

# CEREBROFLEXIA

El arte de construir el cerebro

David Bueno i Torrens

Plataforma  
Actual



**Cómo la biología, la sociedad, la educación  
y los azares de la vida dan forma a nuestro cerebro,  
y cómo podemos sacar provecho de ello**

# Cerebroflexia

El arte de construir el cerebro

David Bueno i Torrens

Primera edición en esta colección: febrero de 2016

© David Bueno i Torrens, 2016

© de la presente edición: Plataforma Editorial, 2016

Plataforma Editorial

c/ Muntaner, 269, entlo. 1ª – 08021 Barcelona

Tel.: (+34) 93 494 79 99 – Fax: (+34) 93 419 23 14

[www.plataformaeditorial.com](http://www.plataformaeditorial.com)

[info@plataformaeditorial.com](mailto:info@plataformaeditorial.com)

ISBN: 978-84-16620-12-8

Diseño de cubierta y composición:

Grafime

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos. Si necesita fotocopiar o reproducir algún fragmento de esta obra, diríjase al editor o a CEDRO ([www.cedro.org](http://www.cedro.org)).

A mis padres y a mi esposa, y a todos mis amigos y maestros, por ayudarme a modelar mi cerebro. Y a mis hijos, con el deseo de que estemos ayudándolos a modelar el suyo.

# Índice

1.
  1. [Prólogo](#)
  2. [Introducción. Algunas consideraciones iniciales](#)
2.
  1. [PARTE I La materia prima para construir un cerebro: neuronas, moléculas y genes](#)
    1. [1. La historia del antepasado](#)
    2. [2. Una primera ojeada al cerebro](#)
  3. [3. Las regiones del «cerebro»](#)
  4. [4. El lenguaje de las neuronas: electricidad, neurotransmisores, genes y tuits](#)
  5. [5. Algo más sobre genes y neurotransmisores: la crucial y fantástica diferencia entre determinar e influir](#)
  6. [6. De embriones a adultos: la formación del cerebro](#)
  7. [7. De primates a personas: el origen evolutivo del cerebro](#)
2. [PARTE II La plasticidad del cerebro: conexiones, redes neurales y ambiente \(sobre todo mucho ambiente\)](#)
  1. [8. Con el cerebro en los dedos \(o con los dedos en el cerebro\)](#)
  2. [9. La hormigueante historia de cómo el ambiente conecta nuestras neuronas](#)
  3. [10. La alimentación en la formación y el funcionamiento del cerebro](#)



4. [11. Unos importantes apuntes sobre la contaminación atmosférica, las drogas y la búsqueda de novedades](#)
5. [12. Cómo el ambiente también regula nuestros genes y qué importantes consecuencias tiene para nuestra mente](#)
6. [13. Tomemos decisiones: de las emociones al pensamiento racional \(pero siempre de vuelta a las emociones\)](#)
7. [14. ¿Quién soy yo? Una mirada reflexiva a la cuestión de la consciencia y la autoconsciencia](#)
8. [15. El poder de la imitación y de las miradas](#)
9. [16. Una cuestión de optimismo y sociabilidad: de la creatividad a la motivación –o viceversa–, pero pasando siempre por el placer](#)
10. [17. La curiosa relación entre la manipulación manual, el lenguaje, la música y el arte](#)
11. [18. El futuro de la cerebroflexia: del deporte a las nuevas tecnologías, evitando el estrés crónico](#)
12. [19. A modo de conclusión: un llamamiento a empoderarnos de nuestro propio cerebro](#)

3.

1. [Bibliografía](#)

«El cerebro, la última frontera».

(Frase inspirada en la famosa sentencia con la que se iniciaban todos los capítulos de la mítica serie de televisión *Star Trek*: «El espacio, la última frontera»).

## Prólogo |

La naturaleza ofrece siempre los espectáculos más fascinantes que podamos imaginar. Esto incluye la naturaleza exterior, que se abre esplendorosa ante nosotros, y también la interior, que se esconde dentro de nuestro cuerpo y que al mismo tiempo proyectamos al exterior con nuestros actos, pensamiento e imaginación. Cada vez conocemos más cosas sobre nuestra propia naturaleza, que percibimos, analizamos e interpretamos gracias a un órgano muy especial, el cerebro. Muy probablemente el cerebro sea la última frontera del conocimiento; nos permite comprender todo lo demás, pero, paradójicamente, sigue siendo el gran desconocido. Aunque cada vez menos. ¿Cómo aprendemos? ¿Por qué nos comportamos de una determinada manera y no de otra? ¿Qué son las emociones y por qué son tan importantes para nosotros? ¿Cómo surge la creatividad? ¿Existe realmente el libre albedrío? Los recientes avances en neurociencia nos han empezado a mostrar cómo se forma y cómo funciona nuestro cerebro, qué le sucede cuando recordamos el pasado o imaginamos el futuro, leemos una novela o hablamos con nuestros compañeros, amamos u odiamos. Y también en qué se diferencia con respecto al de los demás animales. Una de las principales conclusiones, y que da sentido a este libro, es que el cerebro humano es un órgano permanentemente inacabado, que se encuentra inmerso en un continuo e incesante proceso de construcción y reconstrucción –y también de autoconstrucción y autorreconstrucción–. Cualquier detalle de nuestra biografía personal, por nimio que nos parezca, puede ser importante en este proceso. Como veremos, las oportuni-



dades y la responsabilidad que ello implica son inmensas, tanto a nivel individual como también social.

Cada vez conocemos mejor la anatomía y la fisiología del cerebro humano, cómo se forman y se van estableciendo las conexiones neurales; por qué recordamos algunas cosas y olvidamos otras; qué hace que haya personas más optimistas, impulsivas, empáticas, racionales, asustadizas, etc., que otras; de qué manera somos capaces de recuperar algunos recuerdos de forma voluntaria y por qué a menudo reaccionamos sin pensar; o por qué motivo aquello que aprendimos de niños o aquella experiencia que vivimos cuando éramos pequeños y que tal vez ni siquiera recordamos influyen tanto en nuestro comportamiento durante el resto de nuestra vida. Ciertamente cada vez tenemos más datos sobre todo ello, pero aún es mucho lo que queda por descubrir. No en balde el cerebro es el órgano más complejo, plástico, maleable y moldeable de nuestro cuerpo, y su actividad gestiona nuestra todavía más compleja, dinámica, cambiante y a menudo –muy a menudo– aparentemente paradójica vida mental.

Una prueba de la importancia que se da a este conocimiento es el inicio de dos proyectos científicos internacionales cuyo objetivo es, precisamente, dar un salto cualitativo en la comprensión del cerebro: el Proyecto Conectoma Humano, que se inició en 2009 con la finalidad de establecer un mapa general de las conexiones anatómicas y funcionales entre las neuronas del cerebro, y el Proyecto Cerebro Humano, que se inició en 2013 y que pretende generar un modelo informático que permita comprender –y quién sabe si algún día también reproducir– el funcionamiento de este órgano.

El objetivo de este libro es explicar los conocimientos actuales sobre cómo funciona y se va construyendo y reconstruyendo constantemente el cerebro, desde antes del nacimiento y durante toda la vida, y cómo esto influye en nuestra vida mental, y viceversa. Es un proceso que guarda grandes similitudes con la papiroflexia, el arte de hacer figuras tridimensionales doblando una y otra vez

una hoja de papel (de ahí el título del libro, «cerebroflexia»). Por ello hablaremos de la inevitable biología que heredamos de nuestros padres y de su indisociable y crucial interacción con el ambiente familiar, social, educativo y cultural que encontramos a lo largo de nuestra vida y que, a modo de círculo retroalimentado, también contribuimos a generar con nuestros comportamientos y actitudes. Comprender nuestro cerebro va a contribuir sin duda a que podamos conocernos mejor, y en consecuencia nos ayudará a optimizar nuestro propio funcionamiento cerebral y mental. Y también el de las personas que nos rodean, incluido, o muy en especial, el de nuestros hijos e hijas. No pretende ser, en ningún caso, un libro de autoayuda, pero a través de los avances y conocimientos científicos que voy a exponer, extraídos de la literatura científica especializada, espero contribuir modestamente a que podamos comprendernos un poco mejor no solo como humanos, sino también como personas, capaces de meditar sobre nuestro pasado y decidir nuestro futuro. Creo firmemente que, por dignidad y corresponsabilidad social, debemos tender cada vez más hacia el empoderamiento individual y colectivo, y este debe surgir de la comprensión de por qué somos como somos y hacemos lo que hacemos. De nuestra actividad cerebral, en definitiva.

## *Introducción* | Algunas consideraciones iniciales

A mediados de 2015 tuve la oportunidad de pasar unos días observando y analizando una de las poblaciones más importantes de orangutanes que todavía quedan en libertad, en la isla de Borneo. Aunque tal vez sea mejor decir que muchos de ellos se encuentran en semilibertad. Se hallan dentro de los límites de diversos parques naturales, en la periferia de algunos de los cuales se han instalado plataformas de alimentación que se usan para suministrarles comida, básicamente plátanos, cuando la que hay disponible en su entorno natural no es suficiente, como por ejemplo durante la época seca. Vivir en un entorno protegido pero restringido es el precio que deben pagar para evitar su extinción.

### 1

Los orangutanes no forman grupos sociales estables como los nuestros, ni tan siquiera como los de los otros primates antropomorfos, como los chimpancés, los bonobos y los gorilas. Son territoriales e individualistas, y cada hembra se encarga de proteger y criar a sus propios hijos, sin ninguna colaboración de los machos ni de otras hembras. Lo más habitual es que tengan una sola cría en cada parto, a la que protegen y crían durante ocho o nueve años. Generalmente coinciden dos hijos de distinta edad con la misma madre: cuando el mayor cumple cinco o seis años y empieza a valerse por sí mismo, nace su hermano. En una de las zonas

que visité, en el río Sekoyer, al sur de la isla, pude observar y documentar cómo una madre enseñaba a su hijo de un par de años a pelar y engullir pequeños plátanos uno tras otro sin atragantarse, sobre la plataforma de alimentación, hasta formar una gran bola amarillenta. Cuando esta ocupaba buena parte de su boca la regurgitaba, la sujetaba con una mano, trepaba a un árbol y entonces, con cara de satisfacción y placer, sintiéndose segura, la iba mordisqueando nuevamente y tragándola a pequeños pedacitos (uno de los principales enemigos de los orangutanes de Borneo son, aparte de la actividad humana, una especie de jabalíes que merodean en grupo buscando crías de orangután para comérselas). Su cría la observaba con atención mientras, por imitación, intentaba reproducir con movimientos todavía algo torpes lo que su madre iba haciendo.

Los orangutanes forman parte del grupo zoológico de los primates antropomorfos –junto con los chimpancés, los bonobos y los gorilas–, con los que estamos estrechamente emparentados. Como nosotros, ellos también enseñan algunas cosas a sus hijos, aunque, sin lugar a dudas, la capacidad humana para aprender es infinitamente superior. Por una parte, parece que no haya límite a la cantidad de conocimientos que podemos acumular en el cerebro. ¿Dónde los almacenamos? Por otra, nosotros aprendemos cosas nuevas durante toda nuestra vida –aunque con la edad cada vez nos cueste más esfuerzo–, mientras que los orangutanes, chimpancés, bonobos y gorilas solo pueden aprender cosas nuevas mientras se encuentran en las etapas infantiles de su desarrollo, antes de alcanzar la edad adulta. ¿Qué diferencia nuestro cerebro del suyo?

Aparte del tamaño, la principal diferencia es que nuestro cerebro es capaz de realizar increíbles trucos de papiroflexia, lo que en este libro he venido en llamar «cerebroflexia». Debo reconocer que este término no es invención mía, sino que lo he sacado, mediante un proceso de imitación similar al que usan las crías de orangután para aprender a engullir plátanos, de un comentario

publicado en 2012 en un blog del Centro de Bioética y Dignidad Humana de la Trinity International University de Illinois, en los Estados Unidos, «The Origami Brain». La papiroflexia –llamada también «origami» en español, del japonés *oru*, «plegar», y *kami*, «papel»– es el arte y la habilidad de dar la forma de determinados seres u objetos a un trozo de papel, doblándolo repetidamente siguiendo un orden determinado. ¿Y la «cerebroflexia»? Algo muy parecido pero con nuestras neuronas.

Permítanme, sin embargo, que todavía no desgrane en qué consiste esta «cerebroflexia», porque esto es precisamente lo que explicaré a lo largo de este libro, con las consecuencias y responsabilidades que conlleva, y también con las inmensas oportunidades que nos abre. Solo avanzo, de momento, que de esta capacidad de dar forma a nuestras neuronas depende nuestra vida mental, la capacidad de aprender y evocar recuerdos, motivarnos y emocionarnos, razonar y compartir experiencias y sentimientos con los demás. Y que la analogía con la papiroflexia es muy profunda, puesto que incluye que cada uno de nosotros partamos de un «trozo de papel» de distinto tamaño, forma, grosor, densidad y suavidad –es decir, de un sustrato biológico y genético inevitable, que hemos heredado de nuestros padres, para la construcción del cerebro–, al que los azares de la vida, el ambiente familiar, la sociedad, la educación, así como nuestros propios deseos y pensamientos, le irán dando forma, del mismo modo que a partir de un mismo pedazo de papel podemos generar distintos seres u objetos, según cómo lo doblemos. Y a pesar de que el abanico de posibilidades sea inmenso, el resultado final también depende de las características iniciales del papel, y de nuestra habilidad para doblarlo.

No muy lejos de Borneo, a solo tres o cuatro horas en avión, se encuentra la isla de Papúa, en la que habitan diversas tribus, algunas de las cuales tuve también la oportunidad de conocer y de convivir con ellas por un breve período de tiempo tras mi estancia en Borneo. A pesar de la inevitable transformación de su modo de vida ante el aparentemente imparable avance de la modernización, todavía conservan muchas costumbres ancestrales, que sin duda nos resultan extrañas. El pueblo de los fore, por ejemplo, que habita en las profundidades noroccidentales de esta isla –Papúa es la segunda isla más grande de la Tierra, superada solo por Australia–, tenía la costumbre, hasta mediados del siglo pasado, de comerse el cerebro de sus difuntos. Sí, ciertamente practicaban el canibalismo, pero solo comían el cerebro de sus familiares fallecidos como parte de un complejo ritual funerario. Según sus creencias, de esta manera adquirirían todos los conocimientos y la experiencia del difunto. ¿Lo conseguían? No. Los conocimientos y la experiencia no se transmiten de esta forma, sino por aprendizaje. Y no residen en pequeños bocados del cerebro, sino en las conexiones funcionales dinámicas que se establecen entre sus neuronas, muy a menudo situadas en áreas muy lejanas dentro de este fascinante y complejo órgano de nuestro cuerpo. Lo único que conseguían con este curioso festín funerario era, en algunos casos, enfermar de kuru. El kuru es una patología infecciosa similar a la enfermedad de las vacas locas, que en humanos recibe el nombre de enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, y que también se ha detectado en otros animales, como en el ganado ovino e incluso en las moscas. Está causada por una proteína defectuosa del mismo cerebro que, cuando se acumula en grandes cantidades, lo va destruyendo poco a poco hasta provocar demencia y, al final, la muerte. Este defecto se debe simplemente a un plegamiento anómalo y, curiosamente, cuando una proteína mal plegada entra en contacto con otra proteína del mismo tipo que se ha plegado de forma correcta, la induce a cambiar y a convertirse en defectuosa. Cabe decir que solo se contagia por ingestión de tejidos afecta-

dos o a través de transfusiones sanguíneas de personas afectadas, jamás mediante otros tipos de contacto.

Si hace un par de párrafos preguntaba de forma retórica dónde almacenamos todo aquello que aprendemos y las experiencias que vamos acumulando a lo largo de nuestra vida, tras hablar del pueblo de los fore y de su ancestral costumbre de comerse el cerebro de los difuntos cabe preguntarse cómo nuestro cerebro consigue incorporar nuevos conocimientos, y por qué nos resulta relativamente fácil recuperar de forma voluntaria y consciente muchos de ellos mientras que otros permanecen escondidos en el preconsciente, lo que no impide que se vayan manifestando de forma automática, a veces cuando menos lo esperamos, condicionando nuestro carácter, actitudes, aptitudes y comportamiento. La respuesta vuelve a ser la «cerebroflexia».

### 3

Soy perfectamente consciente de que hablar del cerebro y la mente y de su relación con el comportamiento es entrar en un terreno pantanoso en el que es fácil quedarse varado, o todavía peor, en unas arenas movedizas donde es posible hundirse. Los motivos son diversos, y creo que vale la pena comentarlos con total honestidad antes de proseguir. En primer lugar, la única manera que tenemos de estudiar el cerebro y su relación con nuestra vida mental es usando nuestro propio cerebro y nuestros propios procesos mentales. Y ello encierra una interesante paradoja, que está siendo abordada tanto por científicos como por filósofos. ¿Puede el cerebro estudiarse a sí mismo, y la mente comprenderse a ella misma? Desde la perspectiva estrictamente científica, cualquier sistema debe ser estudiado desde fuera de este, puesto que hacerlo desde dentro conllevaría la posibilidad de alterarlo al mismo tiempo que se analiza. Es aquello que algunos físicos cuánticos saben explicar de forma tan magistral: es imposible co-