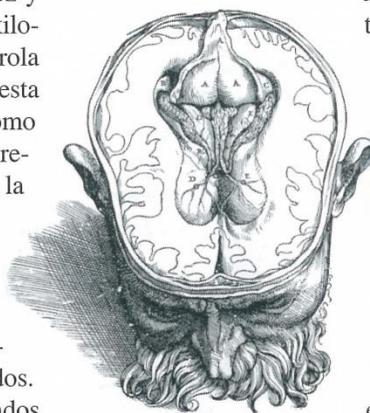


TODOS LOS RECUERDOS Y CAPACIDADES DE UNA PERSONA ESTÁN CONTENIDOS EN EL CONJUNTO DE NEURONAS QUE CONSTITUYE SU CEREBRO. A PESAR DE LOS AVANCES REALIZADOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, EL FUNCIONAMIENTO EXACTO DE ESTE ÓRGANO EXTRAORDINARIO CONTINÚA SIENDO UN MISTERIO.

## • Una maravilla con forma de nuez ¿Cómo funciona el cerebro?

El cerebro es un órgano con aspecto de nuez y que en el ser humano pesa algo más de un kilogramo. Es el principal centro nervioso y controla gran parte de las actividades del cuerpo. Por esta razón, los animales de grandes proporciones, como los elefantes o las ballenas, necesitan de un cerebro de unas dimensiones acordes. Sin embargo, la especie que posee una mayor masa encefálica con relación a su tamaño es la humana.

Nuestro cerebro es también el sustrato de la conciencia, del yo y de la personalidad. A día de hoy, empero, sigue sin haber una explicación convincente de cómo emergen estos estados. ¿Por medio de qué mecanismo aparecen estados mentales, a partir de unas cuantas células? ¿Cómo es posible que meros impulsos eléctricos y unas pocas sustancias químicas se conviertan en sensaciones, en olores, en sonidos? En el cerebro reside el más insondable de los misterios humanos; un misterio que históricamente se ha querido desentrañar recurriendo a entidades etéreas, como el alma o el espíritu. En la actualidad, la ciencia parte del principio de que todos los procesos mentales tienen un correlato neuronal. Aunque el proyecto de investigación resultante se encuentra aún en fase de desarrollo, ha empezado a dar sus frutos.



↑ Esta imagen pertenece a la lámina 69 del séptimo libro de De Humani Corporis Fabrica, publicado en 1543 por el belga Andreas Vesalius. Aunque el detalle anatómico del cerebro se conoce desde antiguo, su funcionamiento exacto permanece envuelto en el misterio.

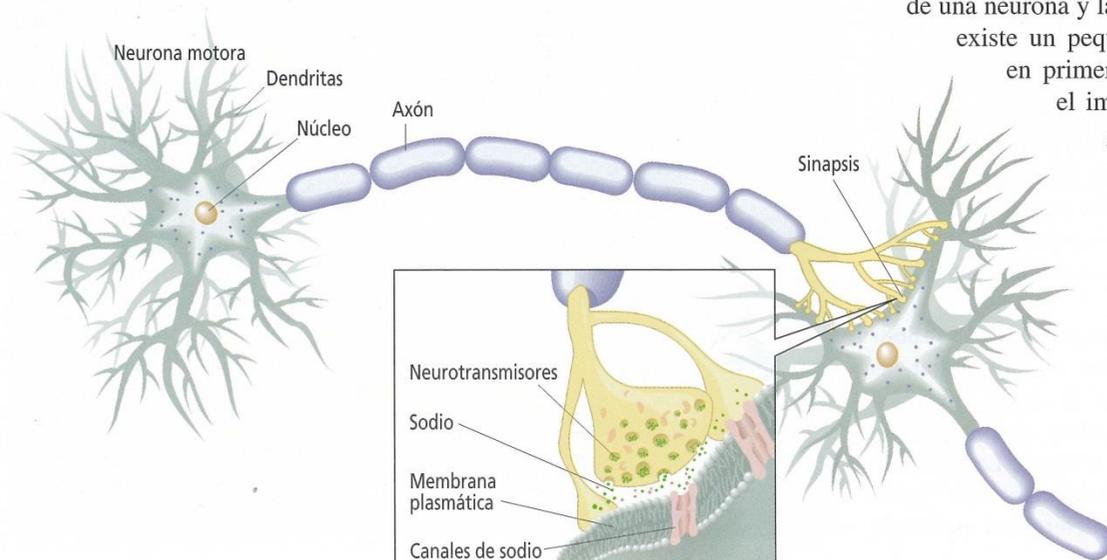
una respuesta adecuada al resto de órganos y partes del cuerpo. Por su parte, el sistema nervioso periférico, formado por unos conductos por los que circulan los impulsos nerviosos, se encarga de recoger la información de todo el cuerpo y de comunicarla luego al cerebro, así como de transmitir las órdenes que este último dirige a órganos, músculos y glándulas. Ambos sistemas están compuestos por un mismo tipo de células: las neuronas.

El científico español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) fue el primero en darse cuenta de que el tejido nervioso no era continuo, sino que estaba integrado por unas unidades celulares contiguas entre sí. Este tipo particular de célula, tal como observó el científico, posee unas protuberancias y prolongaciones muy características. La más larga y principal de estas prolongaciones se denomina axón, y por ella se transmite la señal eléctrica a la neurona contigua. Otras protuberancias de menor tamaño, las dendritas, complementan (y en ocasiones, suplen) la transmisión del flujo nervioso entre neuronas. En el cuerpo central de la neurona —denominado soma— se acumulan el núcleo y los orgánulos celulares.

El proceso de transmisión de información entre neuronas es, simplificado, como sigue: modificaciones en el medio captadas por los sentidos se convierten en impulsos eléctricos que recorren el tejido nervioso. Cuando un impulso eléctrico atraviesa una neurona, alcanza su axón. Entre el axón de una neurona y las dendritas de su homóloga existe un pequeño intersticio que resulta en primera instancia insalvable para el impulso eléctrico; sin embargo, la señal libera unas sus-

### • Neuronas y sinapsis

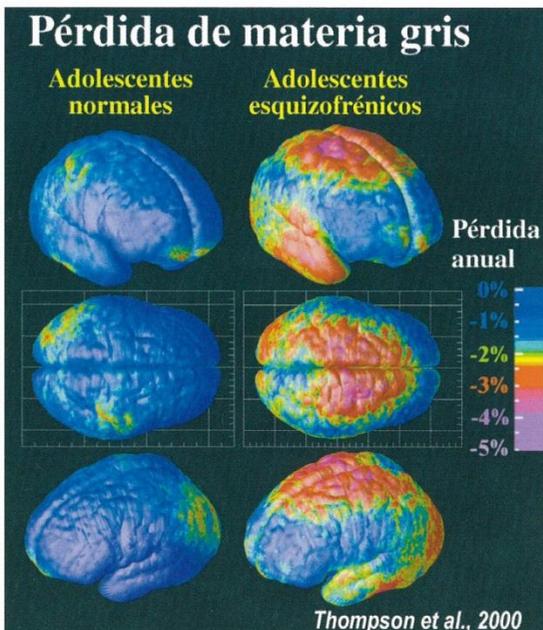
El cerebro forma parte, junto a otros órganos, del sistema nervioso central, que se ocupa de procesar la información procedente de los sentidos y de dar



← Esquema de las neuronas motoras y de la interconexión que se establece entre ellas por medio de la sinapsis (ampliada en el recuadro). Los conceptos anatómicos y funcionales básicos sobre las neuronas humanas fueron desarrollados por Santiago Ramón y Cajal.

↓ La corteza cerebral, compuesta por materia gris, es la parte funcional más importante del cerebro. En la derecha de la imagen

se aprecia (en rojo) el deterioro que puede llegar a experimentar a causa de enfermedades como la esquizofrenia.



tancias químicas denominadas neurotransmisores, almacenadas en vesículas, que inundan el pequeño espacio existente entre ambas neuronas y generan a su vez un nuevo impulso nervioso, retomando así el proceso. Este vínculo entre neuronas recibe el nombre de sinapsis.

El proceso de transmisión de información intraneuronal se puede asimilar a los movimientos de un simio que se vale de lianas para viajar entre los árboles y queda momentáneamente suspendido en el vacío entre una liana y otra.

### • La corteza cerebral

El cerebro está dividido en dos hemisferios, unidos entre sí por el denominado cuerpo calloso. Está recubierto externamente por la corteza o córtex cerebral, formada por seis capas muy delgadas de redes neuronales que se doblan y retuercen en el interior de la cavidad craneal y forman surcos y circunvalaciones. Existen otras dos cisuras, conocidas como de Rolando y de Silvio, que dividen cada uno de los hemisferios en cuatro lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. Un quinto lóbulo, ubicado debajo de la cisura de Silvio, recibe el nombre de ínsula.

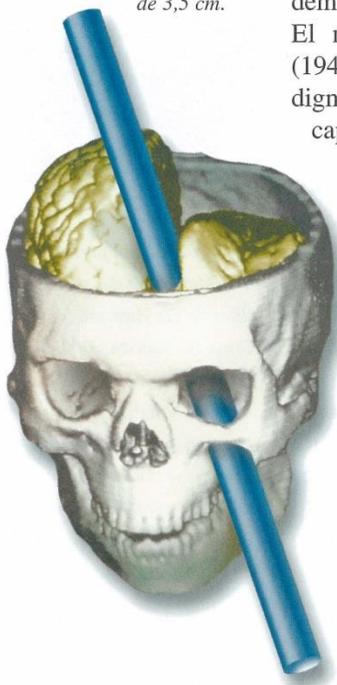
El neurólogo alemán Korbinian Brodmann (1868-1918) fue el primer científico en cartografiar las regiones cerebrales. Detectó 51 áreas diferentes según la función que desempeñan, conocidas en la actualidad como áreas de Brodmann. Las lesiones cerebrales han constituido una importante fuente de información a la hora de determinar cuál es la

### El efecto Mozart

El cerebro es una caja de sorpresas... musicales. En 1993 se especuló con que la escucha de obras del genial compositor salzburgoés producía mejoras en el aprendizaje y la memoria. En 2004, nuevos experimentos reforzaron la tesis de este «efecto Mozart», que podría estar relacionado con la estimulación de ciertas proteínas y compuestos relacionados con el crecimiento neuronal.



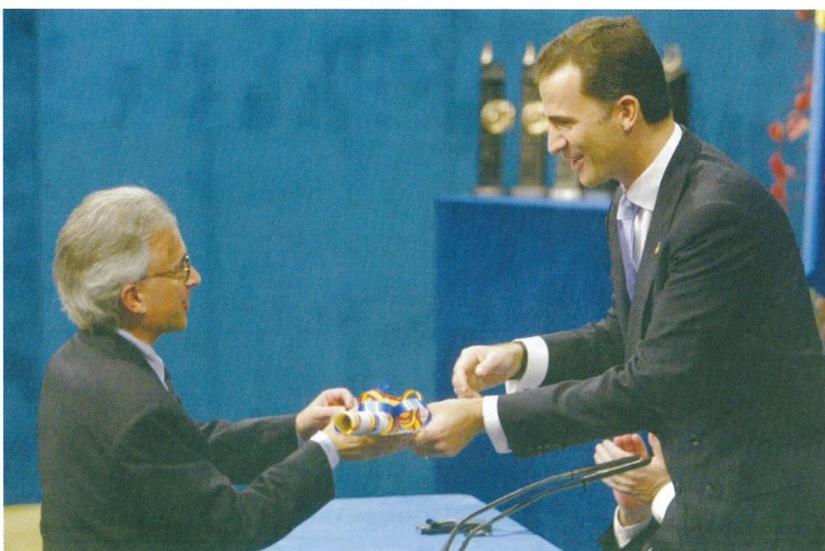
↓ Recreación de la lesión sufrida por Phineas Gage; la barra metálica que le atravesó el cráneo tenía un diámetro de 3,5 cm.



función que desarrolla cada una de estas áreas del cerebro. Una lesión en la zona conocida como área de Broca, por ejemplo, conlleva la pérdida del dominio de las reglas gramaticales (aunque la capacidad de habla del afectado permanece por lo demás intacta).

El neurólogo portugués António R. Damásio (1944) estudió en la década de 1990 un caso paradigmático de lesión cerebral, la sufrida por un capataz de la construcción estadounidense llamado Phineas Gage (1823-1860). Tras padecer una terrible perforación del lóbulo frontal y superarla sin apenas merma en su salud general, Gage experimentó un súbito cambio de carácter: de persona proba y honesta se transformó en un ser conflictivo e irresponsable. Los estudios de Damásio permitieron demostrar que áreas muy concretas de nuestro cerebro (en especial, el lóbulo frontal) rigen con mano de hierro rasgos complejos de nuestra personalidad y conducta moral.

↓ El neurólogo portugués António R. Damásio, especialista en los aspectos cognitivos y funcionales del cerebro, recibe el premio Príncipe de Asturias de las Ciencias de 2005.



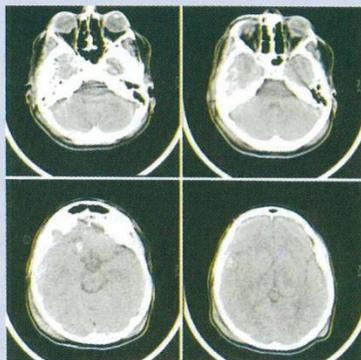
•Plasticidad

Según el ingeniero y estudioso del cerebro Jeff Hawkins (*¿Qué es la inteligencia?*, 2005), lo realmente sorprendente del cerebro son las extraordinarias similitudes existentes entre zonas cerebrales que cumplen funciones muy diferentes. Como ya observó en la década de 1950 el neurólogo estadounidense Vernon Mountcastle, apenas existen diferencias aparentes ni estructurales entre las áreas que se ocupan de controlar funciones tan distintas como el tacto o la vista. Esta particularidad da

lugar, por ejemplo, a que zonas de la corteza que usualmente procesan la información auditiva se ocupan, en los sordos de nacimiento, de la información visual. Otro caso notable es la existencia de una zona del cerebro especializada en la interpretación de la escritura, una habilidad surgida en épocas relativamente recientes de la historia humana y, por tanto, fruto del ambiente cultural y no del natural. Estos ejemplos abundan en el hecho de que las áreas funcionales del cerebro no están enteramente predeterminadas por nuestra componente

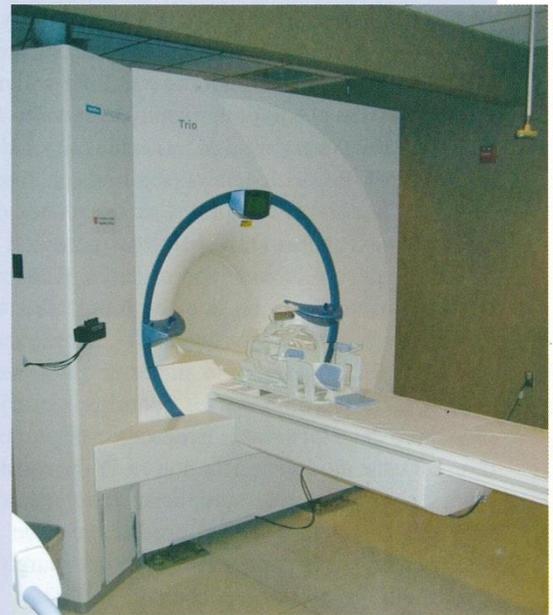
Lo que nos pasa por la cabeza

¿Cómo ver lo ocurrido dentro del cráneo de un ser humano tras un ictus?  
¿Y cómo saber la ubicación exacta de un tumor cerebral? En definitiva, ¿cómo saber qué tiene lugar en ese emplazamiento inaccesible, del cual incluso

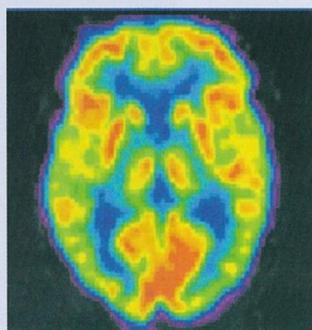
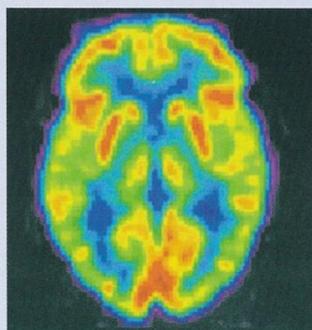


Una tomografía axial computerizada (o TAC) da forma tridimensional a una serie de imágenes planas paralelas obtenidas por rayos X. Para ello se sirve de una herramienta matemática de modelización procesada por computador.

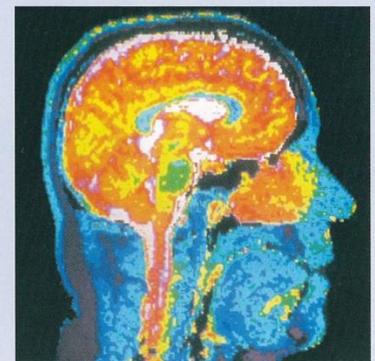
los rayos X sólo proporcionan imágenes en sol y sombra? Estas importantes cuestiones permanecieron sin respuesta hasta el desarrollo en la década de 1970 de la tomografía axial computerizada (también conocida como CAT, sigla del inglés *Computerised Axial Tomography*). El término «tomografía» es un compuesto de los vocablos griegos *tomos* (corte) y *graphos* (dibujo), y define un mecanismo sensor mediante el cual es posible generar la imagen en tres dimensiones de un cuerpo sólido a partir de la suma de sus secciones planas. El elemento teórico clave del proceso es una abstrusa herramienta matemática conocida como transformación de Radon, enunciada en 1917 por el matemático bohemio Johann Radon (1887-1956). Esta herramienta permite reconstruir los cortes planos de una superficie a partir de determinadas integrales curvilíneas, todas ellas computables. La tomografía reposa, pues, sobre matemáticas enunciadas a principios del siglo pasado sin intención alguna de que tuvieran aplicación práctica. Hoy día existen otras muchas técnicas de visualización, como la resonancia magnética nuclear (*Magnetic Resonance Imaging* o MRI) o la tomografía por emisión de positrones (*Positron Emission Tomography*, PET), dedicadas a ofrecernos imágenes de nuestro cuerpo, y en particular, de nuestro cerebro.



Moderno aparato clínico para efectuar resonancias magnéticas nucleares en tres dimensiones.



La tomografía por emisión de positrones (o PET) es una variante sofisticada de la gammagrafía. Analiza el nivel de actividad metabólica de las células y permite detectar alteraciones cerebrales como la epilepsia, la esquizofrenia o la enfermedad de Alzheimer.



La resonancia magnética nuclear (RMN o MRI, según su sigla inglesa), refleja las diferencias en contenido acuoso de los tejidos. Ello resulta especialmente útil para visualizar con detalle las enfermedades de los tejidos blandos del cerebro.

genética y que, gracias a esta extremada plasticidad, el cerebro humano puede afrontar y superar con éxito situaciones y retos nuevos. Aunque es cierto que el cerebro se compone de zonas muy uniformes entre sí, ello no sería cortapisa para desarrollar las más variadas funciones a tenor de los estímulos recibidos.

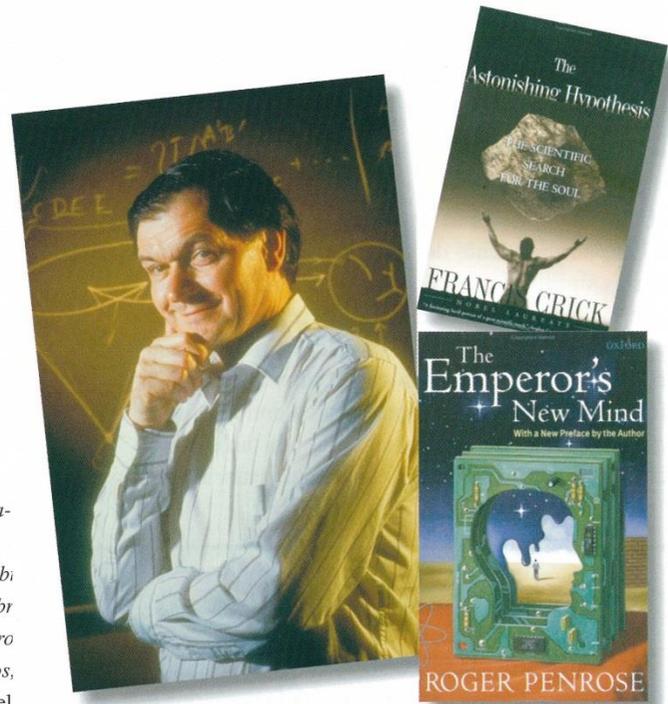
### • La conciencia

Cuando inició sus investigaciones sobre la conciencia, el reputado biólogo molecular y premio Nobel sir Francis Crick (1916-2004) partió de una hipótesis que él mismo considera sorprendente e incluso revolucionaria, tal como hace constar en su libro *La búsqueda científica del alma*: «La hipótesis revolucionaria es que 'Usted', sus alegrías y sus penas, sus recuerdos y sus ambiciones, su propio sentido de la identidad personal y su libre voluntad, no son más que el comportamiento de un vasto conjunto de células nerviosas de moléculas asociadas». Según Crick, la conciencia se originaría en algunas zonas de la corteza cerebral. Las interconexiones sinápticas existentes entre neuronas permiten que una neurona se relacione con millares. Estas relaciones, sin embargo, no ocurren todas ellas a un mismo nivel, sino en jerarquías. Así, habría neuronas cuya función no sería procesar información —como la procedente de los sentidos, por ejemplo—, sino detectar si otras neuronas están conectadas. De este modo surgiría una serie de constelaciones neuronales que cumplirían funciones cada vez más abstractas que las precedentes. De esta interrelación jerárquica entre neuronas surgirían, finalmente, los estados conscientes.

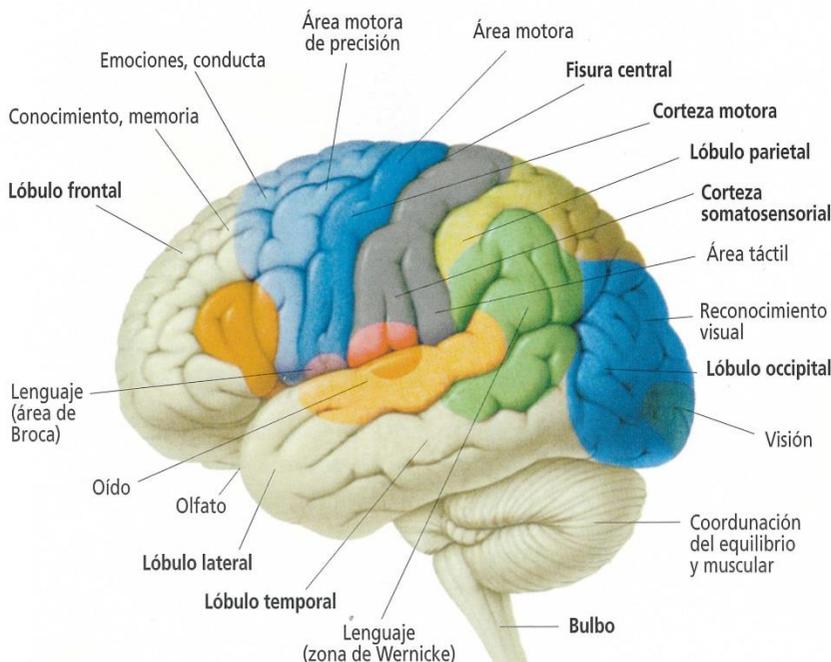
El propio F. Crick sabía perfectamente que los estudios sobre la conciencia se encuentran aún en un estadio muy primitivo, pero tenía la convicción

→ *Sir Roger Penrose (en la imagen) escribió en 1989 un célebre libro de divulgación sobre la conciencia y otros temas relacionados, La nueva mente del emperador. Otro eminente científico británico, sir Francis Crick, dedicó los últimos años de su brillante carrera al mismo tema. Entre sus libros sobre la cuestión destaca el titulado La búsqueda científica del alma (1994).*

↓ *Esquema de la corteza cerebral y de sus áreas funcionales más destacadas.*



de que la búsqueda de los correlatos neuronales de la conciencia era el camino que tenían que seguir investigaciones futuras. Otros científicos, por el contrario, son muy escépticos respecto a las posibilidades de que a partir de los presupuestos de la ciencia actual se alcance a desentrañar el misterio de la conciencia. El físico y matemático británico sir Roger Penrose (1931), por ejemplo, considera que la conciencia humana no puede reducirse a algoritmos (una de las razones por las cuales un ordenador jamás podría ser considerado propiamente una persona), y trasciende por tanto el poder explicativo de teorías formalistas como la enunciada por Crick. Sólo una teoría unificada de la relatividad y la física cuántica sería capaz, según Penrose, de describir una realidad en la que el fenómeno de la conciencia tuviera cabida.



## CHIPS

Aunque no se sabe con precisión, se calcula que el cerebro humano está formado por unos cien mil millones de neuronas. Sólo en la corteza cerebral se agolpan 30 mil millones, conectadas entre sí por un billón de sinapsis.

Sir Francis Crick, codescubridor de la estructura del ADN, inició sus estudios sobre la conciencia a los sesenta años de edad, tras una vida consagrada por completo a la biología molecular.

