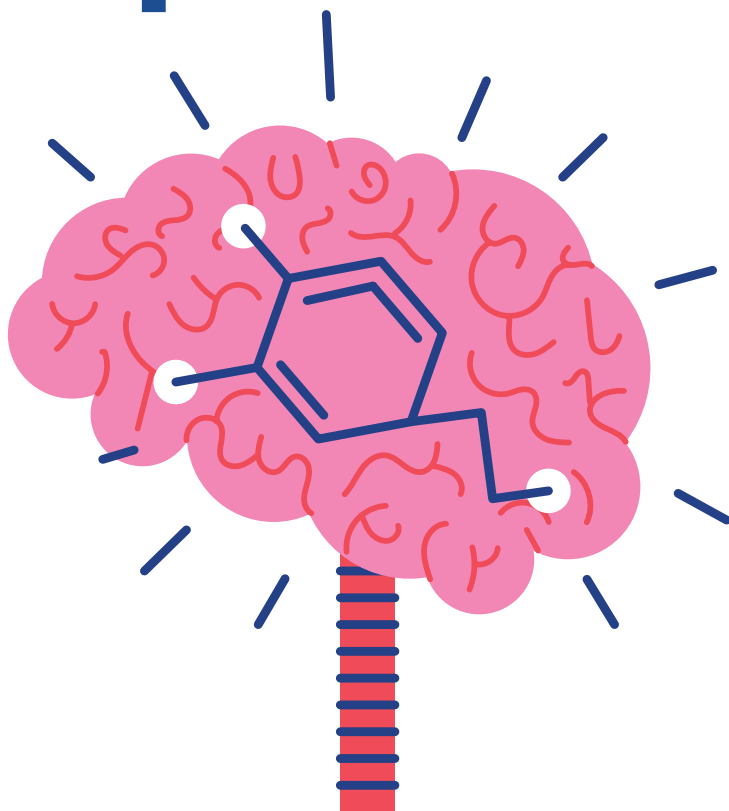


JONATHAN BENITO

# Redefine imposible



Tu cerebro es la herramienta

JONATHAN BENITO SIPOS

# REDEFINE IMPOSIBLE

*Tu cerebro es la herramienta*

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

© Jonathan Benito Sipos, 2021  
Autor representado por EDITABUNDO, S. L.  
© Editorial Planeta, S. A., 2021  
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona  
[www.editorial.planeta.es](http://www.editorial.planeta.es)  
[www.planetadelibros.com](http://www.planetadelibros.com)

*El verdadero valor del anillo* – Un cuento de Jorge Bucay inspirado en una vieja historia jasídica. Texto incluido en *Déjame que te cuente* © 1999, Jorge Bucay  
Licencia editorial otorgada por Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U.  
© de las ilustraciones del interior: © J. Mauricio Restrepo; Célula de Purkinje del cerebelo del hombre adulto de Ramón y Cajal © Jean Vigne / Kharbine-Tapabor

Primera edición: octubre de 2021  
Depósito legal: B. 13.543-2021  
ISBN: 978-84-08-24698-5  
Preimpresión: Realización Planeta  
Impresión: Romanyà Valls  
Printed in Spain – Impreso en España



El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible

# Índice

<i>Introducción</i> . . . . .	13
1. Redescubre tu cerebro. . . . .	19
2. El contexto adecuado: la tríada del éxito . . . . .	43
3. Mucho más allá de la tríada del éxito . . . . .	79
4. La fórmula del éxito . . . . .	127
5. Gestiona tu tiempo. . . . .	177
6. Unos regalos antes de terminar . . . . .	205
<i>Conclusión. No hay oasis sin desierto</i> . . . . .	221
<i>Contacto del autor</i> . . . . .	237

# 1

## Redescubre tu cerebro

**¿Cuál es la biología básica del cerebro?**  
**¿Para qué se construyó?**

Es posible que muchos de vosotros estéis escandalizados con la segunda pregunta, pues es cierto que en la evolución las cosas no se construyen bajo un pensamiento teleológico, es decir, no se construyen con ningún fin, sino que se seleccionan aquellas formas que mejor se adaptan a las circunstancias del momento. Sin embargo, para simplificar el libro, hablaré en términos teleológicos, así que repito de nuevo la pregunta: ¿para qué se construyó el cerebro?

Para responder a esta pregunta vamos a ir a un punto muy básico de la biología elemental. ¿Qué es un ser vivo? Una aceptación generalizada es que un ser vivo es un conjunto de materia organizada de forma compleja que se relaciona más o menos con el medio ambiente y cuya característica principal es la de tener la capacidad de reproducirse, esto es, hacer copias similares de sí mismo. El resto de las funciones son discutibles, pero la de reproducirse resulta crucial.

Los seres vivos han ido adquiriendo complejidad a lo lar-

go de la evolución. Y encontramos aquí un hecho muy interesante, y es que, en un momento determinado de la evolución, hubo unos seres que decidieron que si el alimento no llegaba a ellos, ellos llegarían al alimento. Y para lograrlo desarrollaron sistemas que les permitiesen moverse, desplazarse, en contraposición con otras formas de vida —fundamentalmente las plantas— que optaron por ser sésiles y permanecer ancladas a un sustrato.

La capacidad de moverse y explorar los forzó de alguna manera a dotarse de una serie de sensores para poder reconocer el mundo que los rodeaba, localizar alimento, detectar los peligros y encontrarse con individuos de su misma especie para poder reproducirse. La adquisición de estos sensores obligó a la existencia de un centro de control, que supiese interpretar la información que llegaba de ellos y que tuviese la capacidad de tomar decisiones y reaccionar de alguna manera en base a dicha información, así como de coordinar sus propios y complejos movimientos. Y de esta manera se fueron construyendo los sistemas nerviosos. Según fue pasando el tiempo, los sistemas nerviosos fueron siendo más y más complejos, pero jamás olvidaron su misión fundamental: la de sobrevivir y reproducirse. Recordemos, una especie que no se reproduzca se extingue. Así que la evolución estableció fuertes presiones biológicas para que los sistemas nerviosos fuesen muy buenos haciendo esas dos cosas. Los que no fueron buenos en esas dos misiones encomendadas no se reprodujeron y no llegaron hasta nosotros. Por tanto, somos herederos de los sistemas nerviosos que hicieron bien su trabajo.

Como conclusión de todo lo anterior, que no se te olvide jamás que **incluso en los seres vivos más sofisticados —di-**

**gamos que somos nosotros— el cometido último del cerebro es garantizar la supervivencia y reproducción del cuerpo que lo alberga.**

Aquí entramos, sin duda alguna, en un terreno incómodo para una mayoría. Un tema políticamente muy poco correcto. Para la ciencia es indiscutible, pero para la sociedad puede resultar hasta insultante. Nos gusta pensar que nosotros, los humanos, somos algo distinto, algo más evolucionado. Queremos creer que somos seres lo suficientemente desarrollados e inteligentes como para poder decidir por encima de los caprichos de la biología. Una gran mayoría se niega a ser como el resto de los animales, pero en líneas generales lo somos. Los valores y la cultura pueden modificar nuestros instintos, pero no los pueden apagar del todo.

No podemos justificar ningún comportamiento inmoral por nuestros instintos. Rotundamente no. Pero no deja de ser menos cierto que la motivación interna estará brutalmente condicionada por nuestro programa biológico. Por ejemplo, vamos a tener una apetencia absoluta por el dulce, motivada, como veremos, por cuestiones evolutivas. Pero eso no quiere decir que no tengamos nosotros la voluntad suficiente para decidir si nos comemos o no un bombón. Podemos decidir no comer bombones, pero nuestro cerebro siempre nos animará a hacerlo. Pues así con casi todo.

Obviamente, los límites los marca la supervivencia; podemos negarnos a beber agua, podemos querer imponer nuestra racionalidad a nuestra fisiología, pero el resultado es que el cerebro que haga eso llevará a ese cuerpo a la muerte, y la selección natural no va a favorecer ese tipo de comportamientos.

«Podemos sacar al hombre de la selva, pero no podemos sacar la selva del hombre.»

Para los más escépticos, ahondaremos en nuestro comportamiento poniendo como ejemplo la alimentación. Como resulta obvio, esta se halla íntimamente unida a la supervivencia, y vamos a ver cómo se las gasta el cerebro con aquellos aspectos que se le encomiendan. Nuestro cerebro creció en un ambiente en el que existía una gran carestía de alimentos, un entorno en el que era común encontrarse con varios días de ayuno después de una comida. En realidad, esto sigue siendo así para la mayoría de los animales, excepto entre los seres humanos que cuentan con los recursos suficientes y los animales que estos han domesticado. Ningún animal en la naturaleza tiene a su disposición todo el alimento que se le antoje, y generalmente conseguirlo requiere un gran esfuerzo, e incluso en ocasiones poner la propia vida del que lo persigue en juego. Por tanto, como el alimento es un bien escaso pero imprescindible para la supervivencia, se seleccionaron enseguida aquellos individuos cuyo metabolismo era capaz de acumular grandes reservas alimenticias con las que poder subsistir en un período de ayunas.

Hoy, en el primer mundo, esos metabolismos pagan el precio de engordar y desarrollar enfermedades derivadas de la obesidad. Pero nuestro cerebro sigue comportándose como lo hacía cuando no era así. Sus arraigados programas internos le siguen diciendo que intente comer cuanto más mejor. Se verá continuamente motivado por alimentos ricos en calorías. Si llevases una semana sin comer y tuvieses la certeza de que después de la comida de hoy vas a estar otra semana sin comer, qué elegirías: ¿una ensalada de tomate y lechuga o una pizza?



Elegiríamos una pizza, porque el cerebro asocia esos sabores a alimentos ricos en calorías, y eso le gusta. Con el dulce pasa igual, lo identifica con un grupo de alimentos de alto contenido calórico, muy convenientes para poder almacenar energía. Por tanto, nos toca estar luchando constantemente contra la apetencia de alimentos, luchando para tener voluntad de controlarnos con la comida y no comer todo lo que deseamos. Tarea, como bien sabemos, harto difícil. Pues así funciona con todos los aspectos que tienen que ver con la supervivencia y la reproducción. Siempre que pueda, nos motivará a tomar decisiones que favorezcan ambas cosas.

Todo esto de la toma de decisiones desde el subconsciente te puede parecer horrible, pero no lo es. Gracias a las decisiones que toma nuestro cerebro sin consultarnos, nuestro linaje consiguió llegar hasta aquí. Nosotros, los humanos, somos los supervivientes de millones y millones de cerebros irracionales que tomaron decisiones en aras de sobrevivir y reproducirse.

¿Y qué ocurre en un mundo donde las necesidades básicas de supervivencia están garantizadas? Pues ocurre que el cerebro se encuentra algo perdido, desorientado. Con la sensación de «y ¿ahora qué hago?». Se instala en una zona de relativo confort de la que le cuesta muchísimo trabajo salir. El problema es que, si bien las necesidades básicas de supervivencia están cubiertas, no lo están las de realización y satisfacción, y eso genera un problema enorme. Por tanto, uno de los retos de este libro es aprovechar una de las grandes cualidades que tiene nuestro cerebro, su enorme plasticidad, y reprogramar la máquina para sacarlo de esa zona de confort y poner a trabajar todo su potencial, que como veremos es descomunal, en tareas que nos realicen como personas y nos permitan ser lo

más felices posible. En definitiva, que podamos acercarnos al máximo a nuestro yo ideal. Vamos a redefinir imposible. ¿Te apuntas?

## Lo que llevas en la cabeza

Los seres humanos, en general, mostramos cierta obsesión por contar con el último modelo tecnológico del mercado; podemos llegar a pensar, lo cual en algunos contextos puede ser cierto, que sin ese último modelo no podemos progresar y competir. Muy pocas veces percibimos de forma consciente que para poder progresar, **para poder mejorar, para poder sacar la mejor versión de nosotros mismos, la mejor herramienta ya la tenemos: el cerebro.**

Alguien me podrá decir que habrá máquinas creadas por el ser humano que superan al cerebro en velocidad de cálculo, velocidad de procesamiento y memoria. Y sí, puede ser verdad, pero tu cerebro tiene recursos que estas máquinas no tendrán nunca. Recursos como la imaginación, la capacidad de abstracción y, sobre todo, en lo que nos vamos a centrar en este libro, la plasticidad neuronal. Tu cerebro tiene la capacidad de reestructurarse, reorganizarse, adaptarse a escenarios nuevos y, por tanto, permitirte ser mejor y más potente día a día.

En el año 2013, la prestigiosa editorial científica Elsevier nos invitó al reconocido neurocientífico sueco Stefan Thor y mí a escribir un capítulo para una completísima enciclopedia sobre neurociencia. En esto estábamos, haciendo una introducción sobre el sistema nervioso central, cuando llegó el momento de hablar del cerebro. Lógicamente, tuvimos que hacerlo con cierto detalle y gran exactitud, pues era una enci-

lopedia destinada a otros neurocientíficos profesionales. Tras explicar la cantidad de células que lo componen, los tipos celulares que contiene y el ingente número de conexiones que conforman su arquitectura, le mandé a Stefan una propuesta que decía: «Innegablemente, esto hace que el cerebro humano sea el más sofisticado y complejo “aparato” de la tierra». Para ser sincero, conociendo cómo somos los científicos a la hora de escribir textos especializados, pensé que, si no me lo quitaba Stefan, serían los editores los que nos harían eliminar eso del «aparato más sofisticado y complejo», aunque me costaba encontrar motivos para hacerlo. Nadie lo quitó, es más, en uno de los comentarios nos pusieron: «Cierto, lo es...».

¿Qué quiero decir con esto? Ni más ni menos que el «aparato» que tienes en la cabeza y que te está permitiendo leer estas líneas es, hasta donde sabemos, el más complejo y sofisticado que existe, al menos, en el planeta azul. Y, honestamente, creo que nos moriremos como especie antes de que esta realidad cambie. El cerebro humano —me centro en el nuestro, pero no subestimemos ningún otro, por pequeño que sea— puede hacer cosas que ningún dispositivo inventado por el hombre sería algún día capaz de soñar.

«Es en el cerebro donde todo tiene lugar.»

Oscar Wilde

No te preocupes, que esto no va a ser un manual de neurofisiología, pero sí creo que debes tener unas nociones básicas del funcionamiento y del potencial de ese órgano, porque es el que vas a utilizar para lograr tus metas.

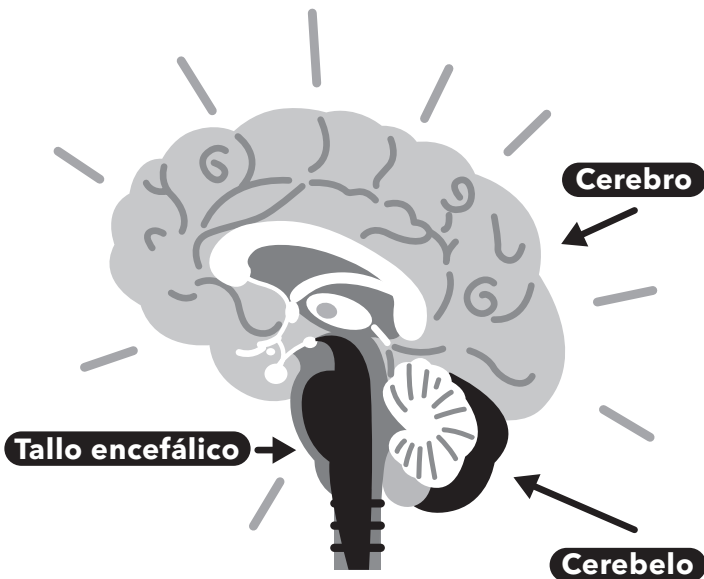
En la cultura popular se llama «cerebro» a lo que en neurociencia conocemos como «encéfalo», que quiere decir «den-

tro de la cabeza». En realidad, el cerebro es una de las tres partes que conforman el encéfalo, que se compone de:

- El propio **cerebro** (cuyo nombre proviene de lenguas indoeuropeas: la raíz *Ker-* quiere decir «cabeza», y el sufijo *-ebrum*, «llevar», con el significado ancestral de «lo que lleva la cabeza»), que es la primera y más grande estructura del encéfalo.
- La segunda es el **cerebelo** (que quiere decir «pequeño cerebro»).
- La tercera es el **tronco encefálico** o tallo cerebral.

¿A qué se dedican estas estructuras? Del cerebro nos iremos ocupando poco a poco a lo largo del libro, vamos a por las otras dos.

El **cerebelo** se encarga de muchas más cosas de las que nos imaginábamos hace unos años. Fundamentalmente, su



trabajo consiste en realizar los cálculos necesarios para que nuestros movimientos sean precisos. Por ejemplo: piensa en coger con la mano un objeto que tengas cerca. Antes de hacerlo, tu cerebelo habrá calculado los movimientos necesarios para llegar exactamente a ese objeto. Además, calcula su peso para contraer los músculos en la proporción exacta. Por eso, cuando el peso real varía mucho del esperado, por ejemplo, cuando es mucho menor, el movimiento que realizamos está sobredimensionado y es muy brusco. Un ejemplo de movimiento preciso controlado por el cerebelo es la escritura: piensa durante un instante en la sutileza con la que se coordinan y se contraen los músculos de los dedos al escribir, o también lo puedes ver al enhebrar una aguja. Además, estudios más recientes relacionan al cerebelo con funciones cognitivas puramente dichas, por ejemplo, en el procesamiento del lenguaje y de la música.

El **tallo cerebral** es, para que nos entendamos, la parte que une la médula espinal con el encéfalo. Si se me permite la burda comparación, es el final del palo del chupachups. Este tallo es mucho más complejo de lo que uno se puede imaginar. Por resumirlo rápidamente, podemos decir que se encarga de las funciones más básicas, pero cruciales, para la supervivencia: respirar, ritmo cardíaco... Como curiosidad, en el tallo cerebral se encuentra una estructura llamada el «centro del vómito», que es una especie de ventana hacia la sangre, de tal suerte que constantemente vigila si en esta hay alguna sustancia tóxica. En caso de encontrarla, activa el reflejo del vómito, para vaciar el digestivo, que es por donde entran la mayoría de las sustancias tóxicas, y evitar que siga pasando dicha sustancia a la sangre.

Ni el cerebelo ni el tallo cerebral son estructuras sencillas,

pero ninguna de las dos tiene, ni de lejos, tanta complejidad como el cerebro. Este es una masa gelatinosa de poco más de un kilogramo de peso cuyos misterios iremos descubriendo a lo largo de este libro.

Y quizás en este momento te estés preguntando dónde está la mente en todo este contexto. ¿Qué es la mente? Dicho de una forma muy rápida, es el conjunto de procesos desarrollados por el sistema nervioso central, aunque para simplificarlo vamos a dejarlo en el conjunto de procesos desarrollados por el encéfalo. Puede sonar un poco burdo, pero igual que el riñón produce orina, el encéfalo produce mente. Es decir, la mente no es etérea, sino que tiene un sustrato y una explicación física. El estudio biológico de la mente es la neurociencia. Por suerte, ya nadie en su sano juicio considera la mente y el encéfalo, o el sistema nervioso central, como entidades independientes.

## **¿Qué recursos tiene la neurociencia para saber cómo funciona el cerebro?**

¿Te has planteado alguna vez qué herramientas tiene la neurociencia para conocer cómo funciona el cerebro? Existen muchas aproximaciones. Algunas de ellas son inferencias de cómo funciona el cerebro de otros animales que utilizamos como modelo de estudio, pero los abordajes para estudiar cómo funciona el cerebro humano son principalmente tres.

La primera aproximación viene de la mano de la **neurocirugía**, fundamentalmente la de la primera mitad del siglo xx. Fueron varios los neurocirujanos que contribuyeron al conocimiento del cerebro, pero de entre todos ellos sobresale un

ilustre canadiense llamado Wilder Penfield. El trabajo de Penfield consistía en tratar de curar a pacientes que tras un traumatismo craneal habían adquirido un tipo de epilepsia causada por tejido cicatrizal del traumatismo. Para curarlos, Wilder Penfield debía averiguar dónde se encontraba el foco de dichos ataques, porque si conseguía extirpar el foco, desaparecería la epilepsia. Para ello estimulaba distintas partes del cerebro hasta que los pacientes describían sentir la misma sensación que precedía al ataque en sí. Por este motivo, ese tipo de operaciones se realizan con el individuo despierto. El cráneo tiene multitud de receptores del dolor, llamados «nociceptores» —*nocere* proviene del latín y significa «herir»—, pero el cerebro en sí no posee ningún receptor de dolor. Por tanto, se anestesia al paciente para que no sienta el dolor que supone romper el cráneo, pero una vez que se accede al cerebro, el neurocirujano puede trabajar con cierta tranquilidad.

Al estimular distintas zonas del cerebro, los pacientes de Penfield describían las sensaciones que experimentaban, o bien movían un determinado músculo, o bien se evocaba un recuerdo. Por ejemplo, si al estimular una región concreta el individuo describía una sensación como si le estuvieran tocando el labio inferior, se deducía que esa región del cerebro se encarga de gestionar el tacto del labio inferior. Wilder Penfield llegó a realizar casi cuatrocientas intervenciones de estas características, y las aprovechó para mapear la función de buena parte del cerebro.

La segunda aproximación nos viene del mundo de las **enfermedades**, fundamentalmente tumores e infartos cerebrales. La lógica es muy fácil de entender: si un paciente presenta un infarto cerebral en una zona concreta, y como consecuencia no puede hablar, lo que se conoce como «afasia», podemos

deducir que el área infartada de alguna manera gestiona el lenguaje. Y así con todo. Por desgracia para los enfermos, en la historia de la medicina clínica se ha podido estudiar una enorme colección de infartos y tumores a lo largo de los años, lo cual ha contribuido notablemente a entender el funcionamiento de gran parte del cerebro.

La tercera y última aproximación viene de un mundo menos hostil que los dos anteriores, el de las **máquinas de resonancia magnética funcional**. Cuando se activa alguna región del cerebro, esta demanda más oxígeno para poder trabajar, y el incremento se puede monitorizar gracias a las propiedades magnéticas de la molécula que transporta el oxígeno, llamada hemoglobina. Imagina que introducimos a una persona en una máquina de resonancia magnética funcional y experimenta un orgasmo. Podríamos inferir que las regiones que se activan en su cerebro en ese momento son aquellas que gestionan el placer. Esto sería una simplificación de la técnica, pero suficiente para poderlo entender. De esta manera se ha podido completar y ampliar el conocimiento que ya se tenía sobre el cerebro.

Estas son, como decía anteriormente, tres de las principales herramientas que tiene la neurociencia para poder entender cómo funciona el cerebro, aunque no son las únicas. Los mecanismos biológicos fundamentales están altamente conservados en distintos animales, por lo que el conocimiento de modelos experimentales nos ha permitido avanzar a pasos gigantados en el conocimiento de nuestro propio cerebro. Es en estos modelos animales donde se puede aplicar toda la última tecnología de la biología molecular, la genética y la ingeniería genética para poder entender con gran precisión los mecanismos fundamentales del funcionamiento del cerebro.

Con ayuda de todas estas aproximaciones hemos logrado



avanzar mucho en el conocimiento del cerebro, sabiendo con gran precisión a qué se dedican cada una de sus partes. Llegados a este punto, ¿con qué nivel de precisión conocemos el funcionamiento de cada una de las regiones del cerebro?

Yo diría que con mucho, aunque hemos de ser humildes y reconocer que es bastante más lo que ignoramos del cerebro que lo que conocemos de él. Vamos a ver un par de ejemplos para ilustrar en detalle la precisión con la que está mapeado.

Imaginémonos que tenemos la mala suerte de que se nos microinfarta —esto quiere decir que deja de tener riego sanguíneo y por tanto se muere— una pequeña zona de corteza cerebral occipital, que en neurociencia conocemos como la «V4». Esta zona está situada en el corazón de la llamada «corteza visual primaria», que como su nombre indica se dedica a la gestión de la información visual. ¿Y qué ocurre si se nos daña esa pequeña región llamada «V4»? ¿Dejamos de ver? No, no dejamos de ver. Veríamos con gran precisión, pero tendríamos un pequeño problema...: a partir de ese momento, nuestra visión sería en blanco y negro para el resto de nuestra vida. Esta condición se denomina «acromatopsia». Curiosamente, los fotorreceptores de la retina que nos posibilitan ver en color están intactos, pero como la región V4 se dedica a gestionar el color, y esta zona se ha dañado, no es posible volver a ver en color. Pero el castigo es incluso mayor. No solo no volveremos a ver en color para el resto de nuestra vida, sino que tampoco seremos capaces de volver a teñir de color nuestros recuerdos. Esa zona gestiona la visión de imágenes en color, tanto las que vemos a tiempo real como las que recordamos. Sorprendente, ¿no?

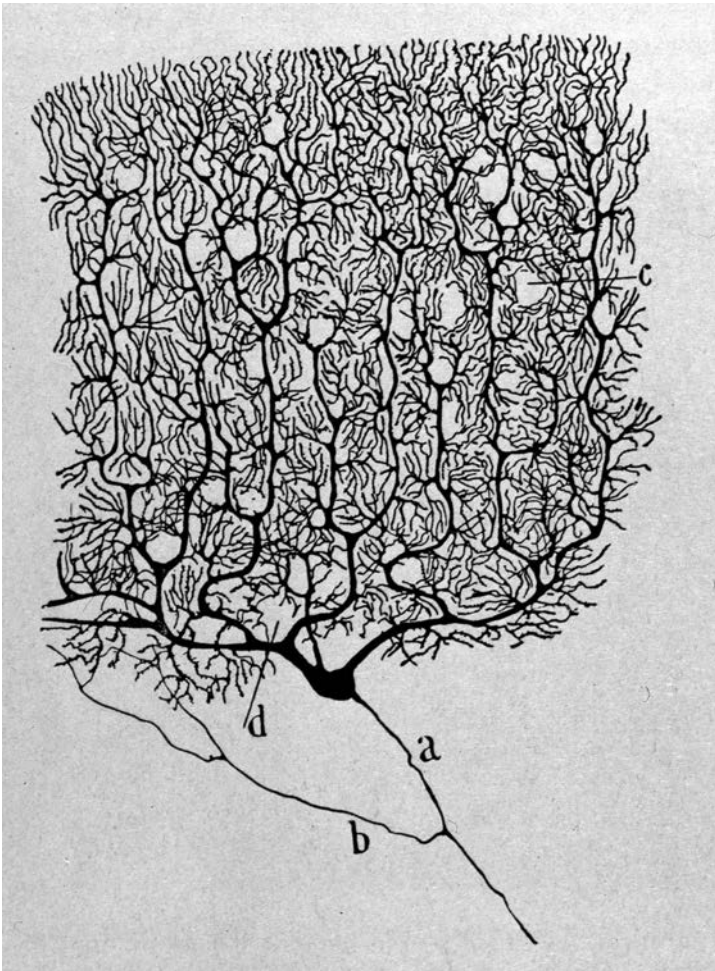
Sin embargo, si lo que se nos microinfarta es la V5, la zona de la corteza justamente adyacente a la V4, no vamos a

tener ningún problema para ver en color. Percibiremos en color tanto las imágenes a tiempo real como las recordadas. ¿Qué es lo que pasará entonces? Pues que lo que se va a ver comprometido es nuestra capacidad para percibir el movimiento. Esta patología se conoce con el nombre de «acinetopsia», y es una condición terriblemente peligrosa porque imposibilita seguir el movimiento de los objetos. El mundo de los que la padecen pasa a ser como una película en la que se actualiza el fotograma cada pocos segundos. Imagina lo peligroso que puede resultar cruzar la calle para estas personas.

Como puedes comprobar, se ha mapeado con gran precisión a qué se dedican las distintas zonas del cerebro. Y es en este mapeo donde se han descubierto zonas ciertamente enigmáticas. Se trata de las llamadas «áreas asociativas», y los estudios sobre ellas indican que se encargan de funciones cognitivas elevadas. ¿Por qué son enigmáticas? Por un lado, son áreas cuya función no está tan bien caracterizada como en los ejemplos anteriores, y esto siempre despista la lógica del ser humano, pero sobre todo porque parecen ser el primer peldaño de la plasticidad neuronal. Los estudios más recientes nos sugieren que pueden actuar como el comodín de la baraja. ¿En qué sentido? Se ha observado que en determinados contextos, y ante determinadas dificultades, estas áreas pueden asumir funciones que hasta ahora estaban realizando otras que por el motivo que sea se han dañado. Y si pueden asumir funciones de otras áreas, por qué no pensar que puedan adquirir funciones completamente nuevas. El potencial plástico del cerebro es descomunal, no nos deja de sorprender. Cuando parece que ya hemos descubierto lo más sorprendente es cuando se descubre algo nuevo que nos vuelve a cambiar los esquemas.

## ¿Cuál es el sustrato anatómico y fisiológico de esos recursos prácticamente ilimitados?

Una de las mayores intrigas desde tiempos inmemoriales es conocer cuál es la base físico-química de la mente, de los pensamientos, de las emociones... y, en el caso particular del objetivo de este libro, nos preocupa conocer en qué se fundamenta la plasticidad neuronal.



Neurona de Purkinje dibujada por Ramón y Cajal.

Si nos pudiésemos asomar mediante un microscopio al interior de nuestro cerebro, nos encontraríamos con una microarquitectura que dejaría boquiabierto al ingeniero informático más experimentado en diseñar procesadores.

Quizás lo primero que nos llamaría la atención sería un tipo de células nerviosas conocidas como «neuronas». Cada una de estas células tiene de por sí una complejidad increíble, como podemos ver en la figura asociada, donde se muestra una neurona de Purkinje dibujada por don Santiago Ramón y Cajal.

**Las neuronas son las células con mayor protagonismo en la gestión de la información, del intelecto y de procesos cognitivos variados.** El número de neuronas que poseemos es abrumador, pues tenemos casi cien mil millones. Este puede ser un número un tanto abstracto, pero para entender su magnitud diremos que es el equivalente de la población mundial multiplicada por quince. Eso de por sí es un número descomunal. Pero aún más sorprendente es el hecho de que cada una de ellas se comunica, por un fenómeno denominado «sinapsis», con otras diez mil compañeras suyas.

Imagínate a Rafael Nadal jugando en la pista de Wimbledon con las gradas llenas, lo que equivale, más o menos, a diez mil personas. Ahora imagina que, para realizar cualquier movimiento, Rafa tuviera que escuchar a cada una de esas diez mil personas, y en base a ello tomar una decisión. Y que eso lo hiciese a tiempo real, sin que nosotros pudiéramos percibir el menor retraso en la toma de sus decisiones... Pues justamente eso es lo que está haciendo cada una de tus neuronas mientras estás interpretando estas líneas. Si haces cuentas, y multiplicas el número de cien mil millones de neuronas por diez mil con-

tactos de cada una, nos sale la friolera de mil millones de millones. Ese número es la complejidad base de nuestro entramado neuronal.

Pero en el cerebro no solo tenemos neuronas, sino que poseemos otro tipo de células, las llamadas «células de la glía». Antiguamente se pensaba que estas eran un mero sostén de las neuronas, de hecho, «glía» viene del vocablo griego γλία, que quiere decir «pegamento». Pero con el tiempo se ha ido descubriendo que la glía dista mucho de ser un mero elemento de soporte de las neuronas, y hoy en día se la denomina «el gigante dormido de la neurociencia» porque, según avanzan las investigaciones, cada vez está más clara su implicación activa en labores de cognición. Probablemente en los próximos años estas células nos deparen muchas sorpresas.

¿Y cuánta glía tenemos? Pues tenemos el mismo número de glía que de neuronas, es decir, casi cien mil millones: otra vez la población mundial multiplicada por quince. Como puedes ver, la cantidad de células que tenemos en la cabeza es un número completamente abrumador: treinta veces la población mundial.

Y te voy a dar un último dato antes de terminar con esta breve descripción del sistema nervioso: las neuronas poseen una prolongación llamada «axón», que tiene muchas analogías con un cable. De hecho, su función primordial es la de transportar electricidad. Bien, pues si pudiésemos poner en hilera todas estas prolongaciones, tendríamos un cable de una longitud increíble. ¿Cómo de increíble? Lo suficiente para dar la vuelta a la Tierra por el ecuador quince veces.

Yo creo que estos datos ilustran una complejidad que probablemente sea difícil de comprender por nuestro intelecto. Pero que no te sorprenda, hay un problema metafísico detrás... ¿Podrá el cerebro entender cómo funciona él mismo?

¿Podrían los ordenadores, sin las instrucciones del ingeniero que los creó, llegar a entender cómo funcionan? Ahí dejo esa reflexión para una conversación de sobremesa.

El caso es que la complejidad que muestra el sistema nervioso es enorme, por lo que no resulta extraño que los recursos que presenta este órgano sean prácticamente ilimitados, o siendo limitados, estén muy por encima de lo que la lógica humana puede llegar a imaginar. Por tanto, aunque parezca magia, en el fondo no lo es: **la complejidad abrumadora es el sustrato de recursos ilimitados a los ojos del intelecto humano.**

¿Y cuáles son esos recursos del cerebro? Los conocidos son muchos, sin duda, y desde la neurociencia barruntamos que aún son muchos más los que quedan por descubrir. Hace unos meses salía una publicación en la que se demostraba que la corteza auditiva predecía el sonido antes de que este le llegase... Hace unas semanas se descubrió que, de alguna manera que aún ignoramos, nuestro cerebro es capaz de detectar el campo magnético de la Tierra. Los recursos clásicos ya son de por sí sorprendentes: la capacidad de abstracción, la imaginación..., pero hay un recurso que conocemos hace tiempo que cada vez nos está dando más y más agradables sorpresas. **El cerebro no es solo una máquina dotada de infinidad de recursos estáticos, sino que es un dispositivo capaz de modificarse, adaptarse a muy diferentes contextos, mejorar...** Fundamentalmente de eso va a tratar este libro: del potencial plástico que tiene el cerebro, la capacidad de mejorar y evolucionar a lo largo de nuestras vidas. El cambio y la mejora son posibles. Una de las grandes sorpresas de la última década es que se ha comprobado que mediante cambios de hábitos y cambios de actitud se puede modificar la biología del cerebro, al igual que lo puede hacer un fármaco.

## La plasticidad neural o cerebral

Como decimos es la capacidad que tiene el cerebro de modificarse, de cambiar. El cerebro se transforma constantemente, cada vez que aprendemos un concepto o una tarea, algo dentro de él se altera. Una pequeña parte de su microarquitectura se modifica para que ese nuevo aprendizaje quede como parte de nuestro nuevo acervo de posibilidades y recursos de cara al futuro. Sin embargo, tal y como veremos a lo largo del libro, los cambios no son siempre menores, y **la plasticidad emerge como un potencial cuyos límites probablemente vengan establecidos más por la determinación de cada persona que por las limitaciones que ofrece el cerebro**. Obviamente, hay que dejar claro que por mucha determinación que tenga una persona habrá cosas que, por cuestiones obvias, nunca podrá hacer; un ser humano sin ninguna ayuda externa jamás podrá volar, por mucho que se empeñe. Pero en otras ocasiones, tal y como veremos, los límites de las posibilidades son simplemente increíbles.

¿En qué se basa la plasticidad neuronal? Fundamentalmente en dos conceptos:

### *Incorporación de nuevas neuronas*

Este punto ha sido un debate feroz en neurociencia durante las dos últimas décadas. Felizmente, un grupo de neurocientíficos liderado por la doctora María Llorens-Martín publicó en el año 2019 un artículo en la prestigiosa revista *Nature Medicine* que ha zanjado la discusión: definitivamente, se incorporan nuevas neuronas en el cerebro adulto. Hasta enton-

ces se había visto que en modelos animales sí había incorporación de nuevas neuronas en adulto, concretamente en una región del cerebro llamada «hipocampo», esencial para el aprendizaje y la memoria. Sin embargo, los estudios en humanos habían sido mucho más polémicos, y aunque existían investigaciones que apoyaban fuertemente el nacimiento de estas nuevas neuronas, había también muchas publicaciones donde no las veían.

En ciencia tenemos una máxima: **«La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia»**. ¿Qué quiere decir esto? Pues que si tú vas al parque de atracciones y no ves a Mariano no puedes asegurar que Mariano no estuviera en el parque de atracciones, lo máximo que puedes asegurar es que tú no lo has visto. Por tanto, el hecho de que muchos investigadores no hayan visto neurogénesis no quiere decir que no exista. ¿Cuál es la diferencia del grupo de María respecto al resto? Pues que ellos han tenido la habilidad de desarrollar un protocolo que permite conservar mucho mejor los cerebros de individuos recién fallecidos, y de esa manera no solo han constatado que la formación de nuevas neuronas (neurogénesis) en el cerebro adulto existe, sino que además esta es abundante. Pero sus investigaciones han llegado aún más lejos, puesto que han demostrado que este proceso de formación de nuevas neuronas está altamente activo incluso en individuos de ochenta y siete años de edad.

Gracias a todos los estudios previos llevados a cabo en modelos animales, sabemos que esas neuronas recién nacidas se incorporan a nuevos circuitos. Pero esto solo ocurre si se produce un contexto adecuado. Sin esas condiciones, las nuevas neuronas mueren por un proceso llamado «apoptosis», que es una muerte celular programada; básicamente lo que se



conoce como «suicidio celular», que por cierto es un fenómeno muy común en un ser vivo.

Por tanto, uno de los retos es saber crear el contexto adecuado para que esas neuronas recién nacidas no se mueran, sino que se incorporen a circuitos funcionales e incrementen nuestras capacidades. En este libro aprenderemos a crear ese contexto.

### *Remodelación de las neuronas existentes*

La incorporación de nuevas neuronas a lo largo de toda nuestra vida, sobre todo en las regiones implicadas en el aprendizaje, nos informa de un potencial de cambio muy interesante, pero aun con todo probablemente no sea el nacimiento de nuevas neuronas la mayor fuente de plasticidad de nuestro cerebro. Todos los estudios indican que es en la remodelación de las ya existentes donde se centra casi todo el potencial de la plasticidad neuronal, que como iremos viendo es un tesoro para explotar.

¿En qué consiste esta remodelación? Si cogemos un microscopio y ponemos grandes aumentos, veremos en las neuronas unas pequeñas estructuras llamadas «espinas dendríticas». Estas estructuras son las que permiten a las neuronas comunicarse unas con otras. Se puede decir que son como sus oídos. Por tanto, cuantas más espinas dendríticas posea una neurona, mayor capacidad de comunicación tendrá, y aumentará las posibilidades del sistema. Desde hace mucho tiempo se ha visto que el número de estas espinas dendríticas puede aumentar o disminuir, según se estimulen o no los circuitos neuronales. Y por tanto, el reto que tenemos por delante es crear el contexto adecuado para que el número de espinas dendríticas aumente y con ellas nuestras capacidades.

Ahora mismo, mientras estás leyendo este libro estás aprendiendo cosas nuevas, y por tanto están surgiendo nuevas espinas dendríticas que te permiten asimilar los nuevos conceptos aprendidos.

## **¿Cuál es la realidad de la plasticidad neuronal?**

Hasta aquí hemos visto la parte teórica de la plasticidad, hemos desentrañado los secretos del sustrato físico en el que se sustenta, pero, en realidad, ¿hasta dónde puede llegar esta plasticidad?

Para ilustrar la potencia real de la plasticidad vamos a centrarnos en un experimento llevado a cabo en el año 2017 por un grupo de neurocirujanos españoles liderado por el doctor Juan A. Barcia. La realidad que viven los neurocirujanos es muy dura, puesto que al intentar reparar cualquier anomalía que surja en el cerebro pueden alterar funciones muy importantes para la vida normal del individuo. En este caso se encontraron con un paciente que presentaba un glioblastoma, un tumor cerebral terriblemente agresivo, situado en el área que gestiona el lenguaje, conocida como el «área de Broca». En esta situación los médicos se ven ante una decisión dicotómica. Por un lado, si no extirpan completamente el tumor, la esperanza de vida del paciente es de unos pocos meses, pero, por otro lado, si lo extirpan por completo dejarían al paciente con una afasia, imposibilidad de volver a hablar, que mermaría muchísimo su calidad de vida.

¿Qué hicieron los neurocirujanos? Las neuronas se comunican entre sí mediante unas señales eléctricas llamadas «potenciales de acción». Estos profesionales decidieron interferir

en el funcionamiento normal de esas señales eléctricas gracias a una técnica llamada «estimulación magnética transdural». Esta técnica consiste en implantar un electrodo en la zona deseada del cerebro, en este caso en el área de Broca donde se alojaba el tumor, de manera que al producir una descarga eléctrica el paciente no podía hablar. Con el tiempo, el cerebro se acostumbraba a esa interferencia y conseguía hablar, momento en el cual los investigadores aumentaban la intensidad de la electricidad y de nuevo el paciente no podía hablar. Este protocolo se llevó a cabo a lo largo de dos semanas.

¿Qué ocurrió? Pues algo bien sorprendente, y es que una zona cerebral completamente ajena a todo esto asumió las funciones del lenguaje. Es decir, las funciones que asumía el área de Broca ahora se habían trasladado de forma misteriosa a otra zona completamente distinta. De esta manera, los neurocirujanos pudieron extirpar el tumor por completo y, a la vez, el paciente no perdió la capacidad de hablar. Este hecho es muy impactante, porque una capacidad tan compleja como el habla está sustentada por una circuitería cerebral que implica millones y millones de precisas comunicaciones entre neuronas exquisitamente orquestadas. En este caso, esa circuitería se había reproducido en una zona alejada, de hecho en otro hemisferio cerebral. Probablemente, la zona que asumió la función del habla fue una de esas áreas asociativas que comentábamos al principio.

Curiosamente, también se ha visto en otras ocasiones que cuando un tumor empieza a comprometer una función como el habla, pero lo hace poco a poco, el mismo cerebro, de forma espontánea, decide trasladar esa función a otra zona. Es interesante subrayar que no siempre es la misma área la que asume la nueva función, lo que quiere decir que hay varias áreas que tienen la capacidad de hacer esto. No solo se ha visto esta for-

ma de plasticidad con el habla, sino que también se ha visto con otras funciones.

Aún estamos muy lejos de entender a nivel neurofisiológico cómo ocurren estos fenómenos de plasticidad, pero el hecho de que sucedan nos da una muestra muy informativa de las capacidades plásticas del cerebro.

Hasta ahora hemos podido ver la enorme complejidad estructural que sustenta el funcionamiento del cerebro. Esta complejidad, casi inconcebible, es la responsable de unos recursos que parecen estar muy por encima de lo que hoy en día el intelecto humano es capaz de imaginar. La plasticidad no es el único de esos recursos, pero es sobre todo en el que se fundamenta el resto del libro. Esta plasticidad es la que nos permite mejorar, progresar, en definitiva, poder sacar la mejor versión de nosotros mismos. Y hemos visto que se basa en la incorporación de nuevas neuronas, en la remodelación de las neuronas ya generadas y en la existencia de unas áreas corticales, ciertamente enigmáticas, llamadas «áreas asociativas».

Estas áreas, como su nombre indica, están involucradas en la integración de diversos circuitos, pero en determinadas circunstancias parecen hacerse cargo de funciones de otras áreas encefálicas y, probablemente, nuevas funciones que en un contexto concreto se tuvieran que asumir. En este sentido, se podrían comparar al comodín de la baraja, y parecen ser una de las patas fundamentales de la plasticidad neuronal.

Por tanto, no podía tener más razón don Santiago Ramón y Cajal cuando decía: «Cualquier hombre, si se lo propone, podrá ser escultor de su propio cerebro». Y tú, ¿quieres ser el escultor de tu cerebro?, ¿el capitán de tu vida?