

Natalia López Moratalla y María Font Arellano

# el cerebro registra la vida

M O M E N T O   A   M O M E N T O

MADURACIÓN DEL CEREBRO ADOLESCENTE



los secretos del cerebro

DIGITAL  
REASONS







Natalia López Moratalla y María Font Arellano.

# **El cerebro registra la vida momento a momento. Maduración del cerebro adolescente**

Digital Reasons  
Los secretos del cerebro # 3

# Advertencia

Este libro forma parte de la colección: Los secretos del cerebro

Directora de la colección: Natalia López Moratalla

Copyright: Natalia López Moratalla, María Font Arellano, y Digital Reasons (<http://www.digitalreasons.es/>)

ISBN: 978-84-943359-2-1

Diseño de cubierta: Enrique Chuvieco y José María Vizcaíno.

Figuras cerebro 3D: Guillermo Eiroa

Ficha del libro: López Moratalla, Natalia y Font Arellano, María (2014): El cerebro registra la vida momento a momento. Maduración del cerebro adolescente, Madrid, Digital Reasons.

Videos relacionados:

- Cerebro adolescente: [www.lossecretosdetucerebro.es](http://www.lossecretosdetucerebro.es)
- El cerebro de las adicciones: [www.lossecretosdelcerebro.com](http://www.lossecretosdelcerebro.com)
- El cerebro adolescente de las adicciones: [www.lossecretosdelcerebro.com](http://www.lossecretosdelcerebro.com)

Libro publicado con el patrocinio de la Fundación Tatiana Pérez de Guzmán el Bueno y de la Fundación Familia Sociedad y Educación (FASE).



Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com); 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Las afirmaciones incluidas en el libro son responsabilidad exclusiva de las autoras.

## Breve CV de las autoras

NATALIA LÓPEZ MORATALLA. Licenciada en Ciencias Químicas y doctora en Biológicas. Catedrático de Bioquímica en la Universidad de Navarra. Es autora de un centenar de publicaciones científicas internacionales en las áreas de Bioquímica mitocondrial y de Biología Molecular y Celular de terapias antitumorales y de la patología de enfermedades autoinmunes. Ha publicado numerosos artículos, impartido conferencias y participado en Congresos de Bioética, Biología Teórica, Neurociencias y de Comunicación Científica.

MARÍA FONT ARELLANO. Doctora en Ciencias Biológicas y en Farmacia. Farmacéutico Especialista en Análisis y Control de Medicamentos y Drogas. Profesora Titular de Química Orgánica y Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Universidad de Navarra. Responsable de la Unidad de Modelización Molecular, de la Facultad de Farmacia. Investigadora Senior del Instituto de Salud Tropical, Universidad de Navarra.

# 1. Lo hace sobre una plantilla de vínculos de apego, hilvanada con hilos de tiempo

Los científicos han conseguido arrancar al cerebro uno de sus grandes secretos: tras un largo debate parece que se ha llegado a determinar un empate entre qué nos viene dado por naturaleza y qué por cultura. De esta forma, la pregunta que ahora nos hacemos es cómo la genética y las experiencias de la vida colaboran para hacer único el cerebro de cada uno de nosotros.

Para esta pregunta, contamos con algunas muy buenas respuestas, que nos acercan a la comprensión de cómo naturaleza y crianza se combinan para configurar nuestra identidad personal y que nos dicen que la base biológica de muchos trastornos neuropsiquiátricos reside en que el patrón universal de la arquitectura del cerebro, un patrón dado por los genes, es directamente dependiente, a su vez, de las experiencias.

Nuestro cerebro tiene unos cien mil millones de neuronas, que están conectadas por fibras nerviosas de una longitud total que equivale a dar más de quince vueltas a la Tierra; pero estas neuronas, sorprendentemente, no están conectadas entre ellas de forma fija.

Además, la arquitectura funcional del cerebro no es estática, sino que se adapta sin cesar a las condiciones del nicho natural y cultural, desde el seno materno y a lo largo de la vida: tiene plasticidad. Y no funciona nunca como un todo, ni todo está encendido al mismo tiempo.

En definitiva, no existe un disco duro cerebral del tipo del que ocupa las entrañas electrónicas de un ordenador; nuestro cerebro es algo diferente, dinámico, único para cada individuo.

## 1.1. El cerebro es plástico

Aprender, recordar, requieren mantener durante toda la vida la capacidad de modificar la anatomía y la función, es decir, requieren que exista una plasticidad: la capacidad de conexión entre las neuronas que varía con las vivencias propias de cada uno.

Estas modificaciones abarcan desde la posibilidad de cambiar la sensibilidad de las neuronas para conectarse a otras, para crear conexiones completamente nuevas o destruir las existentes, hasta formar o estropear las fibras que conectan las regiones más o menos alejadas del cerebro.

La inteligencia general, los rasgos de personalidad y hasta el riesgo de padecer una enfermedad mental, son predispuestos e influenciados por los genes que heredamos; sin embargo, cada uno hace que algunos de sus genes tengan más peso que los demás. Cada uno lo construye a su manera: todo deja huella y lo hacemos único e irrepetible.

Las experiencias de apego o desapego de los primeros años de vida tienen una poderosa influencia en el cerebro en formación; en la adolescencia se reconfigura y podrá seguir siendo maleable en la ancianidad. La fase principal de la maduración es la adolescencia que se inicia con la pubertad.

## 1.2. El cerebro no funciona como un todo

La organización del funcionamiento cerebral desde la corteza es propia de las áreas, no de unas supuestas conexiones fijas entre circuitos.

El cerebro funciona por coordinación temporal, a golpe de sincronizaciones; es decir, usa hilos de tiempo. Las neuronas tienen que sincronizar sus relojes para poder recibir los impulsos de forma simultánea y así procesar la información recibida y elaborar la que transmitirá a otras neuronas. De forma similar, varios circuitos han de sincronizar sus relojes para que emerja una percepción, un comportamiento, una memoria.

La capacidad de sincronización temporal de la actividad de neuronas viene permitida por el cableado del cerebro a través de fibras y fascículos formados por las terminaciones, llamadas axones, de las neuronas.

La existencia de este cableado, su formación, extensión, ya informa algo acerca de lo que cada uno es capaz de hacer, deshacer o rehacer. Pero lo que determina lo que está haciendo en realidad, es el flujo de electricidad, que en un momento dado va pasando a través de los cables, las fibras nerviosas. Así, en cada momento de su desarrollo y maduración, y según qué esté procesando, lo esencial es la conectividad de que sea capaz, a fin de sincronizar el flujo de información que transmiten los circuitos.

Entendemos aún muy poco de como el cerebro interpreta la sincronía y la traduce a los diversos estados mentales. No obstante, los avances en el conocimiento de la dinámica de los sistemas complejos, como es el cerebro, permite entender que se trata en realidad de la existencia de dos niveles de información (procesos neuronales y procesos mentales), en el que el resultado final es más que la suma de los componentes del primer nivel; es decir, es una dinámica epigenética.

La emergencia desde los procesos neuronales —primer nivel— hasta los procesos mentales —segundo nivel— significa que el principio organizador de la corteza no reside en las áreas ni en las conexiones fijas entre circuitos, sino en el código de tiempo. Es decir, se trata de la secuencia temporal, en el orden en que esos módulos, activados o silenciados, son reclutados o des-sincronizados.

### **1.3. Un código de tiempo**

El código de funcionamiento del cerebro es el tiempo. Un tiempo que cada uno puede dilatar mediante el frenado de la excitación en la corteza prefrontal. Esta región es la última en madurar y la primera en formarse, y en ella se construyen las primeras redes de conexión entre la neuronas.

La coherencia y sincronización de los flujos de funcionamiento cerebral se alcanza regulando la velocidad del flujo de la información por los circuitos. Se conectan así diversos circuitos funcionales, algunos de los cuales ejercen control jerárquico sobre otros. La sincronización exige que todos los circuitos trabajen a la misma longitud de onda; para ello se ha de frenar la actividad de unos u otros a fin de poner a la misma hora los relojes neuronales.

Los seres humanos están permanentemente abiertos a las influencias de la educación, de la relación con los demás y a sus propias decisiones. Todo ello genera cambios persistentes en los patrones de las conexiones neuronales del cerebro, específicos y propios de cada uno, según la historia de su vida.

Durante el periodo de la adolescencia, entre la pubertad y la juventud, se reconfigura el cerebro mismo; el paso del tiempo, las hormonas sexuales, el temperamento, y, especialmente, las vivencias, hacen de ese alcanzar la madurez un proceso individualizado.

## **2. El cerebro humano es la estructura más compleja y ordenada de la naturaleza**

El cerebro no está nunca ni encendido ni apagado por completo, sino que en cada vivencia, situación, recuerdo, se sincroniza la activación de unas regiones concretas con el silenciamiento de otras. A diferencia de cualquier otro órgano, no funciona como un todo, ni está nunca terminado.

A lo largo del tiempo, desde el seno materno, el cerebro guarda memoria de lo que va sucediendo en la vida. Sobre la base del patrimonio genético que cada uno hereda de sus dos troncos familiares, el paterno y el materno, la crianza y las experiencias propias van dejando huella y haciendo que su cerebro cambie continuamente.

### **2.1. Un espectáculo de luz y sonido**

Como un “espectáculo de luz y sonido” que se realizara en el inmenso panorama del cielo estrellado de una enorme galaxia, el cerebro cuenta la historia de nuestra vida desde el inicio al final, encendiendo y apagando luces que forman figuras. Lo hace al ritmo del propio tiempo, rico o pobre en relaciones plenas o vacías, proyectos, sentimientos, decisiones, y un largo etc.

Un ritmo propio, la canción de nuestra vida, que es para cada uno mucho más que el mero y simple paso del tiempo que marcan los relojes, siempre igual, segundo a segundo.

Cada neurona es una estrella que si está activa es uno de los puntos de luz que aparecen al espectador en una noche sin nubes. Las neuronas son los astros que emiten sus luces de distinta intensidad y color. Ocupan un sitio fijo; están donde están en cada uno de los dos hemisferios y forman las constelaciones, que al ritmo de la banda sonora van apareciendo con su nombre propio.

Las conexiones entre las neuronas que interactúan, y se encienden o apagan en sincronía, son los circuitos cerebrales por los que fluye la información. Conectan unos con otros procesando así recuerdos, emociones, empatías o deseos, al generar en un momento concreto una escena constituida por las relaciones entre las figuras. Esto es, una red de circuitos.

El tiempo que dura el espectáculo tiene el hilo conductor de la historia del protagonista. Lo llamativo del espectáculo es que el guion no está escrito de antemano y es único e irrepetible.

Los cien mil millones de neuronas del cerebro humano tejen su hardware. Se pueden llegar a establecer unos cien billones de conexiones entre las neuronas. El software del cerebro se aplica en crear nuevas sinapsis y modificar las viejas.

### **2.2. Tres capas concéntricas, dos hemisferios y cuatro lóbulos**

A lo largo del proceso evolutivo han aparecido sucesivamente cerebros con una, dos y tres capas diferentes entre sí, tanto en los tipos de neuronas que presentan, como en las funciones que desempeñan (Fig. 1).

La variedad de funciones aumenta con las regiones y con la progresiva integración entre ellas.

En cada capa y entre las tres capas, las conexiones de unas neuronas con otras hacen posible la aparición de nuevas capacidades.



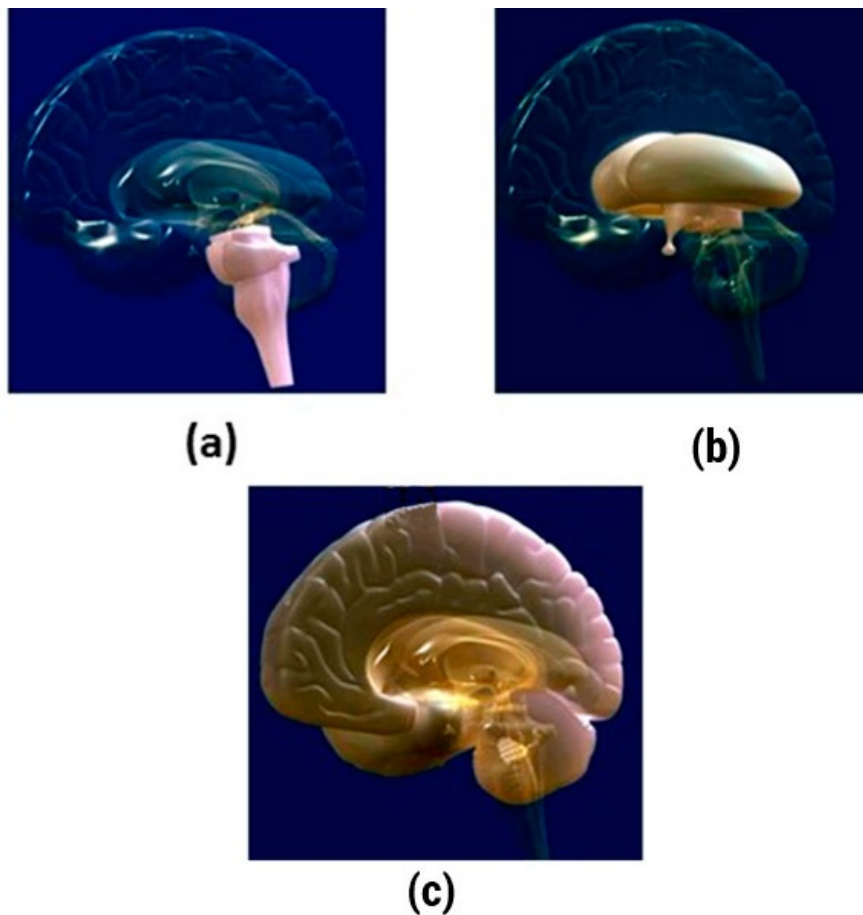


Fig.1. Las tres capas del cerebro (a) Reptiliano (b) Emocional y (c) Corteza.

### 2.2.1. Cerebro reptiliano

La etapa de los reptiles aportó el tronco cerebral y el cerebelo que controlan la motricidad básica y las respuestas automáticas, enormemente rápidas, viscerales, y estrictamente relacionadas con la supervivencia. De los reptiles decimos que sólo tienen identidad biológica: son individuos de la especie a que pertenecen y sólo poseen conciencia biológica o relación con el medio.

En los hombres, en situaciones de daño intenso, o de carencia o decadencia de las otras capas cerebrales, como ocurre por ejemplo en los que nacen sin encéfalo, algunas estructuras del tronco cerebral asumen, al menos en parte, la elaboración de los estímulos visuales simples y la respuesta a ellos mediante activación y desactivación sincronizada de estas áreas ancestrales. No ven pero siguen con los ojos un rostro o un dibujo de rayas en movimiento.

### 2.2.2. El cerebro emocional

La segunda capa encefálica, un conjunto de núcleos denominado sistema límbico, aparece con los mamíferos, acompañada de la corteza cerebral. Contiene el tálamo, el hipotálamo, el hipocampo y el complejo amigdalino.

El lenguaje entre las neuronas es mucho más rico. La comunicación entre ellas se hace mediante las moléculas neurotransmisoras, capaces de frenar o acelerar la actividad neuronal; la velocidad de la respuesta a un estímulo es más lenta y se aproxima en su duración hacia el segundo.

Los estímulos suscitan en los mamíferos emociones y son así la ocasión, no la causa, de la respuesta instintiva del animal. Ese ajuste fino entre las necesidades biológicas y la presencia de aquello del entorno que supone un estímulo para satisfacer esas necesidades, permite la perfecta adaptación del organismo al nicho ecológico de la especie a que pertenece. Procesa la relación del individuo y su medio. La respuesta instintiva es un automatismo, a través de la emoción generada. Por típica y estereotipada que sea, para cada uno de los individuos la respuesta les supone una cierta autonomía respecto al medio.