## INTRODUCCIÓN NO UN SIMPLE MONO

Ahora estoy totalmente seguro de que si tuviéramos esas criaturas fosilizadas o conservadas en alcohol para poder comparar, y fuéramos jueces imparciales, deberíamos admitir enseguida que el intervalo existente entre el gorila y el hombre es apenas mayor que el existente entre el gorila y el babuino.

THOMAS HENRY HUXLEY Conferencias en la Royal Institution, Londres

Sé, mi querido Watson, que usted comparte mi amor por todo lo que es extravagante y se aparta de las convenciones y la rutina monótona de la vida cotidiana.

SHERLOCK HOLMES

El hombre, ¿es un mono o un ángel? (tal como preguntó Benjamin Disraeli en un famoso debate sobre la teoría de la evolución de Darwin). ¿Somos tan sólo chimpancés con un *software* mejorado? ¿O somos en cierto sentido «especiales», una especie que trasciende las ciegas fluctuaciones de la química y el instinto? Muchos científicos, empezando por el propio Darwin, han sostenido lo primero: las capacidades mentales humanas son sólo elaboraciones de facultades de la misma «clase», en última instancia, que las observadas en otros monos. En el siglo XIX, esto era una propuesta radical y polémica —algunos todavía no la han superado—, pero desde que Darwin publicara su revolucionario tratado sobre la teoría de la evolución, la idea de los orígenes del hombre en los primates se ha visto continuamente reforzada. En la actualidad, es imposible refutar esto en serio: desde el punto de vista anatómico, neu-

rológico, genético y fisiológico somos monos. Todo aquel que haya quedado impresionado por la asombrosa «cuasihumanidad» de los grandes simios del zoo ha percibido la verdad de esta afirmación.

Me resulta curioso que algunas personas se sientan tan fervorosamente atraídas por las dicotomías del tipo «o eso o lo otro». ¿Son los monos conscientes de sí mismos o son autómatas? ¿Tiene la vida sentido o carece de él? ¿Somos los seres humanos «sólo» animales o estamos en una posición más elevada? Como científico, me siento totalmente cómodo al decidirme por conclusiones categóricas... cuando tiene sentido. Sin embargo, en muchos de estos dilemas metafísicos supuestamente apremiantes, debo admitir que no veo el conflicto. Por ejemplo, ¿por qué no podemos ser una rama del reino animal y un fenómeno único y maravillosamente novedoso en el universo?

También me extraña que la gente deslice tan a menudo palabras como *simplemente* o *nada más que* en declaraciones sobre nuestros orígenes. Los seres humanos somos monos. Así que también somos mamíferos. Y vertebrados. Somos colonias carnosas y palpitantes de decenas de billones de células. Somos todas esas cosas, pero no «simplemente» esas cosas. Y somos, además, algo único, algo sin precedentes, algo trascendente. Somos algo realmente «nuevo» bajo el sol, con un potencial desconocido y acaso ilimitado. Somos la primera y única especie cuyo destino está en sus propias manos, y «no» sólo en manos de la química y el instinto. En el gran escenario darwiniano que denominamos Tierra, cabría decir que no ha habido una convulsión tan importante desde el propio origen de la vida. Cuando pienso en lo que somos y en lo que aún podemos conseguir, los maliciosos «simplementes» no tienen cabida.

Cualquier mono puede alargar el brazo y coger un plátano, pero sólo los seres humanos podemos llegar a las estrellas. Los monos viven, compiten, se reproducen y mueren en los bosques... Y no hay más. Los seres humanos escriben, investigan, crean y buscan. Empalmamos genes, dividimos átomos y lanzamos cohetes. Miramos hacia arriba, al núcleo del Big Bang, y ahondamos en los dígitos de pi. Quizá lo más

extraordinario es que miramos hacia dentro, armando el puzle de nuestro excepcional y maravilloso cerebro. Esto hace que la mente dé vueltas. ¿Cómo una masa de un kilo y cuatrocientos gramos de gelatina que podemos sostener en la palma de la mano es capaz de imaginar ángeles, meditar sobre el significado del infinito o incluso interrogarse sobre su papel en el cosmos? Especialmente impresionante es el hecho de que cualquier cerebro individual, incluido el del lector, se compone de átomos que se forjaron en el núcleo de innumerables y remotas estrellas hace miles de millones de años. Estas partículas vagaron sin rumbo durante eones y años luz hasta que la gravedad y el azar los juntó aquí y ahora. Estos átomos forman ahora un conglomerado —el cerebro que no sólo puede reflexionar sobre las mismas estrellas que lo engendraron, sino también pensar y preguntarse sobre su propia capacidad de asombro. Se dice que con la llegada de los seres humanos el universo se volvió de pronto consciente de sí mismo. Éste es verdaderamente el mayor misterio de todos.

Es difícil hablar del cerebro sin ponerse poético. Pero ¿cómo se acomete realmente su estudio? Existen muchos métodos, desde las investigaciones con neuronas individuales hasta los escáneres cerebrales de alta tecnología pasando por la comparación entre especies. Mis preferidos son incorregiblemente de la vieja escuela. Por lo general atiendo a pacientes que han sufrido lesiones cerebrales debido a una apoplejía o heridas en la cabeza, como consecuencia de las cuales experimentan trastornos en la percepción y la conciencia. A veces también veo a personas que no parecen sufrir lesión ni deterioro cerebral, y sin embargo explican experiencias mentales o perceptivas absolutamente fuera de lo común. El procedimiento es el mismo en uno y otro caso: las entrevisto; observo su conducta; les hago algún test sencillo; echo un vistazo a su cerebro (cuando es posible), y luego formulo una hipótesis que una la psicología y la neurología, en otras palabras, una hipótesis que conecte la conducta extraña con lo que ha salido mal en el complejo cableado del cerebro.1 El resultado es a menudo satisfactorio. De modo que, paciente a paciente, caso a caso, adquiero un flujo de conocimientos nuevos sobre cómo funcionan la mente y el cerebro humanos —y sobre cómo están inextricablemente unidos—. Como consecuencia inmediata de estos descubrimientos, suelo adquirir también percepciones evolutivas, lo que a su vez nos acerca más a entender qué hace única a nuestra especie.

Veamos los ejemplos siguientes:

- Siempre que Susan mira números, ve cada dígito teñido de su color inherente. Por ejemplo, el cinco es rojo, el tres es azul. Esta afección, denominada sinestesia, es ocho veces más común en artistas, poetas y novelistas que en la población general, lo que da a entender que está ligada a la creatividad de una manera un tanto misteriosa. ¿Podría ser la sinestesia una especie de fósil neuropsicológico, una pista para entender los orígenes evolutivos y la naturaleza de la creatividad humana en general?
- Humphrey tiene un brazo fantasma a consecuencia de una amputación. Los miembros fantasma constituyen una experiencia habitual de los amputados, pero en Humphrey advertimos algo inhabitual. Imaginemos su asombro cuando al verme acariciar y dar golpecitos en el brazo de un alumno voluntario siente realmente esas sensaciones táctiles en su fantasma. Cuando ve al alumno acariciar un cubito de hielo, nota el frío en los dedos fantasma. Si ve que el alumno se masajea la mano, ¡siente un «masaje fantasma» que alivia los dolorosos calambres en su mano fantasma! Su cuerpo, su cuerpo fantasma, y el cuerpo del desconocido, ¿en qué lugar de su mente se fusionan? ¿Qué es, o dónde está, su verdadero sentido del yo?
- Un paciente llamado Smith es sometido a neurocirugía en la Universidad de Toronto. Está totalmente despierto y consciente. Se le ha introducido un anestésico local en el cuero cabelludo y se le ha abierto el cráneo. El cirujano le coloca un electrodo en la corteza cingulada anterior, una región cercana a la parte frontal del cerebro donde muchas de las neuronas responden al dolor. Y en efecto

el médico es capaz de encontrar una neurona que se vuelve activa cada vez que pincha la mano de Smith con una aguja. Pero lo que ve a continuación lo deja estupefacto. La misma neurona se activa con el mismo vigor cuando Smith sólo «mira» a otro paciente que recibe pinchazos. Es como si la neurona (o el circuito funcional del que forma parte) estuviera estableciendo lazos de empatía con otra persona. El dolor de un desconocido se convierte en dolor de Smith, casi de forma literal. Los místicos hindúes y budistas afirman que no hay diferencias esenciales entre «yo» y «otro», y que la verdadera iluminación viene de la compasión que disuelve esa barrera. Yo antes creía que esto era una superchería bienintencionada, pero el caso es que aquí hay una neurona que no sabe la diferencia entre el yo y el otro. Nuestro cerebro, ¿tiene un cableado duro excepcional para la empatía y la compasión?

- Se pide a Jonathan que imagine números, y él siempre ve cada número en una ubicación espacial concreta delante de él. Todos los números del 1 al 60 están dispuestos de forma secuencial en una línea de números virtuales que aparece minuciosamente retorcida en un espacio tridimensional, incluso doblándose sobre sí misma. Jonathan llega a afirmar que esta línea retorcida le ayuda a efectuar las operaciones aritméticas. (Curiosamente, Einstein solía decir que veía números en el espacio.) ¿Qué nos dicen casos como el de Jonathan sobre nuestra extraordinaria facilidad con los números? La mayoría de nosotros tenemos una vaga tendencia a imaginar los números de izquierda a derecha, pero ¿por qué Jonathan los retuerce y los deforma? Como veremos, se trata de un llamativo ejemplo de una anomalía neurológica que no tiene sentido alguno salvo en términos evolutivos.
- Un paciente de San Francisco está cada vez más enloquecido, pero empieza a pintar cuadros inquietantemente bellos. Su cerebro dañado, ¿ha desatado de algún modo un talento oculto? En el otro lado del mundo, en Australia, un típico universitario voluntario llamado John está participando en un experimento inusual. Sen-

tado en una silla, lleva puesto un casco que le envía pulsos magnéticos al cerebro. Algunos de los músculos de la cabeza se contraen involuntariamente debido a la corriente inducida. Lo más asombroso es que John empieza a realizar dibujos preciosos —a veces dice que antes no era capaz de hacerlo—. ¿De dónde salen estos artistas interiores? ¿Es verdad que la mayoría de nosotros «usamos sólo el 10 % del cerebro»? ¿Tenemos cada uno dentro un Picasso, un Mozart, un Srinivasa Ramanujan (un prodigio de las matemáticas) a la espera de ser liberado? ¿La evolución ha reprimido nuestros talentos interiores por alguna razón?

- Hasta su apoplejía, el doctor Jackson era un destacado médico en Chula Vista, California. Después le ha quedado paralizado parcialmente el lado derecho, pero por suerte sólo ha resultado dañada una parte pequeña de la corteza, la sede cerebral de la inteligencia superior. Sus funciones mentales superiores están en gran medida intactas: comprende casi todo lo que se le dice y puede mantener una conversación razonablemente bien. Mientras exploramos su mente con diversas preguntas y tareas sencillas, surge la gran sorpresa cuando le pedimos que explique el proverbio «no es oro todo lo que reluce»:
  - —Significa que sólo porque algo sea brillante y amarillo no va a ser forzosamente oro. Puede que sea cobre o alguna aleación.
  - —Ya —digo—, pero ¿tiene además algún significado más profundo?
  - —Sí —responde—, significa que has de ir con cuidado cuando vas a comprar joyas; a menudo te estafan. Supongo que se podría medir la gravedad específica del metal.

El doctor Jackson sufre un trastorno que denomino «ceguera a la metáfora». ¿Se deduce de esto que el cerebro humano ha desarrollado un «centro de la metáfora»?

Jason es un paciente de un centro de rehabilitación de San Diego.
Antes de ser visitado por mi colega el doctor Subramaniam Sriram, ha estado varios meses en un estado semicomatoso llamado

mutismo acinético. Jason está postrado en cama, y es incapaz de andar, reconocer o interaccionar con personas —ni siquiera con sus padres—, aunque está totalmente alerta y a menudo sigue con los ojos a la gente de alrededor. Pero si su padre se va a la habitación de al lado y le telefonea, Jason es plenamente consciente en el acto, reconoce a su padre y conversa con él. Cuando el padre regresa a la habitación, Jason vuelve enseguida al estado de zombi. Es como si en su cuerpo hubiera dos Jason atrapados: uno conectado con la visión, que está alerta pero no consciente, y el otro conectado con la audición, que está alerta y consciente. Estas misteriosas idas y venidas de la personalidad consciente, ¿qué podrían revelar sobre cómo genera el cerebro conciencia de uno mismo?

Estas fantasmagóricas historias breves acaso nos recuerden a Edgar Allan Poe o Philip K. Dick. Sin embargo, son todas ciertas, y constituyen sólo algunos de los casos que aparecen en este libro. Un estudio a fondo de estas personas puede ayudarnos no sólo a determinar por qué se producen estos síntomas extraños, sino también a entender las funciones del cerebro normal —el del lector y el mío—. Quizás algún día lleguemos incluso a responder a la pregunta más difícil de todas: ¿cómo da origen el cerebro humano a la conciencia? ¿Qué o quién es este «yo» dentro de mí que ilumina un diminuto rincón del universo mientras el resto del cosmos sigue su curso indiferente a cualquier preocupación humana? Estamos ante una cuestión que se acerca peligrosamente a la teología.

Cuando reflexionamos sobre nuestra singularidad, es lógico preguntarse hasta qué punto otras especies anteriores se han acercado a nuestro estado de gracia cognitivo. Los antropólogos han observado que el árbol genealógico homínido se ramificó muchas veces en los últimos millones de años. En diversas épocas, numerosas especies de monos protohumanos y humanoides prosperaron y vagaron por la Tierra, pero por alguna razón nuestro linaje es el único que «lo consiguió». ¿Cómo era el cerebro de esos otros homínidos? ¿Perecieron porque no dieron con la combinación apropiada de adaptaciones neurales? Para avanzar, lo único que tenemos es el testimonio mudo de sus fósiles y sus dispersas herramientas de piedra. Por desgracia, nunca sabremos mucho sobre cómo se comportaban o cómo era su mente.

Tenemos más posibilidades de resolver el misterio de los extintos —hace relativamente poco— neandertales, una especie prima de la nuestra, que casi seguro estuvo a un proverbial tiro de piedra de alcanzar la auténtica condición humana. Aunque representado tradicionalmente como el arquetípico cavernícola salvaje y torpe, en los últimos años el Homo neanderthalensis ha experimentado un importante cambio de imagen. Los neandertales hacían arte y joyas como nosotros, tomaban una dieta rica y variada, y enterraban a los muertos. Y cada vez hay más pruebas de que la complejidad de su lenguaje superaba a la atribuida por la estereotípica «habla troglodítica». No obstante, hace unos treinta mil años desaparecieron de la Tierra. La suposición imperante ha sido siempre que los neandertales murieron y los seres humanos prosperaron porque éstos eran de alguna manera superiores: mejor lenguaje, mejores herramientas, mejor organización social y cosas así. Pero la cuestión no está ni mucho menos resuelta. ¿Competimos con ellos y les ganamos? ¿Los matamos a todos? ¿Impedimos que se reprodujeran —entresaco la frase de la película Braveheart—? ¿Se trató sólo de buena y mala suerte? ¿Podían muy bien haber sido ellos, y no nosotros, quienes plantaran la bandera en la Luna? La extinción de los neandertales es tan reciente que hemos podido recuperar huesos reales (no sólo fósiles), y con ellos algunas muestras de ADN. A medida que prosigan los estudios genéticos, sin duda iremos aprendiendo más sobre la fina línea que nos dividió.

Y luego estaban los hobbits, claro.

En una remota isla cerca de Java vivía no hace mucho tiempo una raza de criaturas diminutas —o debería decir «personas»— que no lle-

gaban al metro de estatura. Eran muy parecidas a los seres humanos, pero, con gran asombro de todos, constituían una especie diferente que coexistió con nosotros casi hasta la época histórica. En la isla de Flores, una isla del tamaño de Connecticut, se ganaban la vida a duras penas cazando lagartos de seis metros, ratas gigantes y elefantes pigmeos. Fabricaban herramientas en miniatura para usarlas con sus minúsculas manos y al parecer tenían suficiente capacidad de planificación y previsión para navegar por mar abierto. Y, no obstante, aunque parezca mentira, el tamaño de su cerebro era una tercera parte del de un ser humano, más pequeño que el de un chimpancé.<sup>2</sup>

Si yo contara esta historia como si fuera el guión de una película de ciencia ficción, el lector seguramente la rechazaría por exagerada. Parece algo sacado de H. G. Welles o Jules Verne. Pero curiosamente resulta ser verdadera. Sus descubridores introdujeron a esos seres en el registro científico con el nombre de Homo floresiensis, si bien muchas personas se refieren a ellos por su apodo: hobbits. Los huesos sólo tienen unos quince mil años de antigüedad, lo que da a entender que esos extraños primos de los seres humanos vivieron junto a nuestros antepasados, quizá como amigos, tal vez como enemigos... No lo sabemos. Tampoco sabemos en este caso por qué desaparecieron, aunque dado nuestro deprimente historial como administradores de la naturaleza, es del todo verosímil que provocáramos su extinción. De todas maneras, muchas islas de Indonesia siguen inexploradas, por lo que no es inconcebible que un grupo aislado de ellos haya sobrevivido en alguna parte. (Según se dice, la CIA ya los ha localizado, pero esta información se mantendrá en secreto hasta poder descartar que estén acumulando armas de destrucción masiva; cerbatanas, por ejemplo.)

Los *hobbits* ponen en entredicho todas las ideas preconcebidas sobre nuestro supuesto estatus privilegiado como *Homo sapiens*. Si los *hobbits* hubieran tenido a su disposición los recursos del continente euroasiático, ¿habrían podido inventar la agricultura, la civilización, la rueda, la escritura? ¿Eran conscientes de su identidad? ¿Tenían un sentido moral? ¿Tenían conciencia de su mortalidad? ¿Cantaban y baila-

ban? ¿O estas funciones mentales (e, ipso facto, sus correspondientes circuitos neurales) se observan sólo en los seres humanos? Aún sabemos muy poco acerca de los *hobbits*, pero sus semejanzas y sus diferencias respecto a los seres humanos podrán ayudarnos a entender mejor lo que nos diferencia de los grandes simios y de los monos, y si en la evolución hubo un salto cuántico o un cambio gradual. De hecho, obtener algunas muestras de ADN de *hobbit* sería un descubrimiento de mayor importancia científica que cualquier escenario de recuperación de ADN a lo Parque Jurásico.

Esta cuestión de nuestro estatus especial, que volverá a aparecer muchas veces en este libro, tiene una historia larga y polémica. En la época victoriana, fue una preocupación importante de los intelectuales. Los protagonistas fueron algunas de las lumbreras de la ciencia del siglo XIX, entre ellos Thomas Huxley, Richard Owen y Alfred Russel Wallace. Aunque Darwin lo empezó todo, él precisamente evitaba esta controversia. Pero Huxley, hombre corpulento con penetrantes ojos oscuros y pobladas cejas, era famoso por su belicosidad y su ingenio y no tenía tales reparos. A diferencia de Darwin, era categórico en cuanto a las consecuencias de la teoría evolutiva para los seres humanos, lo que le hizo merecedor del sobrenombre de «el bulldog de Darwin».

Owen, adversario de Huxley, estaba convencido de que los seres humanos eran excepcionales. Padre fundador de la ciencia de la anatomía comparada, Owen inspiró el a menudo satirizado estereotipo del paleontólogo que intenta reconstruir un animal entero a partir de un solo hueso. Su brillantez corría pareja con su arrogancia. «Se sabe superior a la mayoría de los hombres —escribió Huxley—, y no oculta lo que sabe.» A diferencia de Darwin, a Owen le impresionaban más las diferencias que las semejanzas entre grupos animales diferentes. Le sorprendía la ausencia de formas de vida intermedia entre las especies, las que cabría esperar si una especie evolucionó gradualmente para convertirse en otra. No había elefantes con una trompa de treinta centímetros ni jirafas con un cuello que fuera la mitad de largo que el de sus homólogas actuales. (El okapi, que tiene un cuello así, fue descubierto

mucho después.) Observaciones como ésas, junto con sus firmes convicciones religiosas, le llevaron a calificar las ideas de Darwin de inverosímiles a la vez que heréticas. Hacía hincapié en la enorme brecha entre las capacidades mentales de los monos y los seres humanos y señalaba (erróneamente) que el cerebro humano tenía una estructura anatómica única denominada hipocampo menor que, en su opinión, faltaba del todo en los monos.

Huxley puso esa idea en tela de juicio; en sus disecciones no aparecía el hipocampo menor. Los dos se enfrentaron por eso durante décadas. La controversia ocupó el escenario principal de la prensa victoriana, lo que creó el tipo de sensación mediática reservada en la actualidad a asuntos como los escándalos sexuales de Washington. Una parodia del debate sobre el hipocampo menor, publicada en el libro infantil de Charles Kingsley *Los niños del agua*, capta el espíritu de la época:

[Huxley] defendía teorías muy extrañas sobre bastantes cosas. Declaraba que los monos tenían hipopótamos mayores [sic] en el cerebro, igual que los hombres. Lo cual es algo escandaloso; pues si así fuera, ¿qué sería de la fe, la esperanza y la caridad de millones de inmortales? Quizás usted piense que hay otras diferencias más importantes entre una persona y un mono, como ser capaz de hablar, de construir máquinas, de distinguir el bien y el mal, de rezar oraciones y otras cuestiones así; pero esto es una fantasía infantil, querido. Todo va a depender del test del hipopótamo. Si usted tiene un hipopótamo mayor en el cerebro, no es un mono, aunque tenga cuatro manos, no pies, y sea más simiesco que los integrantes de todas las colonias de simios.

Entró en la refriega el obispo Samuel Wilberforce, un creacionista acérrimo que solía apoyarse en las observaciones anatómicas de Owen para cuestionar la teoría de Darwin. El enfrentamiento se prolongó durante veinte años, hasta que Wilberforce sufrió una trágica caída del caballo y murió en el acto al impactar su cabeza en el pavimento. Por lo visto, Huxley estaba tomándose un coñac en el Athenaeum de Londres

cuando se enteró de la noticia. Y entonces dijo irónicamente al reportero: «Por fin el cerebro del obispo ha entrado en contacto con la dura realidad, y el resultado ha sido fatal».

La biología moderna ha demostrado sobradamente que Owen estaba equivocado: no existe ningún hipocampo menor ni una discontinuidad repentina entre los monos y nosotros. En general, se considera que la idea de que somos especiales la sostienen sólo los fanáticos creacionistas y los fundamentalistas religiosos. No obstante, estoy dispuesto a defender la radical opinión de que en esta cuestión concreta Owen acertaba al fin y al cabo —aunque por razones totalmente distintas de las que él tenía en mente—. Owen estaba en lo cierto al afirmar que el cerebro humano —a diferencia, pongamos, del corazón o el hígado— es en efecto excepcional y absolutamente distinto del cerebro del mono. De todos modos, esta postura es del todo compatible con la afirmación de Huxley y Darwin de que nuestro cerebro evolucionó poco a poco, sin intervención divina, a lo largo de millones de años.

Pero si esto es así, acaso nos preguntemos de dónde deriva nuestra singularidad. Ya lo dijeron Shakespeare y Parménides mucho antes que Darwin: nada viene de nada.

Es una falacia común suponer que los cambios pequeños y graduales sólo pueden producir cambios graduales y escalonados. Pero esto es un pensamiento lineal, que parece ser nuestra manera de pensar por defecto sobre el mundo. Esto podría deberse al simple hecho de que la mayoría de los fenómenos perceptibles para los seres humanos, en las escalas humanas cotidianas de tiempo y magnitud y dentro del limitado alcance de nuestros sentidos desnudos, suelen seguir tendencias lineales. Dos piedras se notan el doble de pesadas que una. Hace falta tres veces más comida para alimentar tres veces a la misma gente. Etcétera. Sin embargo, fuera del ámbito de las preocupaciones humanas prácticas, la naturaleza está llena de fenómenos no lineales. Pueden producirse fenómenos muy complejos a partir de reglas o partes engañosamente sencillas, y pequeños cambios en un factor subyacente de un sistema complejo pueden generar variaciones radicales y cualitativas en otros factores que dependan del mismo.

Veamos un simple ejemplo. Imaginemos que tenemos delante un bloque de hielo que estamos calentando poco a poco: 20º Fahrenheit... 21... 22... La mayoría de las veces, calentar el hielo un grado no tiene ningún efecto destacable. La única diferencia con respecto a lo anterior es un bloque de hielo algo más caliente. Pero de pronto llegamos a los 32º Fahrenheit. En cuanto alcanzamos esta temperatura crítica, observamos un cambio brusco, espectacular. La estructura cristalina del hielo se desmorona, y de repente las moléculas de agua empiezan a deslizarse y a fluir libremente unas en torno a las otras. El agua helada se ha transformado en agua líquida gracias a ese grado crítico de energía calorífica. En ese punto clave, los cambios escalonados han dejado de tener efectos escalonados y se ha producido un súbito cambio cualitativo denominado transición de fase.

La naturaleza tiene muchas transiciones de fase. El paso del agua congelada al agua líquida es una. Otra es el paso del agua líquida al agua gaseosa (vapor). Pero los ejemplos no son todos de carácter químico. Estas transiciones pueden ocurrir en sistemas sociales, por ejemplo, donde es posible que millones de actitudes o decisiones individuales interaccionen para cambiar rápidamente el sistema entero y llevarlo a un nuevo equilibrio. Hay en marcha transiciones de fase en las burbujas especulativas, los cracs de los mercados de valores o los atascos de tráfico espontáneos. En un aspecto más positivo, estuvieron presentes en la desintegración del bloque soviético o en el aumento exponencial de Internet.

Sugeriría incluso que las transiciones de fase pueden aplicarse al origen humano. A lo largo de los millones de años que precedieron al *Homo sapiens*, la selección siguió haciendo pequeños ajustes en el cerebro de nuestros antepasados según el método evolutivo normal, es decir, gradualmente y por partes: aquí una pequeña expansión de la corteza, allí un espesamiento del 5 % del tracto fibroso que conecta dos estructuras, y así sucesivamente durante innumerables generaciones.

En cada generación nueva, los resultados de esas ligeras mejoras neurales eran monos ligeramente mejores en varios aspectos: algo más hábiles en el uso y manejo de palos y piedras; algo más listos en las intrigas y los tejemanejes sociales; algo más previsores respecto a las conductas en el juego o los presagios del tiempo meteorológico y las estaciones; algo mejores a la hora de recordar el pasado lejano y detectar conexiones con el presente...

Pero hace aproximadamente ciento cincuenta mil años se produjo un desarrollo explosivo de ciertas funciones y estructuras cerebrales clave cuyas combinaciones fortuitas se tradujeron en las capacidades mentales que, según mi criterio, nos hacen especiales. Pasamos por una transición de fase «mental». Estaban presentes las mismas partes viejas, pero éstas empezaron a trabajar conjuntamente de maneras nuevas que iban mucho más allá de la suma de las mismas. Esta transición trajo consigo cosas como el lenguaje humano hecho y derecho, sensibilidades artísticas y religiosas o la conciencia y el conocimiento de uno mismo. En el espacio de unos treinta mil años comenzamos a construir cobijo y alojamiento, a coser piel y cuero para confeccionar prendas de vestir, a fabricar alhajas con conchas y a pintar en las rocas, y a tallar flautas a partir de huesos. Habíamos acabado más o menos con la evolución genética, pero nos embarcamos en una forma de evolución mucho —; muchísimo! — más acelerada que actuaba no sobre los genes, sino sobre la cultura.

¿Y cuáles eran las mejoras cerebrales estructurales clave de todo esto? Lo explicaré con mucho gusto. Pero antes quiero ofrecer al lector una visión general de la anatomía del cerebro para que pueda valorar mejor la respuesta.

## Un breve recorrido por el cerebro

El cerebro humano se compone de unos cien mil millones de células nerviosas, o neuronas (figura intr. 1). Las neuronas «hablan» entre sí

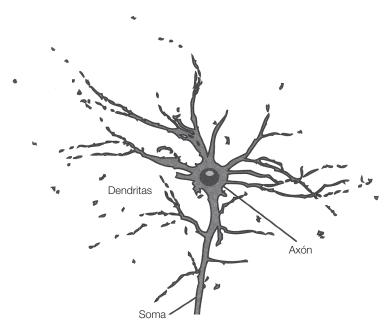


FIGURA INTR. 1. Dibujo de una neurona en el que se aprecian el soma, las dendritas y un axón. El axón transmite información (en forma de impulsos nerviosos) a la neurona siguiente (o a un conjunto de neuronas) de la cadena. El axón es bastante largo, y aquí sólo se ve una parte. Las dendritas reciben información de los axones de otras neuronas. Por tanto, el flujo de información es siempre unidireccional.

mediante fibras filiformes que, de forma alterna, semejan matorrales densos y ramosos (dendritas) y cables de transmisión largos y sinuosos (axones). Cada neurona establece entre mil y diez mil contactos con otras neuronas. En estos puntos de contacto, denominados sinapsis, es donde se comparte la información entre neuronas. Una sinapsis puede ser excitatoria o inhibitoria, y en un momento dado puede estar activada o desactivada. Con todas estas combinaciones, el número de posibles estados cerebrales es pasmoso; de hecho, supera de lejos el número de partículas elementales en el universo conocido.

Dada esta apabullante complejidad, no es de extrañar que para los estudiantes de medicina la neuroanatomía sea un hueso. Hay que vérselas casi con un centenar de estructuras, la mayoría de ellas con nombres crípticos. Las fimbrias. El fórnix. La circunvolución supracallosa.

El locus coeruleus. El núcleo motor dorsal del vago. La médula oblonga. Reconozco que me encantan estos nombres latinos cuando salen de mi boca. ¡Mé-du-la o-blon-ga! Mi preferido es substantia innominata, que significa literalmente «sustancia sin nombre». Y el músculo más pequeño del cuerpo, que se utiliza para separar el dedo pequeño del pie, es el abductor ossis matatarsi digiti quinti minimi. Suena como un poema. (Con la primera oleada de la generación de Harry Potter en las facultades de medicina, tal vez pronto empezaremos a oír por fin estos términos pronunciados con el entusiasmo que merecen.)

Menos mal que bajo toda esta complejidad lírica hay un plan básico de organización fácil de entender. Las neuronas están conectadas en redes que procesan información. Las numerosas estructuras cerebrales son, en última instancia, redes multiusos de neuronas, que a menudo presentan una elegante organización interna. Cada una de estas estructuras lleva a cabo una serie de funciones fisiológicas o cognitivas diferenciadas (aunque no siempre fáciles de descifrar). Cada estructura establece conexiones pautadas con otras estructuras cerebrales, y así se forman circuitos. Los circuitos transmiten información de un lado a otro y en bucles de repetición, y permiten a las estructuras cerebrales funcionar conjuntamente para crear percepciones, conductas y pensamientos complejos.

El procesamiento de información que tiene lugar dentro y entre las estructuras cerebrales puede ser muy complejo —al fin y al cabo se trata del dispositivo de procesamiento de información que genera la mente humana—, pero los no especialistas pueden entender y evaluar muchas cosas. En los capítulos que siguen, volveremos sobre muchas de estas áreas con mayor profundidad, pero ahora un conocimiento básico de cada región ayudará al lector a comprender cómo estas áreas especializadas actúan conjuntamente para determinar la mente, la personalidad y la conducta.

El cerebro humano parece una nuez compuesta de dos mitades, cada una imagen especular de la otra (figura intr. 2). Estas mitades tipo cáscara conforman la corteza cerebral. La corteza se divide por la mitad

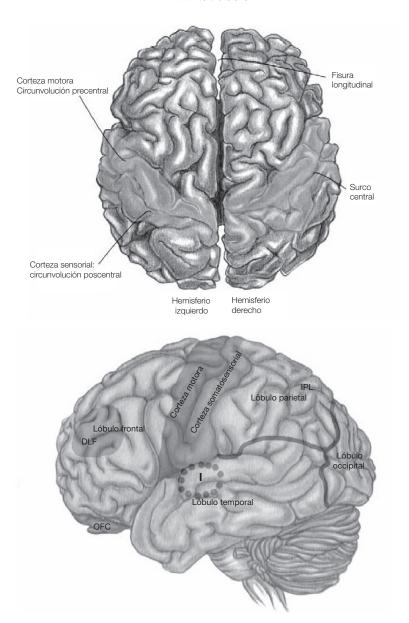


FIGURA INTR. 2. El cerebro humano visto desde arriba y desde el lado izquierdo. La imagen superior muestra los dos hemisferios cerebrales simétrico-especulares, cada uno de los cuales controla los movimientos —y recibe señales— del lado opuesto del cuerpo (aunque hay algunas excepciones a esta regla). Abreviaturas: DLF, corteza prefrontal dorsolateral; OFC, corteza orbitofrontal; IPL, lóbulo parietal inferior; I, ínsula, enclavada debajo de la cisura silviana, bajo el lóbulo frontal. La corteza prefrontal ventromedial (VMF, no aparece) está encajada en la parte inferior interior del lóbulo frontal, y la OFC forma parte de ella.

en dos hemisferios: uno a la izquierda y otro a la derecha. En los seres humanos, la corteza ha crecido tanto que se ha visto obligada a formar circunvoluciones (pliegues), lo que le confiere su famoso aspecto de coliflor. (En cambio, la corteza de la mayoría de los demás mamíferos es casi toda lisa y plana, con pocos pliegues, si acaso alguno, en la superficie.) La corteza es básicamente la sede del pensamiento superior, la tabla (ni mucho menos) rasa donde se llevan a cabo todas nuestras funciones mentales superiores. No es de extrañar que esté especialmente bien desarrollada en dos grupos de mamíferos: los delfines y los primates. Volveremos sobre la corteza más adelante en este capítulo. De momento, veamos las otras partes del cerebro.

Recorriendo arriba y abajo el centro de la columna vertebral hay un grueso haz de fibras nerviosas —la médula espinal— que transporta un flujo continuo de mensajes entre el cerebro y el cuerpo. Entre estos mensajes se incluyen cosas como el tacto y el dolor procedentes de la piel o las órdenes motoras que golpetean hacia los músculos. En su tramo superior, la médula espinal asoma por la funda ósea de las vértebras, entra en el cráneo y se convierte en algo espeso y bulboso (figura intr. 3). Este «espesamiento» se denomina tronco del encéfalo, y se divide en tres lóbulos: bulbo raquídeo, protuberancia y mesencéfalo. El bulbo raquídeo y los núcleos (grupos neurales) situados en el suelo de la protuberancia controlan funciones de vital importancia, como la respiración, la presión sanguínea o la temperatura corporal. Una hemorragia siquiera en una arteria diminuta que abastezca a esta región puede significar la muerte instantánea. (Paradójicamente, las áreas superiores del cerebro pueden sufrir daño relativamente masivo y dejar al paciente vivo e incluso en buen estado. Por ejemplo, un tumor grande en el lóbulo frontal quizá provoque síntomas neurológicos apenas detectables.)

En el techo de la protuberancia está el cerebelo (palabra latina que significa «cerebro pequeño»), que controla la coordinación fina de movimientos y está asimismo implicado en el equilibrio, el modo de andar y la postura. Cuando la corteza motora (una región cerebral superior

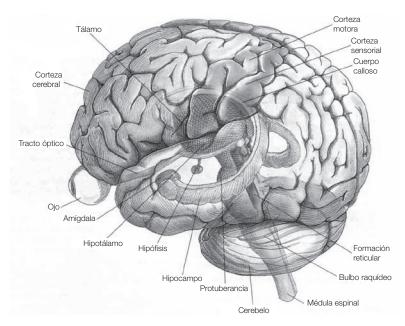


FIGURA INTR. 3. Dibujo esquemático del cerebro humano en el que se aprecian estructuras internas como la amígdala, el hipocampo, los ganglios basales y el hipotálamo.

que dicta órdenes de movimiento voluntario) envía una señal a los músculos a través de la médula espinal, llega al cerebelo una copia de esa señal —una especie de CC del *e-mail*. El cerebelo también recibe *feedback* sensorial de receptores en músculos y articulaciones de todo el cuerpo; así pues, es capaz de detectar cualquier desajuste que pueda producirse entre la acción deseada y la acción real, y en respuesta puede introducir las correcciones adecuadas en la señal motora de salida. Esta especie de mecanismo de *feedback* en tiempo real se llama bucle de servocontrol. La lesión del cerebelo hace que el bucle fluctúe. Por ejemplo, un paciente quiere tocarse la nariz, nota que la mano va a pasar de largo y trata de compensarlo con un movimiento opuesto, lo que hace que la mano pase aún más de largo en la dirección contraria. Esto se denomina temblor intencional.

Alrededor de la parte superior del tronco del encéfalo están el tálamo y los ganglios basales. El tálamo recibe sus principales aportes de los órganos de los sentidos y los transmite a la corteza sensorial para un

procesamiento más sofisticado. No está ni mucho menos claro por qué necesitamos una estación repetidora. Los ganglios basales son un conjunto de estructuras de formas extrañas encargadas del control de movimientos automáticos asociados a acciones volitivas complejas —por ejemplo, ajustar el hombro al lanzar un dardo, o coordinar la fuerza y la tensión de docenas de músculos de todo el cuerpo al andar—. Las lesiones en células de los ganglios basales dan como resultado trastornos como la enfermedad de Parkinson, en la que el torso del paciente está rígido, su cara es una máscara inexpresiva, y al caminar los pies se arrastran de una forma característica. (Nuestro profesor de neurología de la facultad solía diagnosticar el Parkinson tan sólo escuchando los pasos del paciente en la habitación de al lado; si nosotros no sabíamos hacer lo mismo, nos suspendía. Era la época anterior a la medicina de alta tecnología y las imágenes de resonancia magnética, o RMf.) Por el contrario, un exceso de la dopamina química cerebral en los ganglios basales puede provocar trastornos conocidos como coreas, caracterizados por movimientos incontrolables que guardan un parecido superficial con el baile.

Llegamos por último a la corteza. Cada hemisferio cerebral se subdivide en cuatro lóbulos (véase figura intr. 2): occipital, temporal, parietal y frontal. Estos lóbulos tienen ámbitos de funcionamiento diferenciados, aunque en la práctica hay mucha interacción entre ellos.

En términos generales, los lóbulos occipitales se ocupan sobre todo del procesamiento visual. De hecho, incluyen hasta treinta regiones de procesamiento distintas, cada una especializada parcialmente en un aspecto concreto de la visión, como el color, el movimiento o la forma.

Los lóbulos temporales están especializados en funciones de percepción superiores, como reconocer caras y otros objetos y vincularlos a las emociones apropiadas. Realizan este último cometido en estrecha cooperación con una estructura denominada amígdala («almendra»), que se halla en las porciones anteriores de los lóbulos temporales. Enclavado asimismo bajo cada lóbulo temporal está el hipocampo («caballito

de mar»), donde se forman nuevas trazas de memoria. Además de todo esto, la parte superior del lóbulo temporal izquierdo contiene un trozo de corteza denominada área de Wernicke. En los seres humanos, esta área se ha hinchado hasta ser siete veces mayor que la de los chimpancés; es una de las pocas áreas cerebrales que, sin temor a equivocarnos, podemos declarar exclusiva de nuestra especie. Su tarea es nada menos que la comprensión del significado y los aspectos semánticos del lenguaje, funciones que son diferenciadores primordiales entre los seres humanos y los simples monos.

Los lóbulos parietales están involucrados ante todo en el procesamiento del tacto, la información de músculos y articulaciones del cuerpo y su combinación con la visión, la audición y el equilibrio para dar al individuo un conocimiento suficiente «multimedia» de su yo corpóreo y del mundo que le rodea. Por regla general, las lesiones del lóbulo parietal derecho se traducen en un fenómeno conocido como negligencia hemiespacial, en la que el paciente ya no es consciente de la mitad izquierda del espacio visual. Aún más sorprendente es la somatoparafrenia, cuando el paciente niega con vehemencia que su brazo izquierdo sea suyo e insiste en que pertenece a otra persona. Los lóbulos parietales se han agrandado muchísimo a lo largo de la evolución humana, pero ninguna parte de los mismos ha crecido más que los lóbulos parietales inferiores (IFL; véase figura intr. 2). Tal ha sido ese agrandamiento que, en algún momento de nuestro pasado, una notable porción se dividió en dos nuevas regiones de procesamiento conocidas como circunvolución angular y circunvolución supramarginal. Estas áreas exclusivamente humanas albergan capacidades humanas por antonomasia.

El lóbulo parietal derecho está implicado en la creación de un modelo mental de la disposición espacial del mundo exterior: los entornos inmediatos, además de todas las ubicaciones (pero no la identidad) de los objetos, los peligros y las personas, junto con la relación física de uno con cada una de esas cosas. De este modo, el individuo puede coger objetos, esquivar proyectiles y evitar obstáculos. El parietal derecho, especialmente el lóbulo «superior» derecho (justo encima del IPL), se encarga asimismo de construir la imagen corporal de una persona, la conciencia mental vívida que tiene de la configuración de su cuerpo y de su movimiento en el espacio. Obsérvese que, aunque se denomine «imagen», la imagen corporal no es un constructo estrictamente visual; se basa también, en parte, en el músculo y el tacto. Al fin y al cabo, un ciego tiene también una imagen del cuerpo, y además excelente. De hecho, si eliminamos la circunvolución angular derecha con un electrodo, tenemos una experiencia extracorporal.

Veamos ahora el lóbulo parietal izquierdo. La circunvolución angular izquierda está relacionada con importantes funciones exclusivas de los seres humanos, por ejemplo la aritmética, la abstracción, y aspectos del lenguaje como la búsqueda de palabras y la metáfora. Por otro lado, la circunvolución supramarginal izquierda evoca una imagen gráfica de acciones cualificadas deliberadas —por ejemplo, coser con una aguja, dar martillazos o decir adiós con la mano— y las ejecuta. Por consiguiente, las lesiones de la circunvolución angular izquierda suprimen destrezas abstractas como la lectura, la escritura o la aritmética, mientras que las lesiones en la circunvolución supramarginal izquierda impiden al individuo organizar movimientos expertos. Si pido a una persona que salude, ésta evoca una imagen visual del saludo y, en cierto modo, se vale de esa imagen para guiar sus movimientos. Sin embargo, si la lesión es en la circunvolución supramarginal izquierda, la persona se quedará simplemente mirándose la mano perpleja o la agitará de cualquier manera. Aunque no está paralizada ni débil, y entiende la orden a la perfección, no será capaz de hacer que la mano responda a su intención.

Los lóbulos frontales también realizan varias funciones vitales y diferenciadas. Parte de esta región de la corteza motora —la franja vertical de la corteza que pasa justo por delante de la gran arruga del centro del cerebro— se dedica a dar órdenes motoras simples. Otras partes se ocupan de planificar acciones y mantener objetivos en mente el tiempo suficiente para seguir adelante con ellos. En el lóbulo frontal hay otra parte pequeña que es necesaria para retener cosas en la memoria el

tiempo suficiente para saber qué hay que atender. Esta facultad se denomina memoria de trabajo o memoria a corto plazo.

Hasta aquí muy bien. No obstante, si pasamos a la parte más anterior de los lóbulos frontales, entramos en la más inescrutable *terra incognita* del cerebro: la corteza prefrontal (partes de la cual se identifican en la figura intr. 2). Por extraño que parezca, una persona puede sufrir daño masivo en esa área y recuperarse sin presentar señales palpables de déficits cognitivos o neurológicos. Puede que el paciente parezca totalmente normal si interaccionamos con él informalmente durante unos minutos. Pero si hablamos con sus parientes, nos dirán que su personalidad ha cambiado tanto que resulta irreconocible. «Ya no es la misma. No reconozco a esta nueva persona» es el tipo de afirmación desgarradora que solemos oír de cónyuges desconcertados y amigos de toda la vida. Si seguimos relacionándonos con el paciente durante horas o días, también nosotros advertiremos que hay en él algo profundamente trastornado.

Si el lóbulo prefrontal izquierdo resulta dañado, es posible que el paciente se aparte del mundo social y muestre una acusada reticencia a hacer cualquier cosa. Esto recibe eufemísticamente el nombre de pseudodepresión — «pseudo» porque la exploración psicológica o neurológica no revela ninguno de los criterios estándar identificadores de la depresión, como las sensaciones sombrías o los patrones de pensamiento negativo crónico—. A la inversa, si sufre la lesión el lóbulo prefrontal derecho, el paciente parecerá eufórico aunque en realidad no lo esté. Los casos de daño prefrontal son especialmente angustiosos para los familiares. Un enfermo así parece perder todo interés en su futuro y no muestra escrúpulos morales de ninguna clase. Es capaz de reírse en un entierro o de orinar en público. La gran paradoja es que da la impresión de ser normal en la mayoría de las cosas; no están afectados el lenguaje o la memoria, ni siquiera el CI. De todos modos, el individuo ha perdido muchos de los atributos más definitorios de la naturaleza humana: la ambición, la empatía, la previsión, la personalidad compleja, el sentido de la moralidad o la idea de dignidad como ser humano. (Curiosamente, también se observa con frecuencia una falta de empatía, de criterios morales y de autocontrol en los sociópatas, que, como ha señalado el neurólogo Antonio Damasio, acaso presenten cierta disfunción frontal no detectada clínicamente.) Por estas razones, durante mucho tiempo se ha considerado que la corteza prefrontal era la «sede de la humanidad». En cuanto a la cuestión de «cómo» un trozo relativamente pequeño del cerebro se las arregla para organizar una serie tan sofisticada y escurridiza de funciones, aún andamos bastante confusos.

¿Es posible aislar una parte determinada del cerebro, como intentó hacer Owen, que haga única a nuestra especie? La verdad es que no. No existe ninguna región o estructura que parezca haber sido injertada ex novo por un diseñador inteligente; en el nivel anatómico, cada parte de nuestro cerebro tiene un equivalente directo en el cerebro de los grandes simios. No obstante, en recientes investigaciones se han identificado unas cuantas regiones cerebrales elaboradas con tal minuciosidad que en el nivel «funcional» (o cognitivo) podrían realmente ser consideradas originales y únicas. Antes he mencionado tres: el área de Wernicke en el lóbulo temporal izquierdo, la corteza prefrontal, y el IPL en cada lóbulo parietal. En efecto, los vástagos del IPL —en concreto, las circunvoluciones supramarginal y angular son anatómicamente inexistentes en los monos—. (A Owen le habría encantado saber esto.) El rapidísimo desarrollo de esas áreas en los seres humanos da a entender que allí ha estado pasando «algo» crucial; y las observaciones clínicas lo confirman.

Dentro de algunas de estas regiones hay un tipo especial de células nerviosas denominadas neuronas espejo. Estas neuronas se activan no sólo cuando realizamos una acción, sino también cuando vemos que la realiza alguien. Parece algo tan simple, que es fácil pasar por alto las enormes consecuencias que implica. Lo que hacen de hecho estas células es permitirnos empatizar con otra persona e «interpretar» sus intenciones —entender qué pretende hacer—. Y esto lo llevamos a cabo gracias a una simulación de sus acciones mediante nuestra propia imagen corporal.

Cuando vemos a alguien coger un vaso de agua, por ejemplo, nuestras neuronas espejo simulan automáticamente el mismo acto en la imaginación (por lo general, subconsciente). Las neuronas espejo suelen ir un paso más allá y hacen que realizemos la acción que «prevén» que la otra persona está a punto de realizar —pongamos por caso llevar el vaso hasta los labios y beber—. Así pues, de forma automática creamos una suposición sobre sus intenciones y motivaciones —en este caso, que tiene sed y está tomando medidas para saciarla—. Esta suposición podría ser errónea —esa persona quizás está utilizando el agua para apagar un fuego o para lanzarla a la cara de un pretendiente grosero—, pero normalmente las neuronas espejo conjeturan con bastante precisión las intenciones de los demás. Como tales, son lo más cercano a la telepatía que nos ha concedido la naturaleza.

Estas capacidades (y los subyacentes circuitos de neuronas espejo) se observan también en los monos, pero sólo en los seres humanos parecen haberse desarrollado hasta el punto de ser capaces de imitar las «mentes» de otros y no sólo sus acciones. Inevitablemente, esto habría requerido el desarrollo de conexiones adicionales que permitiesen un despliegue más sofisticado de tales circuitos en situaciones sociales complejas. Descifrar el carácter de estas conexiones —y no limitarnos a decir «lo han hecho las neuronas espejo»— es uno de los principales objetivos de las actuales investigaciones cerebrales.

Es innegable la importancia de comprender las neuronas espejo y sus funciones. Pueden muy bien ser fundamentales para el aprendizaje social, la imitación y la transmisión cultural de destrezas y actitudes —quizás incluso de los grupos sonoros apretujados que llamamos *palabras*—. Al hiperdesarrollar el sistema de las neuronas espejo, de hecho la evolución convirtió la cultura en el nuevo genoma. Provistos de cultura, en una o dos generaciones los seres humanos supieron adaptarse a nuevos entornos hostiles y explotar fuentes de comida antes inaccesibles o venenosas —en vez de los cientos o miles de generaciones que habrían hecho falta para realizar tales adaptaciones mediante la evolución genética.

Así pues, la cultura llegó a ser una nueva e importante fuente de presión evolutiva, que ayudó a seleccionar cerebros con mejores sistemas de neuronas espejo y el aprendizaje imitativo asociado a las mismas. El resultado fue uno de los muchos efectos bola de nieve amplificadores que culminaron en el *Homo sapiens*; el mono miró dentro de su mente y vio todo el cosmos allí reflejado.