado y la intensidad de las conexiones cambia sin cesar, y dentro de esta red es donde se guardan los recuerdos, donde se aprenden las costumbres y donde se modelan personalidades mediante el refuerzo de ciertos patrones de actividad cerebral y la pérdida de otros. De hecho, los recuerdos que te genere la lectura de este apartado implicarán un cerebro distinto al que tenías antes de empezar a leerlo.

La neurociencia moderna ha creado una imagen sofisticada del funcionamiento del cerebro, pero quedan aún muchos interrogantes por resolver. ¿Cuál es la base neuronal de la personalidad?, ¿cómo procesa el cerebro el tiempo? Y el mayor misterio de todos: ¿de dónde emana la consciencia?

Puede que jamás desentrañemos estos grandes enigmas. ¿Será que la mente queda fuera de la comprensión humana? El físico galardonado con el premio Nobel Erwin Schrödinger así lo creía cuando se planteó esta cuestión en su libro de 1944 titulado *¿Qué es la vida?* El debate ha continuado hasta hoy. Entretanto se han descubierto más detalles sobre la genialidad del cerebro, desde los más profundos hasta los más superficiales, como el increíble poder del subconsciente, los extraños cruces sensoriales de la sinestesia, los orígenes de los instantes de iluminación cuando de pronto todo encaja, o la razón por la que cuesta tanto dejar de morderse las uñas.

Es increíble pensar en todas las cosas que es capaz de hacer un feo amasijo de materia gris.

¿ES POSIBLE QUE NO SEAMOS NADA MÁS QUE UN CEREBRO?

Toda esta cháchara de neuronas y cables puede resultar desconcertante. ¿Es posible que nuestras esperanzas, amores y la mismísima existencia no sean más que el resultado del desplazamiento de impulsos eléctricos por una masa de tejido gris? Allá por el siglo XVII el filósofo René Descartes sentó las bases de este debate al proclamar que el cerebro y la mente consisten en distintos tipos de tejido. El cerebro está formado por materia, decía, pero la mente, con sus pensamientos, creencias, actividad intelectual y recuerdos, es inmaterial, algo que no se puede ver ni tocar ni observar. La neurociencia actual discrepa de la concepción de Descartes: el dualismo cerebral. Hoy se cree que la mente no es una sustancia especial no física, sino tan solo la manifestación del cerebro en acción. Estar consciente, tomar decisiones, enojarse o sentir miedo solo responde a funciones del cerebro físico, nada más.

Breve historia de la materia gris

¿Cómo nos hemos convertido en las criaturas

más inteligentes de la Tierra? Una mirada retrospectiva a través de la historia de nuestra especie permite trazar el viaje que nos transformó de *simples* simios en humanos pensantes, y estimar el momento en que desarrollamos habilidades mentales claramente humanas, como la primera vez que ordenamos los pensamientos, la emergencia de la imaginación visual, cuando empezamos a pensar sobre el pasado y el futuro y la primera vez que jugamos a fingir.

La humanidad busca hace mucho tiempo el *ingrediente secreto* único de los humanos que permita explicar nuestras capacidades cognitivas extraordinarias. Recientemente se ha puesto el foco en el tamaño: la idea de que la clave está en tener un cerebro grande. Sin embargo, está claro que no hay ningún ingrediente secreto, sino que nuestra forma peculiar de pensar pudo derivar de la reorganización de las distintas regiones del cerebro en la misma medida que de su expansión.

Herramientas para pensar

¿Qué fue lo que aceleró esta evolución en nuestros ancestros frente al desarrollo que experimentaron otros primates, y cómo nos llevó eso a pensar de formas diferentes? Aparte de caminar a dos patas, nuestros ancestros primigenios tenían un aspecto claramente simiesco y, al igual que los chimpancés y otros primates, lo más probable es que hicieran un uso muy limitado de las herramientas, como emplear piedras del suelo para abrir nueces. Pero las cosas cambiaron hace unos 3,3 millones de años, en lo que ahora es Kenia. En lugar de ceñirse a usar la naturaleza tal como se la encontraban a su alrededor, los primeros homínidos empezaron a transformarla empuñando una piedra para limar el extremo de otra y utilizar el borde afilado resultante para descuartizar piezas de carne.

La idea de usar una herramienta para crear otra todavía más útil supone un salto conceptual. Pero igual de importante es el hecho de que requiere una destreza y un control motriz para crear la herramienta

¿POR QUÉ TENEMOS UN CEREBRO TAN GRANDE?

El cerebro humano pesa el doble de lo que debería para un simio de nuestro tamaño. Tal vez fuera una sola mutación la que abrió la vía para que esto ocurriera. El robusto músculo de la mandíbula de otros primates impide el crecimiento del cráneo. Pero hace 2 millones de años se produjo una mutación que debilitó este agarre en la estirpe humana. Poco después comenzó un *brote* de crecimiento cerebral.

Aún se debate qué desencadenó ese *brote*. Es probable que las dificultades para desenvolverse en un entramado social más grande tuvieran algo que ver, al igual que la nutrición. Un cerebro grande tiene un hambre feroz (el cerebro humano conforma tan solo el 2% del peso del cuerpo, pero devora el 20% de la energía que consumimos), de modo que los primeros humanos tuvieron que cambiar de dieta para mantenerlo. Es posible que ayudara la transición que nos condujo al consumo de carne y pescado, al igual que la invención del cocinado de los alimentos.

no observado en otros monos. Esto incluye la coordinación de las extremidades de tal forma que una mano realice un trabajo distinto al de la otra, movimientos que los chimpancés tienen problemas para dominar.

Incluso con ese detonante, nuestros ancestros avanzaron despacio. Las cosas no empezaron a despegar hasta la llegada del *Homo erectus* alrededor de un millón de años después. El *Homo erectus* es relevante por muchas razones. Aparte de contar con un cuerpo muy similar al de los humanos modernos, formó grupos sociales más grandes que sus predecesores.

Para vivir en comunidad se necesita tanto cooperación como capacidad para detectar y castigar a quien intente conseguir algo a cambio de nada. Es posible que estos desafíos estimularan el desarrollo de emociones complejas, como la vergüenza y el bochorno, las cuales ayudarían a los individuos a acatar las normas. Pero lo que realmente distingue el pensamiento del *Homo erectus* se resume en la génesis de otra herramienta: lo que se conoce como el hacha de mano o bifaz del Achelense.

Los primeros diseños de esta herramienta, que datan de hace unos 1,5 millones de años, fueron bastante burdos, pero a lo largo del millón de años siguiente estas hachas con forma de hoja se volvieron más finas y más simétricas porque empezaron a exhibir un estilo de trabajo más sistemático.

La descomposición de un objetivo en una serie de acciones menores, como en este caso, evidencia los inicios del pensamiento jerárquico. La partición y la secuenciación de nuestras acciones parece tan importante en nuestra forma de funcionar actual (ya sea al servir una taza de té o al preparar el agua para darnos un baño) que es casi imposible imaginar la mente obrando de otro modo. Pero las sofisticadas versiones ulteriores del bifaz del Achelense brindan algunos de los primeros signos de que nuestros ancestros empezaban a desarrollar la capacidad de organizar sus ideas de estas formas más complejas. El pensamiento jerárquico se ha asociado a otro gran hito

de la cognición humana: el lenguaje. Los orígenes de este sistema complejo dependiente de muchos procesos de pensamiento diferentes se han descrito como el mayor misterio de la evolución, pero hay indicios que apuntan a que la fabricación de herramientas pudo servir de catalizadora para ese cambio.

La vocalización articulada requiere movimientos precisos de los labios y la lengua. Los chimpancés y otros primates son incapaces de llevarla a cabo, pero, en nuestros ancestros, la fabricación de herramientas impulsó el desarrollo de áreas del cerebro implicadas en el control motriz que más tarde se incorporaron al habla. Y el pensamiento secuencial necesario para crear estos bifaces es similar al pensamiento que nos permite entender y construir frases.

Los orígenes del habla

Podría decirse que el lenguaje hablado es un rasgo único de la humanidad, y que su aparición nos situó en una senda que nos apartó por completo del resto de animales. Por desgracia, este instante de inflexión en nuestro viaje es prácticamente indetectable en el registro arqueológico. Pero hay indicios de que nuestros antepasados empezaron a hablar hacia la época del *Homo heidelbergensis*, hace 600.000 años. Se cree que esta especie evolucionó a partir del *Homo erectus* y que, ciertamente, era más humana en determinados aspectos. El cerebro, de 1.200 centímetros cúbicos, era apenas más pequeño que el nuestro, lo que les confería una capacidad cognitiva que se manifiesta en la variedad de herramientas que usaban, entre las que figuraban hachas de mano refinadas, hendidores y puntas de lanza. Para visualizar la transformación de un trozo amorfo de roca en formas y estilos tan diversos tuvieron que necesitar una buena cognición espacial, que tal vez indicara la emergencia de la imaginación visual.

El *Homo heidelbergensis* también presenta refinamientos en la anatomía vocal. Por ejemplo, hay signos óseos de que tenían más nervios que sus predecesores para conectar el cerebro con la lengua, y parece que la laringe carecía de un apéndice en

forma de saco que limita las vocalizaciones de otros primates. Ambos cambios habrían sido necesarios para producir sonidos fluidos. Con independencia de cuándo apareciera, el lenguaje conllevó una serie de desafíos mentales completamente nuevos, como la comprensión de las imágenes mentales inspiradas por el lenguaje y una mejora de la memoria verbal para recordar lo que han dicho otros dentro del grupo.

Un salto mental

Es probable que nuestros ancestros aún sortearan estas dificultades cuando la mente humana se acercaba al último tramo de su viaje evolutivo. Una demostración de este salto mental se encuentra en las herramientas de piedra elaboradas hace unos 300.000 años. A diferencia de las toscas herramientas de hace 3,3 millones de años, las denominadas herramientas Levallois probablemente llamarían mucho más tu atención como obras del ingenio humano si te tropezaras con ellas por un camino. La destreza necesaria para confeccionarlas debió de requerir gran habilidad y paciencia. Se fabricaron

mediante la esmerada preparación de un núcleo de piedra para conferirle la forma distintiva de un caparazón de tortuga que posteriormente se golpea para crear una serie de lascas afiladas y planas que se utilizarán como herramientas tales como raspadores, cuchillos y puntas de proyectiles. El procedimiento comprendía muchas fases distintas, y requería una instrucción específica, de modo que la primera mente que creó esta herramienta seguramente estaba capacitada para un pensamiento jerárquico avanzado y la comunicación compleja. Aunque entre los restos de nuestra especie se encuentran estos objetos tan elaborados, es más común que se los asocie con los neandertales.

Las herramientas Levallois aportan algunos de los mejores signos de que los neandertales compartieron muchos de los instrumentos cognitivos de los humanos modernos que vivieron en su mismo tiempo. Y ahí está el misterio: ¿por qué nosotros desarrollamos inventos más ambiciosos y culturas artísticas ricas, mientras que los neandertales acabaron llegando a un callejón sin salida?

EL PODER DE LOS SUEÑOS

Hasta hace unos 2 millones de años es probable que los ancestros humanos se instalaran en árboles para pasar la noche. Seguramente la costumbre de dormir en las ramas finalizó con el *Homo erectus*, demasiado alto y pesado con sus 1,80 m de estatura y 60 kilos de peso. Puede que dormir en el suelo implicara un gran salto cognitivo, ya que un sueño nocturno más relajado sin el riesgo de caerse de una rama habría permitido al *Homo erectus* pasar más tiempo en la fase del sueño REM y en el llamado «sueño de ondas lentas». Estos estadios del sueño son cruciales para fijar los recuerdos y para relacionar los distintos pensamientos e ideas, un proceso clave para el pensamiento creativo.

Mentes neandertales

Algunas personas creen que la respuesta está, literalmente, en el juego durante la infancia. Desde que nuestros antepasados se apartaron por primera vez del resto de primates, la infancia se ha alargado cada vez más, lo que ha brindado al cerebro más tiempo para desarrollarse fuera del vientre materno. Los restos óseos y de piezas dentales apuntan a que los primeros niños humanos tardaban más en desarrollarse que los niños neandertales. El tiempo adicional que dedicaban al juego pudo ayudarlos a desarrollar el *pensamiento contrafactual*, es decir, la capacidad para considerar cómo podrían ser las cosas, y no solo cómo son. Eso les permitía imaginar el entorno de maneras más creativas, lo que los dotó de más control sobre el mundo circundante. Como consecuencia, podían hacer cosas que tal vez no habían experimentado humanos anteriores a ellos, como inventar herramientas nuevas y construir refugios.

Otros atribuyen este último salto cognitivo a una mutación fortuita que incrementó nuestra capacidad para tener varias ideas en mente y manipularlas. Incluso en los humanos modernos esta «memoria de trabajo» está limitada a unos siete elementos. Sin embargo, un pequeño incremento habría tenido unas consecuencias inmensas. La mejora en la capacidad para recordar lo que se acaba de decir habría favorecido conversaciones más sofisticadas y una gramática más compleja con muchas frases diferentes. Esto implica pensar y planificar de formas más hipotéticas usando frases, por ejemplo, del tipo «y sí» o «si esto, entonces lo otro». La memoria de trabajo también se asocia a la creatividad y la innovación, porque permite considerar distintas soluciones mentales para resolver un problema.

Alimento para el cerebro

Otras pistas provienen de los alimentos disponibles en aquel tiempo. Los primeros humanos modernos empezaron a usar trampas para cazar animales tales como especies pequeñas de ciervos y roedores. El sistema podía implicar la colocación de trampas en

diez o quince lugares para conseguir comida. Pero esto requiere premeditación y recordar la ubicación de las trampas (otro signo de un gran avance memorístico).

El momento en el que se han fechado estos avances, hace 70.000 años, también resulta significativo porque ocurrieron justo después de la erupción del supervolcán Toba en Indonesia, la cual sumió el planeta en una miniglaciación que causó un colapso de la población humana en África. Cualquier mutación beneficiosa en la pequeña población superviviente pudo, por tanto, propagarse con rapidez, y dejar una huella permanente en sus descendientes. Este fue el comienzo de la recta final hacia el desarrollo de la mente moderna.

Dotados de este pensamiento solo ligeramente superior, los humanos nos desplegamos por todo el orbe, mientras que los neandertales y otros primos evolutivos nuestros acabaron extinguiéndose.

El cerebro humano con el paso de la edad

A lo largo de la vida el cerebro atraviesa más

cambios que cualquier otra parte del cuerpo. Estos se dividen a grandes rasgos en cinco etapas que tienen una repercusión profunda en las capacidades y comportamientos de la persona.

Preparación del terreno: la gestación

En el instante en que tomamos la primera bocanada de aire, el cerebro ya tiene más de ocho meses de vida. Comienza a desarrollarse cuatro semanas después de la concepción, cuando una de las tres capas de células del embrión se enrolla para dar lugar al tubo neural. Una semana después, el extremo superior de este tubo se curva sobre sí mismo y crea la estructura básica del cerebro anterior, medio y posterior.

A partir de ese momento, el crecimiento del cerebro y el desarrollo de las distintas regiones están controlados sobre todo por los genes. Aun así, la clave para sacar lo mejor del cerebro en esta fase radica en tener el mejor ambiente prenatal posible. Durante las primeras semanas de desarrollo eso significa que la madre no sufra estrés, siga una buena alimentación y que no fume y no consuma alcohol ni otras toxinas. Hacia el final del proceso de formación del cerebro, cuando el feto adquiere la capacidad de oír y de recordar, los sonidos y las sensaciones también empiezan a modelar el cerebro.

En cambio, durante los dos primeros trimestres de embarazo, todo el desarrollo consiste en situar los elementos esenciales en su lugar: el desarrollo de neuronas y conexiones, y lograr que cada sección del cerebro crezca como debe y en la región correcta. Esto requiere energía y una variedad de nutrientes en la cantidad adecuada en el momento preciso. De hecho, si tenemos en cuenta las dimensiones de la construcción que tenemos entre manos (86 mil millones de células cerebrales y varios millones de células de soporte en cuatro grandes lóbulos y decenas de regiones distintas a partir de cero), nos encontramos ante un verdadero logro de ingeniería evolutiva.

El riesgo: la infancia

Durante la infancia el cerebro cuenta con la mayor energía y flexibilidad que tendrá nunca. A medida que exploramos el mundo que nos rodea, este órgano sigue creciendo, estableciendo e interrumpiendo conexiones a una velocidad vertiginosa. Tal vez sorprenda que el aprendizaje, la memoria y el lenguaje comiencen antes incluso del momento del nacimiento. Durante el periodo prenatal se forman hasta un cuarto de millón de células nuevas por minuto, lo que supone 1,8 millones de conexiones nuevas por segundo, aunque alrededor de la mitad de las células se debilitará más tarde y fenecerá, para dejar

LOS BENEFICIOS DE HABLAR CON LA BARRIGA

La adquisición del lenguaje comienza antes del nacimiento. Un recién nacido mamará con más intensidad si oye su lengua materna en lugar de otra desconocida. Hablar con un feto de tres trimestres de gestación lo ayudará a reconocer tu voz, pero no hay signos directos de que la exposición a múltiples idiomas mientras se está en el vientre materno influya en las dotes lingüísticas futuras. Los factores más importantes para el desarrollo del lenguaje son que los padres hablen mucho con el bebé después del nacimiento, la complejidad del vocabulario utilizado y captar bien la atención del niño.

tan solo las que se hayan reforzado con el uso. Desde el momento del nacimiento, un niño experimenta más de una década de crecimiento y desarrollo veloz durante los cuales toda experiencia contribuirá a crear la persona en la que se convertirá después.

Curiosamente, el nacimiento altera poco el funcionamiento cerebral. Aunque la corteza somatosensorial sensible al tacto está activa antes del nacimiento, pasan otros dos o tres meses antes de que haya alguna otra actividad en la corteza, la cual rige en última instancia cosas tales como el movimiento voluntario, el razonamiento y la percepción. Los lóbulos frontales se vuelven activos al año y medio de edad, lo que desencadena el desarrollo de las emociones, los apegos, la planificación, la memoria de trabajo y la atención. La noción de uno mismo se desarrolla cuando los circuitos del lóbulo parietal y frontal se integran más, en torno a los dieciocho meses de edad, y la consciencia de que hay otras personas con una mente propia aparece a los tres o cuatro años.

Las experiencias vitales durante esos primeros años contribuyen a forjar nuestro bienestar emocional, y una atención negligente o severa por parte de los padres puede alterar el cerebro para siempre. El rechazo materno o un trauma en los primeros años de vida, por ejemplo, pueden influir en las reacciones emocionales de la persona ante acontecimientos tensos que se produzcan más tarde, lo que puede predisponerla a sufrir depresión y trastornos de ansiedad.

A los seis años de edad, el cerebro ya tiene el 95% del peso que tendrá en la persona adulta y alcanza el máximo de su consumo energético. Es por entonces cuando los niños empiezan a aplicar la lógica y la confianza, y a comprender sus propios procesos de pensamiento. El cerebro continúa creciendo y crea e interrumpe conexiones a medida que experimenta el mundo hasta que, tras desarrollar un volumen máximo de materia gris a los once años en las niñas y a los catorce años en los niños, comienza la pubertad, y el cerebro vuelve a cambiar por completo.

Conexión y reprogramación: la adolescencia

Los adolescentes son egoístas, imprudentes, irracionales e irritables, pero, teniendo en cuenta el caca mental que inunda el interior del cerebro adolescente, ¿a quién le extraña? A los quince años el cerebro humano puede haberse desarrollado por completo, pero su programación aún no ha concluido.

La psicología solía explicar los rasgos típicos de la adolescencia como el resultado del bullir de las hormonas sexuales; en tiempos más recientes, en cambio, el estudio de imágenes cerebrales ha revelado cambios estructurales durante los años de la adolescencia y a comienzos de la veintena que parecen explicar esos años de agitación. La adolescencia conlleva oleadas de podas cerebrales, de forma que a estas edades se pierde en torno al 1% de la materia gris cada año hasta los primeros años de la veintena.

Esta poda recorta el exceso de conexiones neuronales inútiles que se formaron durante el estirón de la infancia, empezando por las áreas sensoriales y motoras más básicas. Estas son las primeras que maduran; les siguen regiones implicadas en el lenguaje y la orientación espacial; y por último lo hacen las relacionadas con funciones ejecutivas y de procesamiento más elevadas.

Entre las últimas regiones en madurar se encuentra la corteza prefrontal dorsolateral, situada en la parte anterior del lóbulo frontal. Esta región se encarga de controlar los impulsos, el juicio y la toma de decisiones, lo que tal vez explique algunas de las decisiones poco afortunadas de muchos adolescentes. Esta área también actúa para controlar y procesar la información emocional enviada desde la amígdala (el centro de lucha o huida de las reacciones instintivas), lo que podría explicar el temperamento cambiante de los adolescentes.

A medida que se pierde materia gris, el cerebro gana materia blanca. Este tejido graso envuelve las neuronas y facilita una transmisión más veloz de los impulsos eléctricos y la estabilización de las conexiones neuronales que sobrevivieron al proceso de poda.

Estos cambios suponen ventajas e inconvenientes. En esta fase de la vida el cerebro aún goza de la flexibilidad que tiene durante la infancia, de modo que todavía somos esponjas para aprender. Por otra parte, la falta de control de impulsos puede dar lugar a conductas de riesgo, como el consumo excesivo de alcohol o drogas, de tabaco o la práctica de sexo sin protección.

Entre las ventajas de esta etapa, a medida que los adolescentes avanzan a toda velocidad hacia la adultez y la independencia, portan en su interior la materia prima para convertir su cerebro en máquinas procesadoras. Para aprovechar al máximo esta etapa hay que dedicar toda la energía de la juventud a aprender y a tener experiencias nuevas. Pero nos guste o no, mientras estén en formación los circuitos para la toma de decisiones, el cerebro adolescente seguirá necesitando protección, aunque solo sea de sí mismo.

Una pendiente resbaladiza: la adultez

De modo que a comienzos de la veintena el cerebro ya habrá alcanzado la adultez, y hay que disfrutarla mientras dure. El máximo potencial del cerebro ocurre en torno a los veintidós años y dura tan solo media década. A partir de ahí todo va cuesta abajo.

Este largo y lento declive comienza hacia los veintisiete años y discurre a lo largo de la adultez, aunque distintas destrezas declinan a ritmos diferentes. Curiosamente, las primeras en decaer (las implicadas en el control ejecutivo, como la planificación y la coordinación de tareas) son las que tardaron más en aparecer durante la adolescencia. Estas dotes se asocian con la corteza prefrontal y temporal, las cuales siguen madurando hasta bien entrada la veintena.

La memoria episódica, que está implicada en el recuerdo de acontecimientos, también se pierde con rapidez, mientras que la velocidad de procesamiento del cerebro se frena y la memoria de trabajo no es capaz de guardar tanta información. Entonces, ¿a qué velocidad se produce el deterioro? Desde mediados de la veintena perdemos hasta un 1% cada década de

acuerdo con un test conocido como Mini-Mental State Examination (MMSE), algo así como Mini Examen del Estado Mental. Se trata de una prueba de aritmética, lenguaje y capacidades motoras básicas con 30 preguntas que suele usarse para determinar con qué rapidez nos deteriora la demencia. Una calificación de entre 3 y 4 puntos se considera clínicamente significativa. En otras palabras, el declive que sufrimos las personas entre los veinticinco y los sesenta y cinco años de edad tiene consecuencias reales.

Pero hay una ventaja. Las capacidades que decaen durante la adultez dependen de la *inteligencia fluida*, la velocidad de procesamiento que tiene el cerebro de por sí. Pero la denominada *inteligencia cristalizada*, que viene a ser lo mismo que la sabiduría, se mueve en la dirección opuesta. De modo que, aunque tu inteligencia fluida decaiga, al igual que la piel de la cara y el culo, la inteligencia cristalizada seguirá creciendo junto con tu cintura. Ambas parecen compensarse entre sí, al menos hasta que alcanzamos la sesentena o la setentena.

Hay otro motivo para ser optimistas. Mantenerse mental y físicamente activos, comer una dieta decente y evitar el tabaco, la bebida y las drogas parece ralentizar el declive inevitable. Y, si ya es demasiado tarde para llevar una vida modélica, que no cunda el pánico, aún te queda una oportunidad para revertirlo.

Tocados, pero no hundidos: la vejez

En el momento en que te jubilas, ya no hay ninguna duda: el cerebro no es lo que era. A los sesenta y cinco años la mayoría de nosotros empieza a notar los síntomas: olvidamos nombres de personas allegadas y a veces la cafetera aparece dentro de la nevera.

Hay buenas razones para que la memoria empiece a abandonarnos. En esta etapa de la vida perdemos células cerebrales de manera continua en áreas cruciales, como el hipocampo, la región donde se procesan los recuerdos. Esto no supone un gran problema en un primer momento; incluso en la vejez el cerebro es lo bastante flexible para compensarlo. Pero llega un momento en que la merma empieza a

- presión social 191
 presión, percepción de la 26, 38-39
 prestigio 232-233
 primates 14, 15, 24, 202, 203
 privación sensorial 31, 32
 probabilidad 31, 101
 procesamiento visuoespacial 63
 progenitores, influjo en el desarrollo emocional 19
 propiocepción 38, 87, 144, 251
 prosopagnosia 48-49
 proteína amiloide 215, 248
 Proyecto Implícito (Universidad de Harvard) 92
 pulpos 58-59, 71
- qualia* 69
- razón 116-117
 realidad 30-31
 receptores opioides mi 135
 reconocimiento 26, 35, 48-49
 red neuronal por defecto 88-89, 235
 redes sociales 149
reductio ad absurdum 116
 relaciones 154, 155
 religión 233
 REM, fase del sueño 212-213, 216, 220, 222, 224
 renovación celular 150-1
 renovación corporal 150-151
 reserva cognitiva 248, 249
 resolución de problemas véase también pensamiento
 creatividad 165
 estimulación transcraneal 253
 localización del control 26
 pulpos 59
 sistema uno y dos 100-101
 soñar despiertos 78, 169
 restauración fonémica 30-31
 retina 30, 34, 43
 risa 43, 241
- sacadas 30
 Sacks, Oliver 35
 salud mental 20-21, 206-207, 244-245
 saturación semántica 240
 Schrödinger, el gato de 117
 Schrödinger, Erwin 13, 68, 117
 sed 39
 sentido de la responsabilidad 148
 sentidos
 cantidad de 30, 36, 38-39
 clasificación 36
- consciencia 69, 70
 percepción 36-37
 sobrecarga sensorial 170-171
 serotonina 110-111, 238-239
 sesgos 83, 92, 100-101, 178, 179, 180-181, 182-183, 184, 189, 200-201, 234-235
 Shakespeare, William 197, 198
 sicobióticos 111
 sicología de los grupos 201, 203, 208
 sicopatía 146-147
 siestas 222-223
 simultagnosia 35
 sinapsis 25, 122
 síndrome de cautiverio 75
 síndrome de Cotard 156-157
 síndrome de la cabeza explosiva 218
 síndrome del sabio 252
 sinestesia 36-37, 41, 131
 sinestesia calendárica 41
 singularidad 166
 sistema de presión del sueño 213
 sistema inmunitario y soledad 207
 sistema nervioso entérico (SNE) 110-111
 sobrecarga cognitiva 57, 190
 sociedades humanas 14, 70, 154, 163, 196, 200, 207, 208
 soledad 206-207
 sonambulismo 218
 sonido 24, 32-33, 36
 soñar despiertos 78, 88, 169, 235
 Stanford, experimento en la prisión de 208
 Sturgeon, ley de 116
 subconsciente 40, 41 véase también inconsciente
 sueño véase también sueños
 actividad cerebral 112, 212-213
 actos inconscientes 86
 calidad del 220-221
 cantidad necesaria 216-217
 cerebro medio 23
 creatividad 16, 165, 225
 evolución 16
 memoria 139, 215, 222, 224-225
 pequeñas siestas 222-223
 razones del 214-215
 salud cerebral 262-263
 trastornos 218-219
 sueños 16, 212, 216, 224-225, 226-227
 superreconocedores de rostros 49
 supuestos implícitos 83, 92
- sustancia negra 23
 sustancias psicoactivas 54-5, 75, 157, 236-237, 256
 sustancias psicodélicas 157
- tabaquismo 54, 221, 236, 263
 tacto, sentido del
 alucinaciones e ilusiones 32, 33, 44-45, 77, 144
 localización del control 26, 38-39
 tálamo 23, 74, 224
 talento 65
 taxistas 49, 262-263
 tecnología háptica 44
 tecnologías de la información 99
 telencéfalo 23-25
 temperatura, percepción de la 38-39
 tentación 94
 teoría de la carga cognitiva 79
 teoría de la mente 196-197, 233
 teoría del empujón (*nudge*) 184-185
 terapia cognitivo-conductual 245
 test cognitivos 62-63, 137
 tiempo congelado, ilusión del 30
 tiempo, percepción del 40-41
 toma de decisiones
 adolescencia 19
 bajo los efectos de drogas 237
 economía conductual 184
 emociones y 178, 179, 181, 189
 errores 234
 evolución 71
 heurística de la representatividad 101
 imaginación 169
 inconsciente 82-83, 92-93
 inteligencia 180-181
 mejorada 188-191
 procesos cerebrales 192-193
 racionalidad 178, 180-181, 184, 193
 sesgos 178, 179, 180-181, 182-183, 184, 189, 234-235
 teoría del empujón 184-185
 trastorno bipolar 170, 171, 214
 trastorno de despersonalización 156
 trastorno de estrés posttraumático 225, 245
 trastorno de identidad de la integridad corporal 156
 trastorno esquizotípico de la personalidad 170
 trastorno obsesivo compulsivo 95, 127, 238
- trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) 79, 89
 tribalismo 231
 tronco cerebral 24, 224
- unión temporoparietal 144
- vegetativo, estado 74, 75, 89
 venganza 232
- visión
 alucinaciones 32-33, 76-77
 cantidad de sentidos 36
 ceguera por falta de atención 42-43, 79
 ilusión del tiempo congelado 30
 ilusiones ópticas 42-43, 46-47
 lóbulo occipital 24, 26
 localización del control de la 39
 mensajes subliminales 82, 83, 86-87
 percepción 30, 34, 40, 113
 percepción del tiempo 40
 receptores 37
 velocidad de procesamiento 43
 visión ciega 109
 vista véase visión
 vocalización 15-16
 voz al mentir 91
- yo, el véase también personalidad
 como ilusión 142-143, 163
 consciencia moral 152-153
 duración del yo 145
 el yo social 155
 localización del yo 144-145
 meditación 259
 noción del yo 142-143
 regeneración del cuerpo 150-151
 sustancias psicodélicas 157
 trastornos 156-157
- zombis 69

Título original: *The Brain. A user's guide*
Publicado por primera vez en Gran Bretaña en 2018
por John Murray (Publishers), un sello de Hachette UK
Publicado por primera vez en Estados Unidos de América
por Nicholas Brealey Publishing

Ilustraciones: Valentina D'Efilippo 2018
Diseño: Nicky Barneby
Textos adicionales de Helen Thomson, Caroline Williams
y Graham Lawton
Verificación de datos de Chris Simms

Edición electrónica 2021
www.alianzaeditorial.es

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeran, plagiaran, distribuyeran o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Copyright © *New Scientist* 2018
© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2021
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15; 28027 Madrid
ISBN: 978-84-1362-060-2
Primera edición digital 2021

SI QUIERE RECIBIR INFORMACIÓN PERIÓDICA SOBRE LAS NOVEDADES DE
ALIANZA EDITORIAL, ENVÍE UN CORREO ELECTRÓNICO A LA DIRECCIÓN:
alianzaeditorial@anaya.es
