



THE NEUROSCIENCE OF EMOTION A NEW SYNTHESIS

Por Ralph Adolphs
y David J. Anderson

Princeton University Press,
Princeton, 2018

Neurobiología de las emociones

El complejo estudio de los estados emocionales

A lo largo de toda la escala animal encontramos emociones. Fenómenos fundamentalmente biológicos se hallan, en cuanto tales, sometidos a evolución por selección natural y sujetos a investigación experimental. Dependen de circuitos cerebrales específicos para el cumplimiento de unas funciones características, mecanismo este de acción que solo podremos comprender a través de un enfoque comparado que abarque los planos molecular, celular, de sistema y cognitivo. Para remedar los circuitos y establecer los fundamentos neuronales, ha servido de gran ayuda la incorporación reciente del mundo de la robótica.

Pero estamos todavía muy lejos de disponer de un esquema global riguroso de las emociones, su relación con la consciencia o su distinción de los sentimientos. Los autores de esta primera aproximación sistemática se encuentran entre los estudiosos más indicados para la tarea. Ralph Adolphs, experto en la base neural del comportamiento social humano, ocupa la cátedra Bren de psicología, neurociencia y biología del Instituto de Tecnología de California y dirige el Centro de formación de imágenes cerebrales del Caltech. David J. Anderson, investigador de las emociones en ratones y en moscas, preside el Instituto Tianqiao y Chrissy Chen de Neurociencia en el Instituto de Tecnología de California.

De entrada no es fácil siquiera determinar el significado del término emoción. Para unos, las emociones implican experiencias conscientes que solo pueden investigarse en humanos. Otros defenderán que los insectos y demás invertebrados exhiben indicios de emociones que vemos en los mamíferos. Para unos, las diferentes emociones se corresponden con áreas del cerebro anatómicamente delimitadas; para otros, se producen de una manera muy repartida. Y habrá quien se remonte al siglo XIX para repetir con William James que las emociones son la consecuencia de la conducta, no su causa.

El análisis de los estados emocionales de organismos inferiores facilita su interpretación del desarrollo en animales más complejos y evolucionados. Así, por ejemplo, se ha recurrido a la mosca de la fruta, *Drosophila*

melanogaster, para dilucidar la circuitería y la química neural subyacentes bajo los comportamientos de aprendizaje asociativo de aversión, una conducta similar al condicionamiento del miedo pavloviano en mamíferos. Las respuestas innatas de defensa ante amenazas visuales consisten, en la mosca, en reacciones reflejas rápidas integradoras que muestran bloques de construcción de emociones observados también en mamíferos.

El desarrollo de las emociones implica una interacción sutil entre genes y entorno, entre mecanismos programados de forma innata y asociaciones aprendidas. Conductas innatas como la sonrisa se dan incluso en recién nacidos o se expresan en sueños. Con tiempo y aprendizaje, pasan a ser incorporadas en expresiones plenamente manifestadas. Nada tiene, pues, de extraño que uno de los aspectos de la emoción que se ha estudiado con mayor intensidad sea su expresión facial. Los estudios pioneros de Paul Ekman y sus colaboradores en los años sesenta y setenta sugerían que algunas expresiones faciales se compartían en todas las culturas. Ekman viajó a Nueva Guinea para investigar sobre las emociones de los naturales, en particular sus expresiones faciales. De su observación dedujo que había expresiones de un conjunto de emociones, las emociones básicas, de alcance universal en el género humano, cuyo fundamento radicaba en módulos cerebrales innatos. Conformaban ese elenco básico la alegría, la sorpresa, el miedo, la angustia, la repugnancia y la tristeza; podría sumarse alguna otra, como el desprecio. La investigación reciente ha revelado que las expresiones faciales encierran otros aspectos que, por su finura, escapan a la observación común. Además, la antropología comparada ha demostrado que cada cultura categoriza las expresiones en distintos conceptos. El rostro humano expresa su emoción a través de 17 pares de músculos faciales, que compartimos en buena medida con los grandes primates.

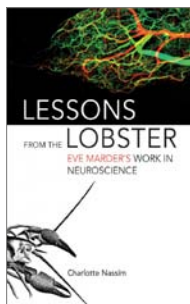
Una ciencia de las emociones requiere terminología clara, acotación semántica de los conceptos, medios sensibles, herramientas de análisis estadísticamente poderosas e hipótesis creativas. Aunque las emociones sean estados cerebrales y los mecanismos que las generan deban investigarse en neurobiología, sería una falacia deducir de ello que las emociones se hallan literalmente en el cerebro y pudiéramos descubrirlas con solo afinar las herramientas de observación y medición. No es lo mismo, explican los autores, producir emociones que tener emociones. Y recurren a la analogía de la visión: hay en el cerebro muchas áreas que participan en la visión, de la retina a la corteza, pero la visión no se observa en ninguna de esas regiones, ni ninguna de ellas tiene la experiencia de ver. Visión y emoción son propiedades del sistema, no propiedades de las partes constituyentes; todas las partes operan conjuntamente para generar la propiedad. Hay sistemas cerebrales que determinan que

el sujeto experimente las emociones. La experiencia consciente de las emociones es propiedad global de la persona (o de un animal), pero los mecanismos en cuya virtud se produce no poseen en sí mismos esa propiedad.

Varias son las características que describen a las emociones. Destacan su gradualidad, lo que significa que no todos los estados poseen la misma intensidad. Propio de

ellas es lo que se denomina en psicología su valencia, es decir, su dimensión dual (placer y desagrado, estímulo y respuesta); también, su persistencia, el estado emocional perdura más que el estímulo desencadenante. Los autores analizan de forma exhaustiva otras propiedades como la generalización, el automatismo o la comunicación social.

—Luis Alonso



**LESSONS FROM
THE LOBSTER
EVE MARDER'S WORK
IN NEUROSCIENCE**

Por Charlotte Nassim

The MIT Press, Cambridge, Mass. 2018

Sistemas modelo en neurociencia

Neuronas estomatogástricas de langostas y cangrejos

En Estados Unidos el curso de 1969 supuso un punto de inflexión en la incorporación de la mujer en los departamentos universitarios. El predominio absoluto de los varones llegaba a su fin. Muy pocos podían asirse a sus trabajos posdoctorales para librarse de la guerra del Vietnam. De la noche a la mañana, la mitad de los investigadores de los laboratorios de biología eran mujeres. En 1968, el departamento de biología de San Diego de California tenía dos alumnas en una clase de treinta. Al año siguiente, cuando entró Eve Marder, ya eran trece las mujeres. La cifra se equiparó en un par de años. Los recién graduados pasaban por rotaciones en diferentes laboratorios para familiarizarse con las distintas técnicas antes de abordar sus propios proyectos. Pero aquel departamento no ofrecía muchas opciones en neurociencia. En una de las rondas, Marder pasó por el laboratorio de Allen Selverston, quien había trabajado sobre el sistema nervioso con cangrejos como modelo.

En neurociencia importa sobremano saber con qué modelo animal hemos de trabajar. Los modelos animales deseables han de ser asequibles y su conducta de interés debe hallarse controlada por un grupo de neuronas manejables en el laboratorio. Preferiblemente, esas neuronas deben haber adquirido el tamaño suficiente para ser abordables con el microscopio y permitir la instalación de microelectrodos para registrar su actividad eléctrica. Durante decenios, el arquetipo de neuronas grandes, con un axón imponente, fue el de calamar gigante que dispa-

ra la respuesta de huida. Merced a sus trabajos con ese invertebrado, ganaron el Nobel Alan Hodgkin y Andrew Huxley. Fue Don Maynard quien reconoció que el ganglio estomatogástrico de los crustáceos encerraba un potencial enorme, porque constituía una red neuronal independiente con un número escueto de neuronas, un solo nervio aferente y un eferente accesible a los músculos del estómago. Maynard compartió su preparación con otros neurocientíficos, entre ellos los padres fundadores de las investigaciones sobre el ganglio estomatogástrico: Allen I. Selverston, Dan Hartline y Maurice Moulins.

Los cangrejos y las langostas presentan de una manera coherente y estereotípica el comportamiento de huida ante el peligro. Las contracciones rítmicas de los músculos abdominales impulsan la cola bajo el cuerpo y el cangrejo se autopropulsa hacia atrás en el agua. A Selverston le interesaban las neuronas que desencadenaban esos movimientos. Extendió el estudio del cangrejo a la langosta. En esos ensayos participó Mader, ocupada en la estimulación de los axones del cordón nervioso. Se ha comprobado que los crustáceos sirven para conocer la función del sistema nervioso en propiedades y procesos muy diversos, del mero celular al del comportamiento global. Una función cuyas raíces se vienen investigando en secuencias codificadoras de sus respectivos genomas.

El ganglio estomatogástrico cuenta con una exigua treintena de neuronas, que se envían mutuamente señales y sincronizan su actividad rítmica. Veintitrés son neuronas motoras; las siete restantes, interneuronas, sin contacto con los músculos. Todas las sinapsis químicas entre neuronas del circuito pilórico son inhibitorias, aunque la mayoría de estas son también motoras y establecen conexiones excitadoras con los músculos. Los somas celulares se hallan en la periferia del ganglio. Cada uno envía una fibra sutil, una neurita, al ganglio, donde se ramifica profusamente. A diferencia de las raíces de las plantas, con las que suele compararse, se ramifican y forman fibras más consistentes. Las neuronas motoras del ganglio somatogástrico activan los músculos y participan en la generación y el mantenimiento de los ritmos.

El sistema presenta una ventaja ulterior: vive horas en preparaciones salinas. El ganglio produce dos ritmos: el gástrico y el pilórico, controlados por dos conjuntos de

neuronas que se solapan. Uno de los primeros trabajos de Marder fue la identificación de los neurotransmisores empleados por el ganglio. Su conocimiento resultaba determinante para desentrañar los mecanismos de funcionamiento del ganglio y la producción de su actividad rítmica.

En 1914, Henry Dale aisló acetilcolina de un hongo y comprobó que ralentizaba el ritmo cardíaco de la rana; infirió que esta o una sustancia similar podría usarse por neuronas para controlar el corazón. Fue Otto Loewi quien demostró, en 1926, la transmisión neurohumoral de acetilcolina en la sinapsis entre neurona y músculo. Cuando Marder inició sus investigaciones, la lista de neurotransmisores conocidos alcanzaba la decena; se suponía que una neurona solo podía liberar un solo neurotransmisor. ¿Por qué empleaban neuronas diferentes neurotransmisores distintos? Marder se aprestó a resolver la cuestión. En 1974, en uno de sus primeros trabajos, publicado en *Nature*, demostró que las células ganglionares utilizaban diferentes neurotransmisores. En otro artículo, de 1976, ahora en *The Journal of Physiology*, Marder, al pasar revista a los neurotransmisores (11) empleados por los diferentes tipos de neuronas motoras excitadoras, estableció correlaciones entre la distribución de células colinérgicas y glutaminérgicas y el acoplamiento eléctrico entre neuronas motoras del ganglio estomatogástrico.

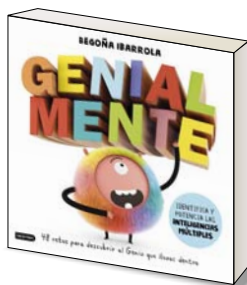
Aunque la diversidad de moléculas señaladoras fascinó a los neuroquímicos de principios de los setenta, los interesados en los circuitos neurales que daban origen al comportamiento no prestaban atención a la perspectiva neuroquímica; procedían del dominio de la ingeniería y electrónica y se proponían desarrollar diagramas de conexión (o conectoma, por emplear el término hoy de moda) que sería el equivalente biológico de un diagrama

de circuito electrónico, apoyándose en las neuronas identificables de circuitos sensoriales y motores de los invertebrados. Un decenio más tarde resultaba patente que las propiedades neuronales intrínsecas, las ondas de potencial de acción y las corrientes de membrana podían ser alteradas mediante la manipulación de las concentraciones intracelulares de segundos mensajeros, como el AMPc. La aplicación exógena de agonistas muscarínicos, aminas y neuropéptidos podía aumentar, o reducir, la amplitud de corrientes dependientes de voltaje muy dispares; la aplicación exógena de neuromoduladores podría alterar la intensidad de las sinapsis con implicaciones para los cambios de conducta dependientes de la experiencia.

Cuarenta años de investigación sobre esa treintena de neuronas del estómago de langosta han permitido apuntalar con solidez el estudio del cerebro humano, como se reconoció cuando fue elegida para el grupo selecto de quince neurocientíficos que conformaron el consejo presidencial de Estados Unidos sobre el proyecto BRAIN, iniciado en 2013. Iniciativa esta que se propone cartografiar los circuitos cerebrales humanos, mide las pautas de fluctuación de la actividad eléctrica y química. El tránsito de la digestión de la langosta a los mecanismos cerebrales del pensamiento humano es un salto abismal. En efecto, nuestro cerebro recluta de forma selectiva redes de unos 90.000 millones de neuronas. Las conexiones son extremadamente complejas. Pero el estudio minucioso de Marder de un nudo microscópico de neuronas estomatogástricas de langostas y cangrejos, una red pequeña con un número insignificante de neuronas, ha permitido encarrilar la investigación cerebral sobre una senda segura.

—Luis Alonso

Novedades Una selección de los editores de MENTE Y CEREBRO



GENIAL MENTE
Demuestra que eres un genio
Begoña Ibarrola
Ediciones Destino infantil, 2019
ISBN: 8408209590
120 págs. (11,95 €)



SOMOS LO QUE NOS CONTAMOS
Cómo los relatos construyen el mundo en que vivimos
Óscar Vilarroya
Editorial Ariel, 2019
ISBN: 8434429829
págs. 368 (19,90 €)



LA NUEVA BIOLOGÍA DE LA MENTE
Eric R. Kandel
Editorial Paidós, 2019
ISBN: 9788449335655
304 págs. (24 €)



TURISMO DARK
Miriam del Río
Ediciones Luciérnaga, 2019
ISBN: 9788417371746
224 págs (17,95 €)