

Julio Buonfigli

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCuyo

# El ser más inteligente de la Tierra

**D**e todas las características que diferencian a nuestra especie del resto del reino animal, la que más nos asombra y enorgullece es nuestra inteligencia. Es el resultado de la enorme cantidad de neuronas que posee nuestro cerebro: alrededor de 100.000 millones, un número comparable con la cantidad de estrellas de nuestra galaxia, o con la cantidad de granos de arena en la playa. Las neuronas cerebrales de cada persona ascienden a más de diez veces el total de la población humana actual de la Tierra.

¿Qué es una neurona y cuál es su función? Digamos, ante todo, que es una célula y que, como tal, incluye la mayoría de las moléculas presentes en el resto de las células del cuerpo, tiene metabolismo propio y posee la totalidad de nuestra información genética.

Más allá de la complejidad propia de toda célula, la función que desempeña una neurona es simple: es un interruptor biológico que, como los interruptores eléctricos, puede estar encendido o apagado. Una neurona encendida descarga compuestos químicos llamados neurotransmisores; apagada, no los descarga. Los neurotransmisores contribuyen a encender o a apagar a otras neuronas. Diferentes combinaciones de neuronas cerebrales encendidas o apagadas componen nuestros pensamientos, de la misma manera que diferentes combinaciones de unos y ceros componen en lenguaje informático una foto o una canción.

Este carácter binario de la acción de las neuronas hace que se necesiten muchas de ellas hasta para desempeñar funciones simples, como respirar. Pero, ¿cuántas? ¿Cuántas neuronas requiere un animal para controlar todas

## ¿DE QUÉ SE TRATA?

Una reflexión irreverente sobre la inteligencia.



Dos gusanos adultos (miden aproximadamente 1mm), tres juveniles y un huevo magnificados unas 120 veces por microscopia de fluorescencia. Fotografía Biochemical Society UK

sus actividades? Con 100.000 millones en nuestro cerebro, los humanos somos capaces de hablar, leer, escribir, operar computadoras, conducir automóviles, construir edificios, tocar la guitarra, interpretar caritas hechas con signos de puntuación, etcétera. Un chimpancé, con la tercera parte de esas 100.000 millones, no es capaz de aprender ninguna lengua humana. Un gato, con 300 millones de neuronas cerebrales, es incapaz de reconocerse en un espejo, y las moscas, con alrededor de 340.000, no se cansan de chocar indefinidamente con el mismo vidrio. Animales sésiles como pólipos o almejas, o parásitos como tenias o garrapatas, que no tienen que escapar de predadores, ni buscar alimento, ni encontrar pareja necesitan por lo menos decenas de miles de neuronas simplemente para controlar sus funciones internas.

¿Cuántas neuronas necesita mínimamente un animal para desempeñar todas sus funciones vitales?, ¿300.000?, ¿100.000? A la luz de lo anterior, 10.000 seguramente nos parecerá un número demasiado pequeño. Pero, en biología, que existan excepciones a las reglas generales puede considerarse también una regla general. Y en materia de cerebros, la más notoria excepción a la regla es el cerebro de un pequeño invertebrado ciego y sordo de alrededor de 1mm de largo, el nematodo o gusano redondo cuyo nombre científico es *Caenorhabditis elegans*, capaz de controlar sus funciones internas, buscar y seleccionar alimento, escapar de predadores y conseguir pareja con solo 302 neuronas. Además, con ese número de neuronas logra aprender de sus experiencias, una habilidad que por

mucho tiempo consideramos exclusiva de nuestra especie.

*C. elegans* es muy popular en los laboratorios de investigación biológica, pues posee ciertas características que hacen más fácil o más útil estudiar determinados aspectos de su biología que hacerlo en otros animales. Entre esas características están su bajo costo y la similitud de algunos de sus procesos biológicos con los de nuestra especie. Así, muchos microorganismos que causan enfermedades humanas son también patógenos para el gusano, por lo que se puede estudiar el proceso de infección en este y extender las conclusiones para entender cómo se produce la dolencia en las personas. Técnicamente se dice que *C. elegans* es un *animal modelo*, o un modelo experimental.

Para la neurología este modelo es particularmente útil por su sim-

plicidad y predictibilidad: al llegar a adulto, siempre tiene la mencionada cantidad de neuronas. A diferencia de la gran mayoría de los animales, cuyas células nacen y mueren continuamente en todos los tejidos a tasas que nunca son exactamente iguales, *C. elegans* al llegar a adultos siempre tienen el mismo número, una característica llamada *eutelia*. Cada adulto tiene 959 células, de las que 20 conforman su sistema digestivo, 95 su sistema muscular, 5 su sistema secretor y 358 su sistema nervioso. De este, 56 son células gliales (células que alimentan y asisten a las neuronas), lo que deja las mencionadas 302 neuronas (282 del sistema nervioso central o cerebro y 20 del sistema nervioso periférico, o neuronas sensoriales que activan músculos y dan sensibilidad al tacto, olfato o temperatura).

Nuestro nematodo, además, es el único animal cuya red neuronal se ha diagramado completamente, es decir, se conocen con precisión las conexiones de cada neurona con otras y cuáles se activan ante determinado estímulo. Y siete tipos principales de neurotransmisores presentes en seres humanos —que actúan en distintas neuronas y producen diferentes respuestas fisiológicas en nuestro organismo— lo están también en *C. elegans*.

En su ambiente natural, el gusano se mueve entre materia vegetal en descomposición. Las mismas bacterias que degradan esa materia son alimento de *C. elegans*, que evita las patógenas gracias a su sentido del olfato. Elude a sus predadores —otros nematodos, insectos y hongos— principalmente por el tacto, sentido que le permite encontrar al otro sexo y copular.

Varias experiencias de laboratorio han demostrado de manera concluyente la capacidad de aprendizaje de *C. elegans*. Científicos del Instituto de Tecnología de California, en Pasadena, llevaron a cabo un experimento para descubrir si los animales relacionaban un estímulo térmico con la abundancia de alimento. Sembraron un grupo de gusanos en una placa rectangular con un gradiente de temperatura y alimento, es decir, que tenía en un extremo mucho alimento y una temperatura de 25°C, y en el otro extremo carecía de alimento y su temperatura era 15°C. Otro grupo fue sembrado en una placa con el mismo gradiente de temperatura pero con alimento distribuido uniformemente. Como era de esperar, los animales del primer grupo tendieron a concentrarse en el extremo con más alimento y temperatura, mientras que los del segundo grupo se distribuyeron uniformemente a pesar del gradiente térmico.

Después de repetir el ensayo por unos días con los animales del primer grupo, estos fueron traspasados a una placa con alimento distribuido uniformemente y el mismo gradiente de temperatura. Se constató que mantuvieron la tendencia a agruparse en el extremo caliente, lo que significa que aprendieron a relacionar la abundancia de alimento con la alta temperatura.

Este proceso de aprendizaje parece estar asociado con una única neurona sensorial sensible a la temperatura. En las neuronas sensoriales, el estímulo que las lleva a descargar neurotransmisores no proviene de otras neuronas sino de factores físicos o químicos como luz, sonido, presión o, en este caso, temperatura. Las neuronas termosenesibles descargan sus neurotransmisores cuando la temperatura supera cierto umbral y permanecen inactivas si es menor. Cuando las condiciones en que se encuentran los animales –principalmente la temperatura– cambian, se producen modificaciones en dichas neuronas termosenesibles que desplazan el umbral térmico en que se activan.

La temperatura umbral, que queda almacenada en esas neuronas, confiere a *C. elegans* la capacidad de aprender que a ciertas temperaturas el alimento es más abun-

dante que a otras. Al activarse, dichas neuronas envían los estímulos que causan el desplazamiento del gusano en dirección a la zona cálida.

Mediante experimentos similares se ha comprobando que *C. elegans* también aprende a relacionar la abundancia de alimento con la concentración de sal en el medio e igualmente aprende a evitar alimentarse de bacterias potencialmente patogénicas.

Si bien no sabemos con precisión cuál característica fisiológica hace a nuestros cerebros superiores a los del resto de los animales, nunca hemos dudado de que seamos la especie más inteligente en la Tierra. Sin embargo, para cada uno de los índices que hemos inventado con el objeto de confirmar nuestra superioridad, como el tamaño y la complejidad estructural del cerebro, la cantidad de neuronas, la relación entre el cuerpo y el cerebro (llamada *cociente de cefalización*), existe algún animal que supera o por lo menos iguala al ser humano.

Así, casi todos los cetáceos, los elefantes y algunos otros mamíferos tienen cerebros más grandes que el nuestro y generalmente también más neuronas. Hay arañas, como las de la familia *Salticidae*, que tienen cocientes de cefalización mayores que el ser humano, lo mismo que determinados mamíferos marsupiales, como la musaraña. La complejidad estructural del cerebro de los primates es igual al del ser humano, pero el de este es más grande y como consecuencia tiene más neuronas. Los delfines nos superan en algunos índices (como el tamaño del cerebro) y nos igualan en otros (complejidad estructural) o casi igualan (*cociente de cefalización*). Pero el hecho de que un animal con 302 neuronas sea capaz de aprender sugiere que seamos más cautelosos al categorizar las capacidades de otros animales.

Si definiéramos la inteligencia como la eficiencia con la que un animal usa sus neuronas, deberíamos concluir que *C. elegans* es el animal más inteligente de la Tierra. Más inteligente que nosotros, que necesitamos 100.000 millones de neuronas para conseguir alimento y buscar pareja, algo que no siempre nos sale bien. **CH**

## LECTURAS SUGERIDAS

**CLARK DA et al.**, 2006, 'The AFD sensory neurons encode multiple functions underlying thermotactic behaviour in *Caenorhabditis elegans*', *Journal of Neuroscience*, 26: 7444-7451.

**KIMATAT et al.**, 2012, 'Thermotaxis of *C. elegans* as a model for temperature perception, neural information processing and neural plasticity', *Worm*, 1, 1: 31-41.

**KIMURA KD et al.**, 2004, 'The *C. elegans* thermosensory neuron AFD responds to warming', *Current Biology*, 14: 1291-1295.

**MAGUIRE SM et al.**, 2011, 'The *C. elegans* touch response facilitates escape from predacious fungi', *Current Biology*, 21, 15: 1326-1330.

**Worm Book**. 'An online review of *C. elegans* biology', accesible en <http://wormbook.org/>



**Julio Buonfigli**

Licenciado en ciencias básicas (orientación biología), UNCuyo. Becario doctoral del Conicet. [juliobuonfigli@yahoo.com.ar](mailto:juliobuonfigli@yahoo.com.ar)