

comprobaron, los tiempos de reacción aumentaron, lo que reflejaba una relación más poderosa entre Dios y el cielo (y entre el mal y cualquier cosa baja o subterránea). La muerte polarizaría el bien y el mal en una escala vertical.

### **Verticalidad generalizada**

Los autores sugieren que la representación de los conceptos morales en los humanos sigue esta popular escala vertical: los valores morales positivos se situarían en la parte superior de la escala vertical y los negativos en la parte inferior de la misma. Pero, en realidad, toda nuestra representación del mundo (sobre todo, en la esfera social) se halla marcada por esa verticalidad implícita. Así, decimos que algunas personas se

encuentran en la cima de la escala social o que algunos comportamientos son bajos.

¿De dónde procede esta jerarquía a lo largo de un eje alto y bajo? La única explicación disponible hasta la fecha tiene que ver con un instinto ancestral. Según una hipótesis evolutiva, en los primates (con los que compartimos parte del sistema nervioso), el individuo dominante suele ser físicamente más alto que los demás, ocupa una posición elevada y se mantiene erguido, mientras que los que se someten deben inclinarse hacia delante, doblar la espalda y mirar al suelo. Así pues, el respeto y el miedo a lo que está «por encima» se encontrarían arraigados en nuestro repertorio conductual y cognitivo desde hace cientos de miles de años.

*Sébastien Bohler*

## CONNECTOMA

# DIFERENCIAS EN LOS CIRCUITOS NEURONALES DE RATONES Y HUMANOS

¿Por qué podemos realizar acciones que un ratón no puede hacer? Nuestro cerebro no solo es de mayor tamaño: también es sorprendentemente complejo.

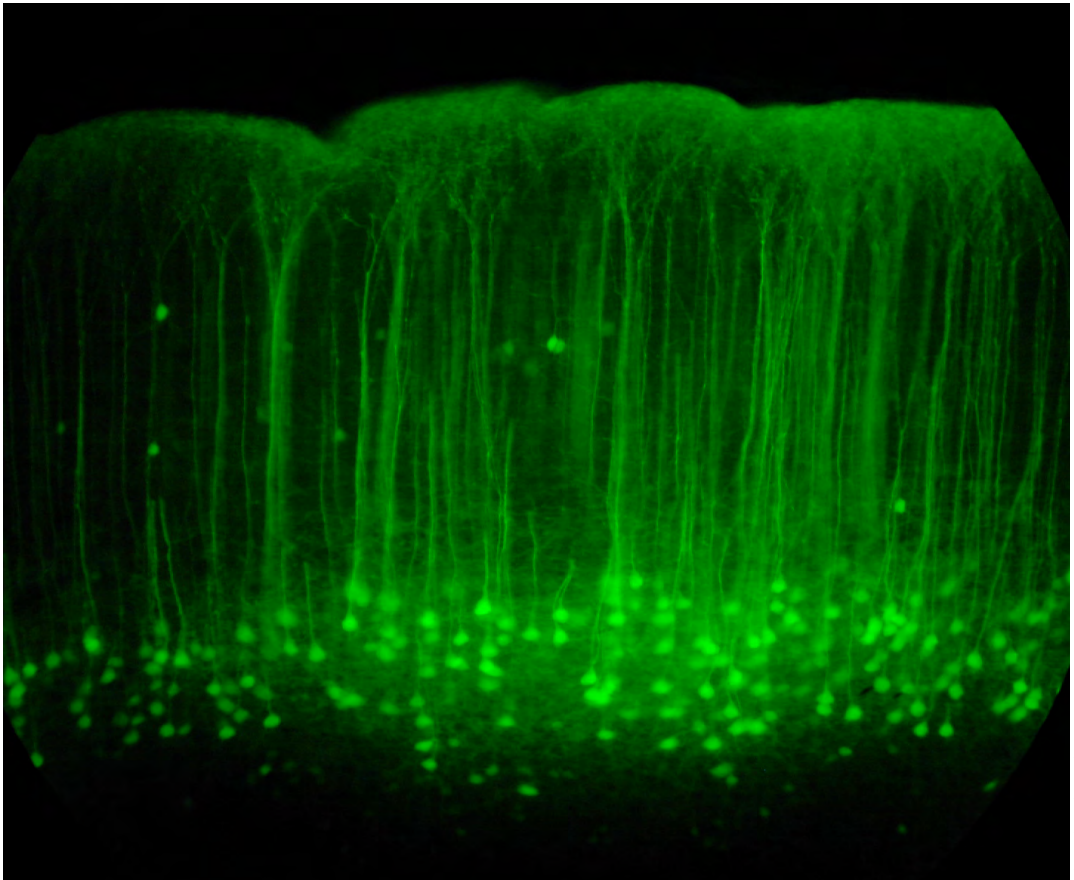
**E**l santo grial de la neurociencia es la cartografía completa del cerebro humano: la representación fiel del sotobosque de las células nerviosas con las ramas arborescentes de las dendritas que brotan de ellas y los axones, mucho más largos, que a menudo sirven para transmitir señales desde un órgano sensorial o a una fibra muscular. La imagen general incluye los pequeños nódulos de las dendritas; ahí es donde se encuentran las sinapsis. Se trata de puntos de contacto y conmutación, conexiones vivas con otras neuronas.

Tamizar esta espesura hasta el nivel de las células individuales y representarla de manera espacial constituye una tarea gigantesca que hasta hace poco debía parecer utópica. En fecha reciente, el joven campo de investigación de la conectómica ha logrado comprender mejor la interacción de las neuronas. Esto es posible con

el uso de la microscopía electrónica tridimensional. A partir de imágenes de cortes finos de muestras de tejido cerebral pueden ensamblarse imágenes plásticas de grupos celulares enteros.

Dado que no se dispone con facilidad de tejido cerebral humano fresco —por lo general, solo tras intervenciones quirúrgicas en pacientes con epilepsia—, se utiliza el ratón como organismo modelo. La relación evolutiva entre humanos y roedores hace que la elección sea plausible. En los últimos años, el equipo dirigido por Moritz Helmstaedter en el Instituto Max Planck para la Investigación del Cerebro, en Fráncfort, ha desarrollado su experiencia en el análisis conectómico.

Pero ¿acaso nuestra cabeza no es más que un cerebro de ratón inflado con un número de neuronas mil veces superior? ¿O el tejido nervioso humano es diferente después de todo? Para responder a esta pregunta, el grupo emprendió



ROBERT CUDMORE/FLICKR

**Estudiar las neuronas de los roedores (*imagen*) puede ayudarnos a comprender mejor cómo funciona el cerebro humano.**

una comparación detallada de ratones, macacos y humanos, según informan en un [estudio](#) publicado en Science.

Esta vez, el tejido humano no procedía de personas con epilepsia, sino de dos pacientes operados de tumores cerebrales. Los investigadores buscaban evitar que el tratamiento con fármacos antiepilépticos, que suele durar años, nublara la imagen de las conexiones sinápticas. Compararon las muestras con las de un macaco y las de cinco ratones.

### **Red expandida de interneuronas**

Por un lado, aparte de las diferencias cuantitativas (como el tamaño del cerebro y el número de neuronas), los resultados fueron bastante similares, lo que justifica el uso de modelos animales. Pero en un punto, el equipo experimentó una verdadera sorpresa.

Algunas células nerviosas, las llamadas interneuronas, se caracterizan por interactuar exclusivamente con otras células nerviosas. Estas «neuronas intermedias», con axones en su ma-

yoría cortos, no son las principales responsables de procesar los estímulos externos ni de desencadenar reacciones físicas, sino que se limitan a amplificar o atenuar las señales internas.

Este tipo de neurona no solo es más del doble de común en macacos y humanos que en ratones, sino que además están especialmente interconectada. La mayoría de las interneuronas se acoplan casi en exclusiva a su propia especie. Como resultado, su peso conectómico es comparativamente diez veces más fuerte.

Al parecer, este procesamiento de señales ensimismado es la condición previa para un mayor rendimiento del cerebro. Para aventurar una comparación con una tecnología relativamente primitiva: en las redes neuronales artificiales (algoritmos modelados a partir de células nerviosas interconectadas) bastan una o dos de las llamadas capas ocultas de puntos de conmutación autorreferenciales entre los niveles de entrada y salida para producir los éxitos asombrosos de la inteligencia artificial.

*Michael Springer*