

Francisco Mora

Cómo funciona el cerebro



Alianza editorial
El libro de bolsillo

Primera edición: 2002
Quinta edición: 2017
Cuarta reimpresión: 2022

Diseño de colección: Estudio de Manuel Estrada con la colaboración de Roberto Turégano y Lynda Bozarth
Diseño de cubierta: Manuel Estrada

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, distribuyeren 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.

© Francisco Mora Teruel, 2002, 2017
© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2002, 2022
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15
28027 Madrid
www.alianzaeditorial.es



ISBN: 978-84-9104-651-6
Depósito legal: M-139-2017
Printed in Spain

Si quiere recibir información periódica sobre las novedades de Alianza Editorial, envíe un correo electrónico a la dirección: alianzaeditorial@anaya.es

Índice

- 15 Prólogo a la tercera edición
- 19 Prólogo a la segunda edición (2009)
- 21 Prólogo

- 29 1. A modo de introducción. ¿Cómo funciona el cerebro?
- 32 Un bosque gris
- 36 De las autopistas a los caminos vecinales
- 38 La neurona creadora
- 39 El mundo que nos rodea
- 42 Las monedas universales del cerebro
- 43 ¿Por qué yo no entiendo el chino?
- 46 Rocas, ardillas y fantasmas
- 47 De árboles, perros y gatos
- 48 De lo que se ve a lo que se siente
- 49 Predicción y anticipación
- 50 ¿Es el cerebro un ordenador muy sofisticado?
- 54 Seis argumentos a favor de que el cerebro no es un computador
- 57 ¿Acaso mi cerebro funciona sin el resto de mi cuerpo?

- 60 2. ¿Está el cerebro orquestado musicalmente?
- 62 El péndulo biológico
- 63 Un reloj en la cabeza
- 65 El cerebro es una caja con múltiples relojes

- 66 En las profundidades de una cueva en Kentucky
- 67 El dios alado del sueño
- 69 ¿Pero... qué es propiamente el sueño?
- 72 El sueño del escorpión
- 73 Los cocodrilos duermen pero no sueñan
- 73 El regalo de Morfeo
- 76 ¿Qué nos dicen los ensueños?
- 80 ¿Cantan los pájaros mientras duermen?
- 83 El hombre sin sueño REM
- 85 Del arte a la ciencia, o los ensueños creadores de
Tartini, Loewi y Kekule
- 89 ¿Por qué están siempre despiertos los delfines?
- 91 ¿Sirve el sueño para enfriar el cerebro?
- 92 Los ciclos de la temperatura del cuerpo
- 93 Un niño entre los maizales de Iowa
- 95 Del estado cataléptico de la serpiente a la hiberna-
ción de la ardilla
- 98 De la hibernación de la ardilla al letargo invernal
del oso
- 99 El cerebro hibernante
- 101 Los largos viajes espaciales: ¿catalepsia, letargo o
hibernación?

- 104 3. El mundo que vemos ¿existe realmente
fuera del cerebro?
- 105 Ventanas al mundo
- 107 El libro de los códigos sensoriales
- 108 Los átomos de la percepción
- 108 Un perro negro sobre la nieve
- 112 El cerebro pinta el mundo de color
- 114 Naranjas grises y pájaros que no vuelan
- 118 De cómo el cerebro construye el mundo que ve

- 122 De cómo una naranja se transforma en todas las na-
ranjas del mundo
- 124 Neuronas, circuitos y abstracción
- 127 De cómo la información visual viaja por el cerebro
- 128 El tacto visual de Euclides
- 130 De lo bueno y de lo malo
-
- 132 4. El color emocional de las percepciones
- 134 Placer y castigo
- 136 Retomemos la historia de la naranja
- 139 La rata que descubrió el placer puro
- 141 Cerebro y placer
- 142 Placer artificial
- 144 ¿Es diferente el placer de una buena comida de
aquel que se obtiene en el acto sexual?
- 145 El limbo de las emociones
- 151 Haciendo resumen
-
- 154 5. ¿Puede un ser humano crecido entre
chimpancés tener una conducta humana?
- 156 De la azada al violín
- 158 La gramática universal
- 160 ¿Tuvo el lenguaje su origen hace dos millones de
años?
- 161 Memes y replicadores
- 163 Broca, Wernicke y Geschwind
- 166 Los pacientes de Wilder Penfield
- 167 De los modelos a la dura realidad del cerebro vivo
- 170 Los caminos cerebrales del lenguaje
- 174 ¿Se nace sabiendo jugar al golf o pelar una patata?
- 179 El hombrecito motor
- 181 Yo te lo pido y tú me lo prestas

- 182 Rectificando el movimiento
- 185 6. Todo lo que significa aprender y memorizar
cambia nuestro cerebro
- 189 El racimo de las memorias
- 193 Perdemos unas memorias y guardamos otras
- 194 Henry M.
- 196 El caballito de la memoria
- 198 De cómo la memoria se hace permanente
- 201 Pero ¿dónde se hacen permanentes las memorias?
- 202 Los caminos secretos de la memoria
- 204 ¿Por qué no recordamos nada de nuestros dos pri-
meros años de vida?
- 205 La plasticidad del cerebro: James, Tanzi y Cajal
- 208 Los postulados de Hebb
- 210 De caracoles, ratas y pollos
- 216 7. ¿Son la mente y la conciencia una
propiedad más de circuitos específicos del
cerebro?
- 219 Las escaleras del cerebro, la mente y la conciencia
- 227 Hablemos todos de todo
- 229 ¿Qué es la conciencia?
- 231 ¿Existen las microconciencias?
- 234 La conciencia como globalidad funcional del cere-
bro
- 236 El centro dinámico de la conciencia
- 239 Las once propiedades de Edelman y Tononi sobre
la conciencia
- 242 El gran misterio o la construcción del yo en el cere-
bro

245	8. Alumbrando creatividad
246	¿Qué es creatividad?
249	Impulsos, emociones y genios
251	Luces y sombras
252	Chimpancés y curiosidades
254	Abstraer y crear
256	Neuronas creativas
259	Abstractos, concretos y frustraciones
260	Del análisis a la intuición
262	El eureka de Arquímedes
264	Las cinco claves del eureka
265	Neuronas e ideas luminosas
269	Y más allá, innovando
272	9. ¿Enferman las mariposas del alma? O cómo funciona un cerebro que mal funciona
276	De la palabra a la molécula
280	Los cinco principios de Kandel
281	Algunas piezas cerebrales del «rompecabezas» mental
287	Profundizando en el cerebro
289	Desapariciones e invasores
292	Añadamos los genes a la mente
294	Scribonius Largus o un pez eléctrico en la cabeza
297	¿Queda espacio en el cerebro para el psicoanálisis?
299	Enfermedad mental y cerebro creativo
302	Genio y locura. De Van Gogh a Nietzsche
304	Enfermedad mental y diversidad humana
306	10. ¿Cómo funciona el cerebro envejecido?
307	Los cuatro criterios de Hayflick

309	¿Por qué no envejece la trucha arco iris?
313	El envejecimiento ¿se debe a los genes?
315	A cerebro más grande, mayor longevidad
318	La vejez de nuestros predecesores hace 2-3 millones de años
320	Algo más sobre nuestro propio envejecimiento
322	Nuevas perspectivas
323	¿Envejece todo el cerebro al mismo tiempo?
324	Arrumbando dogmas
327	El cerebro viejo produce neuronas nuevas
329	Buscando soluciones
335	¿Todos dementes a los 130 años?
337	Vejez e inmortalidad
341	11. ¿Qué nos dice, acerca de nosotros mismos, conocer algo de cómo funciona el cerebro?
343	De genes y medio ambiente
346	De cómo el cerebro cambia en su relación con los demás y con el mundo
350	De cómo elegimos entre personas y cosas
353	Sobre la emoción y la competitividad
356	De la grandeza y la miseria del cerebro
357	Las conjeturas del cerebro
360	El cerebro luchando por entender el cerebro
363	Glosario
389	Bibliografía
413	Listado de ilustraciones
415	Índice analítico

*A Santiago Salvador
y Juan Sebastián*

Prólogo a la tercera edición

La noticia de una nueva edición de este libro, *Cómo funciona el cerebro*, en la colección del Libro de bolsillo de Alianza es un motivo de satisfacción. Y más ahora, en este año 2016 que se ha celebrado el 50 aniversario del nacimiento de esta editorial y también por ser en ese origen, 1966, cuando se sembró la semilla de esta prestigiosa colección de bolsillo. Satisfacción personal sin duda, pues es un halago a la labor que uno realiza como escritor, pero también por lo que ello significa para mis lectores, pues es bien cierto que cada vez son más los interesados en saber cómo funciona el cerebro.

Cómo funciona el cerebro es un libro que me evoca muy gratos recuerdos. De hecho disfruté mucho escribiéndolo tras comprender, ya entonces, «el hambre» que había entre los estudiantes, de ciencias o humanidades, entre profesionales de disciplinas varias y en la sociedad en general por conocer «cosas» del cerebro y las enor-

mes dificultades para casi todos ellos, no versados en la neurociencia, por alcanzar algún conocimiento «serio» sobre este complejo órgano. Y entendí que la vía posible era, sin abandonar nunca el rigor de los conocimientos científicos, describirlos en el contexto de historias reales o haciendo una descripción asequible elaborando sobre ella significados humanos, emocionales y sociales. En otras palabras si se quiere, que alcanzara a todo el arco de conocimiento de las humanidades.

El origen de este libro arranca de una invitación a impartir un curso en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo sobre el cerebro, oportunidad que aproveché para dictar una serie de lecciones sobre *Cómo funciona el cerebro*. Aquellas conferencias, remozadas, sirvieron con el tiempo para organizar otro curso monográfico con el mismo título, *How the Brain Works*, esta vez en la Facultad de Medicina de la Universidad de Iowa, en Estados Unidos, curso que fue muy bien acogido por estudiantes provenientes tanto del mundo de las ciencias como del de las humanidades en esta universidad. Precisamente ésta fue la base del curso que, cada año, actualizado y con el mismo título (*Cómo funciona el cerebro*), imparto como asignatura optativa en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, donde, por cierto, también recibe una magnífica acogida por los alumnos no solo de Medicina, Nutrición o Terapia Ocupacional, sino de otras disciplinas impartidas en otras tantas Facultades de la Universidad.

Este libro ha tenido muchas reediciones y en diversas colecciones de Alianza Editorial. Quizá el pequeño valor que haya podido tener, y tenga actualmente, sea el haber

llegado a tantos lectores en un país, como el nuestro, en el que hay una seria reticencia a todo aquello que signifique lecturas sobre ciencia. Por eso expreso aquí, una vez más, mi deseo de poder seguir ayudando a mucha gente con la actualización de conocimientos sobre ese fascinante mundo del cerebro.

Y esto me vuelve a traer la intención –tal cual adelanté en una brevísima nota que hice para este mismo libro cuando se publicó en la colección 13/20 de Alianza– de añadirle en otra próxima edición un nuevo capítulo sobre la idea de que «el cerebro no soy yo»; yo soy mi cerebro en conjunción funcional con el resto de todos los demás órganos que conforman mi propio cuerpo. Y es que el cerebro no es el hígado o el riñón, sino un órgano tan complejo que necesita, para la supervivencia del individuo en el mundo, de un diálogo constante con todos los demás órganos del cuerpo. Capítulo cuyo título adelante: «Mi cerebro, mi cuerpo y yo».

La presente edición en esta colección en bolsillo incorpora el capítulo «Alumbrando creatividad», ya publicado en otras colecciones de la editorial, además de una actualización bibliográfica en los temas tratados.

Francisco Mora
Casa de Jardín, Granada
Diciembre 2016

Prólogo a la segunda edición (2009)

Saber cómo funciona el cerebro, nuestro cerebro, se va a convertir en el eje central de la investigación científica del presente siglo, lo que equivale a decir que será el siglo de la mente. Precisamente, conocer cómo funciona el cerebro significa, en esencia, conocer cómo se producen los procesos mentales, la conciencia y la subjetividad, temas que todavía son los grandes enigmas de la neurociencia actual. Es cierto, sin embargo, que ya empezamos a conocer los mecanismos cerebrales de los procesos de aprendizaje y memoria, la emoción, el sueño y la conducta en general y el significado que todo ello tiene en la vida del ser humano. De esto trata este libro.

Este libro ya fue muy bien acogido por los lectores en su primera edición, en el año 2002, tanto que dio lugar a varias reimpresiones. Y también lo fue posteriormente cuando se reeditó en El libro de bolsillo. Ahora, como expresión quizá de esta buena acogida, los editores de

Alianza han considerado lanzar esta edición renovada y actualizada.

Esta nueva edición, como de hecho fue la intención de la primera, no pretende bucear en las profundidades del funcionamiento del cerebro más allá de dar una visión, rigurosa desde luego, pero atractiva y asequible para un gran espectro de lectores. En esencia, lo que quise originalmente y sigo queriendo ahora es intentar hacer pensar al lector, de una manera fácil y espero que agradable, sobre el significado de ese funcionamiento para el ser humano.

En esta segunda edición, aparte de hacer más claros y actualizados algunos párrafos, se ha introducido un nuevo capítulo. Me refiero al capítulo 8 sobre la creatividad, tema hasta ahora bastante desconocido desde la perspectiva de la neurociencia. También han sido revisados el glosario y el índice analítico, y actualizada la bibliografía. Pero sobre todo, y a destacar de modo especial en esta nueva edición, está la inclusión de una serie de ilustraciones con la pretensión de ayudar al lector a navegar por el cerebro. Esto último se debe no sólo a nuestro deseo de facilitar la lectura del texto, sino desde luego a la sugerencia de muchos lectores que en sus correos electrónicos advertían de esta necesidad.

Quisiera una vez más expresar a todos los lectores mi sincero agradecimiento por la acogida que tuvo este libro y que confío la siga teniendo ahora en esta nueva edición. Y una vez más, y nunca suficiente, quiero agradecer a Cristina Castrillo, Valeria Ciompi y Eladio Mayo su amistad, afecto y buen hacer editorial.

Madrid, enero de 2009

Prólogo

Este libro tiene su origen en un curso de diez lecciones que, a lo largo de una semana, impartí en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) en su sede de Valencia. La invitación que para ello recibí de su director, el profesor José Sanmartín, es aquí sinceramente agradecida. Este curso supuso un esfuerzo considerable por mi parte al tener que seleccionar cuidadosamente los temas básicos y centrales que amparaba su título (el mismo que lleva el subtítulo de este libro) y utilizar, además, un lenguaje asequible para profesionales no especializados en temas del cerebro. Al curso asistieron médicos generales, profesionales de enfermería, psiquiatras, psicólogos, filósofos, biólogos, algún ingeniero y un largo etcétera de gentes motivadas por conocer algo más de cómo funciona el cerebro.

Al inicio de aquel curso hacía yo una reflexión introductoria y me preguntaba ¿qué produce hoy este interés

general por el cerebro?, ¿qué hay en ello que lo hace diferente, digamos por ejemplo de la física, que, por otra parte, y con un interés parecido, ocupó el primer cuarto del siglo pasado?

¿Cómo es posible que podamos hacer cálculos bastante precisos sobre las estrellas a millones de años luz de distancia y barruntar cómo puede ser esa estrella en composición y movimiento, y que nuestro cerebro, el órgano que elabora esos datos, siga siendo un misterio? Precisamente decía Cajal que «mientras nuestro cerebro sea un arcano, el Universo, reflejo de su estructura, será también un misterio». Pienso que parafraseando a Cajal podríamos decir que nosotros mismos seremos un misterio mientras nuestro cerebro, su funcionamiento, lo sea. Y posiblemente ahí, en conocer la intimidad de ese misterio, reside el interés actual sobre el cerebro. Hoy sabemos que hablar del cerebro es hablar del ser humano mismo. Y nosotros mismos somos ahora, más que nunca, y gracias a la Ciencia, que constantemente aporta conocimientos contrastables y nuevos, el centro de nuestro propio interés intelectual.

Precisamente ese interés se centra hoy en conocer los mecanismos que, en el cerebro, elaboran y hacen brotar a nuestra conciencia ese «nosotros mismos». Eso es a fin de cuentas conocer cómo funciona el cerebro. Con todo, sin embargo, es obligado decir que posiblemente nunca conozcamos, ni completa ni definitivamente, la intimidad del funcionamiento del cerebro humano, porque, como señalaba David Hubel, en su diseño no entra el conocer su propio y último funcionamiento. Es más, pretender conocer cómo funciona el cerebro a partir del

análisis que hagamos con nuestras técnicas sin saber los pasos que a lo largo del proceso evolutivo han dado lugar al cerebro actual es como pretender conocer cómo es nuestra sociedad, las reglas que la gobiernan y su funcionamiento actual sin saber al menos parte de las vicisitudes históricas por las que han pasado las sociedades humanas anteriores y antes de ellas las prehumanas, con sus guerras y sus acomodaciones ante la escasez de alimentos, cambios climáticos, accidentes y hecatombes. De igual modo, entender algo de cómo funciona el cerebro conlleva entender algo de la historia evolutiva del mismo.

No tener esa perspectiva de los procesos evolutivos que han dado lugar a la aparición (y también desaparición) de sus diferentes circuitos y funciones sería como entrar al cine a mitad de la película. Podemos intentar entender cuanto sucede a partir del momento en que entramos en la sala, pero nunca estaremos seguros de entender la historia completa a menos que veamos la película desde el principio. Y la película de nuestro cerebro, ahora que queremos empezar a conocerlo, comenzó con todas sus aventuras, vicisitudes, azar, cambios y reajustes hace más de quinientos millones de años. Ahí es nada. De ahí que siga vigente la frase tantas veces repetida de que en el hombre, sea su cerebro o cualquier otra parte de su cuerpo (o para el caso, cualquier ser vivo), nada puede ser propiamente entendido a menos que su estudio se haga bajo la perspectiva de la evolución.

Por ejemplo, el estudio de los cambios del cerebro a lo largo del proceso evolutivo nos puede llevar a la idea extraña pero plausible de que los procesos mentales pudie-

ran ser una función «colateral» de un cerebro desarrollado exclusivamente con el propósito de sobrevivir bajo presiones múltiples pero muy específicas (Gisolfi y Mora, 2000). La biología evolutiva está aportando piezas a un puzle muy complicado que esperamos nos lleve algún día a un mejor entendimiento del cerebro humano. Por de pronto ya sabemos que el cuerpo, el cerebro y la mente son un proceso continuo (*continuum*) bajo una construcción unitaria de los seres humanos a lo largo de ese proceso evolutivo (Mora, 2001).

Cuerpo-cerebro-mente-medio ambiente representan así un flujo de información constante que va desde la bioquímica y la morfología hasta la fisiología y la conducta. Es así que cambios en el medio ambiente inducen actividad neural (liberación de neurotransmisores) que puede producir nueva síntesis de proteínas. Estas nuevas proteínas a su vez cambian la morfología de los sistemas neurales, lo que cambia a su vez la función del sistema. Estos cambios plásticos en el cerebro, producidos por cambios en el mundo sensorial que nos rodea y también en nuestro propio cuerpo, son la base de los procesos de aprendizaje y memoria. Es de esta manera como «nuestro creciente sentido de lo que quiera que sea el mundo fuera de nosotros es aprehendido como una modificación en el espacio neural en el que cuerpo y cerebro interactúan» (Damasio, 1994).

Con todo ello se ha logrado un órgano, el cerebro, con una característica sobresaliente, la de trabajar constantemente y no descansar jamás. Su función es permanente y constante desde el primer momento en que empieza a organizarse, a los pocos días tras el nacimiento, hasta la

muerte. Ni siquiera descansa en el sueño ni en la enfermedad, ni en ninguna otra circunstancia. El cerebro es, por tanto, un proceso en constante y permanente cambio y funcionamiento. Ésa es la maravilla creada por la naturaleza. Estas reflexiones son de gran importancia para la comprensión de la naturaleza humana (Mora, 1996).

En este libro, como se hizo en aquel curso de la UIMP, pretendo dar una visión general de cómo funciona el cerebro y que ello, además, consiga despertar el interés del lector no especializado en estos temas. Temas que van desde que abrimos las ventanas del cerebro al mundo, a través de nuestros órganos de los sentidos, hasta nuestra interpretación de cómo es ese mundo y cómo actuamos en él. Aquí he de decir que muchas de las reflexiones vertidas en este libro son un complemento y un regresar constante a aquellas otras ya expuestas en *El reloj de la sabiduría*. De hecho, ambos libros constituyen un solo hilo de pensamiento.

¿Cómo vemos el mundo? ¿El mundo que vemos, tocamos, olemos, existe como tal fuera del cerebro, o lo crea nuestro propio cerebro? ¿Cómo nos emocionamos? ¿Por qué estamos más despiertos y alerta por las mañanas que durante el atardecer o la noche? ¿Por qué es necesario dormir un tercio del tiempo total de nuestras vidas? ¿Sirve el sueño para enfriar el cerebro? ¿Cómo nos movemos por el mundo y actuamos en él? ¿Qué programas utilizamos en nuestro cerebro para hacerlo? ¿Podríamos hibernar nuestro cerebro y nuestro cuerpo durante los viajes espaciales? ¿Cómo trabajan las neuronas, las células del cerebro y sus genes que nos permiten