

A stylized, textured graphic of a palm tree in shades of orange and brown, positioned on the left side of the cover. The trunk is a vertical rectangle, and the fronds are curved, layered shapes. The entire background is a solid orange color.

STEVEN PINKER EL INSTINTO DEL LENGUAJE

Lectulandia

Capítulo 10

LOS ÓRGANOS DEL LENGUAJE Y LOS GENES DE LA GRAMÁTICA

«Investigadores atribuyen a los genes la capacidad para aprender la -gramática». Este titular del año 1992 no apareció en ningún diario sensacionalista, sino en una crónica de la agencia Associated Press basada en el informe de la reunión anual de la principal sociedad científica de los Estados Unidos. En dicho informe se comentaban algunas pruebas de que el Trastorno Específico del Lenguaje (SLI según las siglas en inglés) aparece vinculado a linajes familiares, como el caso de la familia británica citada en el capítulo 2 en la que se apreciaba un patrón hereditario bastante claro. Los columnistas James J. Kilpatrick y Erma Bombeck no salían de su asombro. Así comenzaba la columna de Kilpatrick:

MEJORE SU GRAMÁTICA A TRAVÉS DE LOS GENES

Un grupo de investigadores hizo una asombrosa revelación hace unos días en la reunión de la American Association for the Advancement of Science. ¿Están preparados? Los biólogos genéticos han localizado el gen de la gramática.

Ni más ni menos. Según informan diversas fuentes, Steven Pinker, del MIT, y Myrna Gopnik, de la McGill University, han resuelto un enigma que venía desconcertando a los profesores de inglés desde hace años. Algunos alumnos dominan la gramática con tan sólo unas pocas muecas de protesta. En cambio, hay otros que, por mucho que se les intente enseñar, insisten en decir que Susie la invitó a ella y a yo a la fiesta. Todo es cuestión de herencia. Hasta ahí, la cosa se puede digerir.

Pero eso no es todo. Además, según opinan algunos biólogos, hay un único gen dominante que controla la capacidad de aprender la gramática. Un niño que dice «¿Cuál tornillo es la mía?» no tiene por qué ser tonto. No le falta ningún tornillo. Sencillamente, anda un tanto escaso de cromosomas.

Este descubrimiento es increíble. Dentro de poco, no nos quepa duda, los biólogos habrán aislado el gen para escribir sin faltas de ortografía... [continúa la crónica]... el gen para leer libros... el gen para bailar el «bakalao»... otro para apalancarse a la televisión... para comportarse con educación... para hacer las faenas de la casa... o para las tareas de la escuela.

Por su parte, Bombeck escribía lo siguiente;

¿LE FALLA LA GRAMÁTICA? ES UNO PROBLEMA DE LAS GENES

Para mí no fue una sorpresa leer que a los chavales que no pueden aprender la gramática les falta un gen dominante... Mi marido enseñó inglés en un instituto de enseñanza media durante una temporada. Llegó a tener hasta 37 alumnos con deficiencias genético-gramaticales en una misma clase. ¿Se imaginan cuál es la probabilidad de que eso ocurra? Los pobres no tenían ni idea de lo que les pasaba. Para ellos, una coma era como un jeroglífico egipcio, un complemento circunstancial era algo que te pones en el peinado para que no se te deshaga mientras buscas un espejo y un participio presente es alguien que te está vigilando constantemente...

Se preguntarán dónde han ido a parar esas personas. Seguramente serán famosos deportistas, estrellas de la televisión y artistas de prestigio que ganan dinero a manos llenas diciendo cosas como «evidentemente», «yo entiendo de que» o «me se ha olvidado» pensando que se trata de frases completas.

Estas crónicas de prensa, noticias de tercera mano, editoriales de revistas de divulgación y comentarios radiofónicos me han hecho comprender hasta qué punto los periodistas presionados por la urgencia informativa desvirtúan la información sobre los hallazgos científicos. Pongamos las cosas en su sitio; el descubrimiento de la familia con el trastorno del lenguaje hereditario se debió a Gopnik; el generoso reportero que me atribuyó el honor de compartir ese hallazgo no advirtió que yo era simplemente quien presidía la mesa y quién se encargó de presentar a la Sra. Gopnik al público. Nadie había localizado el gen de la gramática, sino sólo inferido la existencia de un gen defectuoso a partir de la distribución del trastorno en una familia. Del hecho de que se suponga que hay un gen que *interfiere* en el desarrollo de la gramática no se sigue que haya un gen que *controla* la gramática. (Cuando se le quita a un motor el cable del distribuidor, el coche no arranca, lo cual no significa que ese cable sea lo que controla el funcionamiento del coche). Y naturalmente, lo que se ve afectado en tales casos es la capacidad para conversar normalmente y no la de aprender el dialecto escrito que se enseña en la escuela.

Sin embargo, incluso muchos de los que conocen las cosas tal y como son muestran la misma incredulidad que los periodistas. ¿Cómo es posible que haya un gen asociado a algo tan específico como la gramática? Semejante idea constituye una amenaza a la asentada creencia de que el cerebro es una máquina de propósito general, amorfa y desprovista de contenido antes de recibir su experiencia de la cultura circundante. Y aun suponiendo que haya unos genes de la gramática, ¿qué es

lo que hacen esos genes? Seguramente se encargan de construir él órgano de la gramática, según la metáfora recibida de Chomsky que a muchos les suena igualmente descabellada.

No obstante, si realmente existe un instinto del lenguaje, debe de estar radicado en alguna parte del cerebro, y los circuitos en los que se asienta han tenido que recibir sus capacidades de los genes, responsables de su existencia. ¿Qué clase de pruebas habría que aducir para demostrar la existencia de unos genes responsables de que haya regiones del cerebro que controlan la gramática? Los medios habituales de investigación genética y neurobiológica no suelen servir de mucho. A la gente no le suele gustar que le implanten unos electrodos en el cerebro, que le inyecten sustancias químicas, que le abran el cráneo para operarle el cerebro o que le corten el cerebro en rodajitas para teñirlas y mirarlas por el microscopio. (Como dijo Woody Allen, «el cerebro es mi segundo órgano favorito»). Por eso; la biología del lenguaje todavía se conoce muy poco. Sin embargo, los accidentes de la naturaleza y ciertas técnicas indirectas sumamente ingeniosas han permitido a los neurolingüistas averiguar muchas cosas. Vamos a seguirle los pasos al hipotético gen de la gramática, comenzando con un examen del cerebro a vista de pájaro para luego ir descendiendo poco a poco hacia sus componentes más pequeños.



La búsqueda podría reducirse de entrada prescindiendo de la mitad del cerebro. En 1861, el médico francés Paul Broca extirpó el cerebro al cadáver de un paciente afásico conocido entre los trabajadores del hospital como «Tan», ya que esa era la única sílaba que podía articular. Broca descubrió un enorme quiste que había originado una lesión en el hemisferio izquierdo de Tan. Los siguientes ocho casos de afasia que examinó también presentaban lesiones en el hemisferio izquierdo, lo que hacía difícil atribuírselo al azar. Broca llegó a la conclusión de que «la facultad del lenguaje articulado» reside en el hemisferio izquierdo.

En los ciento treinta años transcurridos desde entonces, la conclusión de Broca se ha confirmado con pruebas de muy diversa índole. Algunas de ellas proceden de la observación de que la mitad derecha del cuerpo y, del espacio perceptivo está controlada por el hemisferio izquierdo del cerebro, y viceversa. Muchos pacientes afásicos sufren también debilidad o hemiparálisis en el lado derecho, incluidos Tan y el afásico recuperado que vimos en el capítulo 2, que se despertó creyendo que había dormido apoyado sobre su brazo derecho. Los siguientes versos de los Salmos 137:5-6 ilustran muy bien esta sintomatología:

Si yo te olvido, oh Jerusalén,
olvídese de mí mi diestra.
Péguese mi lengua al paladar,

si no me acordare de ti.

Las personas normales reconocen palabras con más precisión cuando éstas se muestran brevemente al hemicampo visual derecho que cuando se muestran al hemicampo visual izquierdo, incluso en una lengua como el hebreo, que se escribe de derecha a izquierda. Cuando distintas palabras se presentan simultáneamente a los dos oídos, las personas reconocen mejor las que reciben por el oído derecho. En casos de epilepsia incurable, el cirujano desconecta los dos hemisferios del cerebro seccionando el haz de fibras que los une. Tras esta intervención, los pacientes pueden llevar una vida completamente normal, salvo un pequeño detalle que no le pasó inadvertido al neuropsicólogo Michael Gazzaniga: cuando se mantiene inmóvil al paciente, éste puede describir los sucesos que se le presentan al hemicampo visual derecho y nombrar objetos que palpa con la mano derecha, pero no puede describir esos sucesos si se le presentan al hemicampo visual izquierdo ni nombrar los objetos si los palpa con la mano izquierda (aun cuando el hemisferio derecho dé muestras de reconocerlos mediante gestos no verbales). La mitad izquierda de su mundo ha sido separada de los centros del lenguaje.

Al examinar directamente el cerebro por medio de diversas técnicas, los neurocientíficos pueden contemplar literalmente el lenguaje en acción en el hemisferio izquierdo. La anatomía de un cerebro normal, con sus surcos y sus protuberancias, es ligeramente asimétrica. En algunas de las regiones asociadas con el lenguaje, las diferencias son tan potables que pueden descubrirse a simple vista. La Tomografía Axial Computarizada (o TAC) y la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) emplean algoritmos computacionales para reconstruir la fotografía de una sección transversal del cerebro en funcionamiento. Los cerebros de los pacientes afásicos casi siempre muestran lesiones en el hemisferio izquierdo. Por otra parte, los neurólogos, pueden paralizar temporalmente un hemisferio inyectando amital sódico en la arteria carótida. Los pacientes cuyo hemisferio derecho es anestesiado por este procedimiento pueden hablar, mientras que aquellos a quienes se les anestesia el izquierdo no pueden. Asimismo, los pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas en el cerebro pueden mantenerse conscientes bajo anestesia local, ya que el cerebro no tiene receptores del dolor. El neurocirujano William Penfield descubrió que al suministrar pequeñas descargas eléctricas a ciertas partes del hemisferio izquierdo, podía interrumpirse al paciente a la mitad de una frase. (Los neurocirujanos no hacen estas cosas por mera curiosidad, sino para asegurarse de que al extirpar los tejidos enfermos no dañan partes vitales del cerebro). En una técnica empleada en la investigación con sujetos normales, se instalan electrodos por toda la superficie del cuero cabelludo para registrar el electroencefalograma (EEG) del sujeto mientras éste lee o escucha palabras. En este registro se pueden apreciar cambios en la señal eléctrica perfectamente sincronizados con cada palabra, siendo más pronunciados estos cambios en los electrodos conectados a la mitad izquierda de la cabeza que en

los de la mitad derecha. No obstante, este hallazgo no está exento de problemas de interpretación, habida cuenta de que una señal eléctrica que se genera en la profundidad de una región del cerebro puede irradiarse hacia la superficie de otra región.

La nueva técnica denominada Tomografía por Emisión de Positrones (PET) consiste en inyectar a un voluntario una solución ligeramente radiactiva de glucosa o agua, o en hacerle inhalar un gas radiactivo en una dosis comparable a la de los rayos X, e introducir su cabeza en un anillo de detectores de rayos gamma. Las regiones del cerebro que se hallan más activas consumen más glucosa y en ellas la sangre circula más oxigenada. Mediante algoritmos de ordenador se puede determinar qué partes del cerebro están implicadas en una determinada tarea a base de observar el patrón de radiación que emana de la cabeza del sujeto. De este modo, se puede obtener una imagen generada por ordenador de la actividad metabólica que tiene lugar en una finísima sección del cerebro, en la cual las áreas más activas aparecen teñidas de amarillo o rojo intenso y las que se hallan en reposo se muestran de color añil. Si se compara la imagen de un cerebro mientras contempla estímulos o escucha sonidos sin significado con la imagen del mismo cerebro mientras comprende palabras o frases, podrá observarse qué regiones del cerebro «se encienden» durante el procesamiento del lenguaje. Según cabía esperar, los puntos calientes se encuentran en el hemisferio izquierdo.

¿Qué es exactamente lo que mantiene ocupado al hemisferio izquierdo? No son simplemente sonidos parecidos al habla, formas que se asemejan a palabras o movimientos bucales, sino *lenguaje* abstracto. La mayoría de los afásicos (como el Sr. Ford del capítulo 2) pueden soplar velas y beber de una pajita, pero su escritura se ve tan afectada como su lenguaje hablado, lo que viene a indicar que lo que se encuentra dañado no es el control de los músculos de la boca, sino el control del lenguaje. Algunos afásicos cantan muy bien y no pocos sueltan palabrotas como nadie. En el terreno de la percepción, se sabe con certeza que los tonos se discriminan mejor cuando se presentan al oído izquierdo, que se halla más profusamente conectado con el hemisferio derecho. Sin embargo, esto sólo sucede si los tonos se perciben como sonidos musicales; cuando quien los oye es chino o tailandés y los interpreta como rasgos o fonemas del habla, se observa una ventaja del oído derecho y del hemisferio izquierdo que recibe las señales.

Si se le pide a una persona que repita en voz alta y sobre la marcha las frases que está oyendo pronunciar a otra (una técnica conocida como «seguimiento»), y al mismo tiempo que dé golpecitos con un dedo de la mano derecha o izquierda, la persona tendrá más dificultad en el golpeteo con la mano derecha, toda vez que esa mano tiene que competir con el lenguaje por el uso de los mismos recursos del hemisferio izquierdo. Este mismo efecto ha sido constatado por la psicóloga Ursula Bellugi y sus colaboradores en sujetos sordos que hacían seguimiento de signos ejecutados con una sola mano en el Lenguaje de Signos Americano, resultándoles

más difícil realizar el golpeteo con un dedo de la mano derecha que con uno de la mano izquierda. La interpretación de los gestos debe implicar en mayor medida al hemisferio izquierdo, aunque no por el hecho de ser gestos, sino por tratarse de gestos *lingüísticos*. En cambio, cuando una persona, sea mediante gestos o hablando, tiene que efectuar el seguimiento de gestos no lingüísticos como el de decir adiós, la señal de la victoria o cualquier otro gesto no significativo, la interferencia afecta por igual a los dedos de ambas manos.

El estudio de la afasia en sordos ha arrojado conclusiones parecidas. Los signadores sordos con lesiones en el hemisferio izquierdo presentan síntomas de afasia de signos prácticamente idénticas a los de las afasias de oyentes con lesiones similares. Por ejemplo, hay afásicos signadores que ejecutan correctamente aquellas tareas no lingüísticas que plantean demandas similares a las tareas lingüísticas en el uso de los ojos y las manos, tales como la realización e interpretación de gestos no verbales, la pantomima, el reconocimiento de rostros y la copia de diseños. Las lesiones del hemisferio derecho en sordos signadores muestran el patrón inverso de síntomas. Estos pacientes conservan sus capacidades de lenguaje signado mientras que presentan déficits en tareas visoespaciales, al igual que los pacientes oyentes con daños en el hemisferio derecho. Este descubrimiento es, sin duda, fascinante. Puesto que el hemisferio derecho está especializado en capacidades visoespaciales, cabría esperar que el lenguaje de signos, dependiente de estas capacidades, tuviera su asiento en este hemisferio. Sin embargo, los hallazgos de Bellugi muestran que el lenguaje, tanto en su modalidad audiovocal como en la visomanual, es controlado por el hemisferio izquierdo. Por ello, es de suponer que el hemisferio izquierdo se ocupa de las reglas y estructuras abstractas que subyacen al lenguaje, de la gramática, el diccionario y la anatomía de las palabras, y no simplemente de los sonidos y los movimientos articulatorios que afloran a la superficie.



¿Por qué se halla lateralizado el lenguaje? O por decir mejor, ¿por qué el resto de las funciones son tan simétricas? La simetría es una forma bastante improbable de organización de la materia. Si hubiera que rellenar los cuadrados de un tablero de ajedrez al azar, la probabilidad de que resultara una distribución bilateralmente simétrica sería de una entre un billón. Las moléculas de la vida son asimétricas, lo mismo que la mayoría de las plantas y muchos animales. Hacer un organismo bilateralmente simétrico es costoso y difícil. La simetría es tan exigente para los organismos que la poseen, que cualquier enfermedad o debilidad puede dar al traste con ella. Por eso mismo, la simetría resulta atractiva a muchos organismos, desde la mosca-escorpión y fe golondrina hasta el hombre, pues suele indicar la presencia de un compañero sexual sano. En cambio, la asimetría se percibe como signo de deformidad. Así pues, tiene que haber un rasgo esencial en el estilo de vida de un

animal que compense el elevado precio que hay que pagar por tener un diseño simétrico. Este rasgo es la movilidad. Las especies que poseen un diseño corporal bilateralmente simétrico son las únicas capacitadas para desplazarse en línea recta, y ello por razones evidentes. Una criatura con un organismo asimétrico avanzaría describiendo círculos, y una con órganos sensoriales asimétricos sólo podría controlar una parte de su cuerpo, perdiéndose todo lo que ocurriera en la otra parte. Los organismos capacitados para la locomoción presentan una simetría longitudinal (izquierda-derecha), pero no transversal (delante-detrás). Asimismo, aplican más fuerza en un solo sentido, por lo que les resulta más fácil desplazarse en ese sentido (hacia delante) y darse la vuelta que moverse indistintamente en ambos sentidos (o desplazarse en cualquier dirección, como un platillo volante). Por otra parte, como es natural, estos organismos no poseen simetría horizontal (arriba-abajo), ya que la fuerza de la gravedad les empuja hacia abajo.

La simetría de los órganos sensoriales y motores se halla reflejada en el cerebro, la mayor parte del cual, al menos en los organismos no humanos, se dedica a procesar sensaciones y a planificar acciones. El cerebro está dividido en mapas de los espacios visual, auditivo y motor que reproducen con gran fidelidad la estructura del espacio real: si nos desplazamos de un punto de la corteza cerebral a otro vecino, hallaremos neuronas sensibles a una región próxima en el espacio a la región anterior. Así pues, los organismos simétricos que disponen de un mundo perceptivo simétrico tienen también cerebros casi perfectamente simétricos.

Ningún biólogo ha explicado todavía por qué el hemisferio izquierdo controla el espacio derecho, y viceversa. Fue un psicolingüista, Marcel Kinsboume, quien aventuró una hipótesis con ciertos visos de verosimilitud. En todos los invertebrados bilateralmente simétricos (gusanos, insectos y demás), la parte izquierda del sistema nervioso controla la parte izquierda del cuerpo y la derecha controla la parte derecha del cuerpo. Lo más probable es que el antecesor invertebrado más próximo a los cordados (esto es, los animales que poseen una columna vertebral en tomo a la médula espinal, y entre los que figuran los peces, los anfibios, las aves, los reptiles y los mamíferos) también tuviera esta misma estructura. Sin embargo, los cordados ya presentan un control «contralateral», es decir, el hemisferio derecho controla la parte izquierda del cuerpo, y el izquierdo la parte derecha. ¿Qué pudo originar esta reestructuración? He aquí la idea de Kinsboume, Imaginemos una criatura con un control de izquierda a izquierda. Supongamos que gira la cabeza 180 grados, igual que un búho, para mirar detrás de él (sin pasarse de ahí, como hacía la niña de *El Exorcista*). Ahora supongamos que la cabeza se le queda atascada en esa posición. Las fibras nerviosas han experimentado la mitad de un giro, de tal manera que en esta posición, la mitad izquierda del cerebro controla la parte derecha del cuerpo, y viceversa.

No es que Kinsboume afirme que hubo un primer organismo contorsionista que se quedó con la cabeza atascada del revés, sino que ciertos cambios en las

instrucciones genéticas destinadas a construir ‘el organismo’ derivaron en ese medio giro del sistema nervioso en el transcurso del desarrollo embrionario. (Una torsión similar se produce durante el desarrollo de los caracoles y de algunas especies de moscas). Esto tal vez parezca un modo bastante perverso de construir un organismo, pero lo cierto es que la evolución lo hace constantemente, pues no elabora sus diseños a partir de cero, sino que tiene que arreglárselas con los materiales que tiene a mano en cada momento. Por poner algunos ejemplos, nuestra columna vertebral tan sádicamente diseñada en forma de «S» es producto de sucesivos doblamientos y estiramientos del espinazo arqueado de nuestros antepasados cuadrúpedos. El aspecto picassiano del rostro del rodaballo es resultado de la deformación de la cabeza de un pez que vivía aferrado al fondo, marino, a consecuencia de lo cual el ojo que miraba inútilmente hacia abajo se fue desplazando hacia la cara opuesta. Dado que la hipotética criatura que postula Kinsboume no dejó fósiles y se extinguió hace millones de años, nadie sabe por qué se produjo esa rotación. (Tal vez uno de sus antepasados tuvo que cambiar la postura, igual que el rodaballo, y luego tuvo que enderezarse. Como la evolución no es previsor, puede que al volver a alinear la cabeza con el cuerpo efectuara un cuarto de giro en la misma dirección, en lugar de seguir el procedimiento más razonable de invertir el giro original). De todos modos, la causa última no es tan importante; lo único que Kinsboume propone es que hubo tal rotación, sin conjeturar de qué modo tuvo lugar. (Los científicos parecen estar mejor informados del caso del caracol, en el que la rotación va acompañada de un ligero doblamiento, como ocurre con los cuernos de un *croissant*. Mi viejo libro de biología dice al respecto lo siguiente: «Mientras la cabeza y el pie permanecen fijos, la masa visceral experimenta un giro de 180 grados, de tal modo que el ano... se desplaza hacia arriba y termina ocupando una posición [por encima de] la cabeza... Las ventajas de esta disposición son evidentes para un organismo que vive encerrado en un caparazón con una sola abertura).

Kinsboume aduce en apoyo de su teoría el hecho de que en los invertebrados, las principales Fibras neurales se extienden a lo largo del vientre y el corazón se sitúa a la espalda, mientras que los cordados tienen las fibras neurales a lo largo de la espalda y el corazón en el pecho. Esto es justamente lo que cabría esperar si en la transición de un grupo al otro se hubiera producido un giro de 180 grados de la cabeza en relación con el cuerpo. Por ende, Kinsboume no ha hallado evidencia de animales que presentaran sólo uno o dos de los tres cambios que, según su teoría, llevaría aparejados un giro de la cabeza de 180 grados. Los cambios importantes en la arquitectura de cuerpo afectan a todo el diseño de un animal y resultan extremadamente difíciles de deshacer. Por consiguiente, es legítimo suponer que descendemos de una criatura retorcida y que a consecuencia de ello, miles de millones de años después, si se produce un infarto en el hemisferio izquierdo sentimos un hormigueo en el brazo derecho,

Las ventajas del esquema corporal simétrico están relacionadas con las funciones

de sensibilidad y motricidad en un entorno bilateralmente indistinto. De ahí que los órganos corporales que no interactúan directamente con el entorno no tengan por qué atenerse a esta distribución simétrica. Buena muestra de ello son los órganos internos, como el corazón, el hígado y el estómago, todos ellos asimétricos, que no se hallan en contacto directo con la configuración del mundo exterior. Lo mismo ocurre, aunque a escala mucho más pequeña, en los circuitos microscópicos del cerebro.

Pensemos en lo que ocurre cuando manipulamos deliberadamente un objeto inerte. El manipulador coloca el objeto donde quiere, sin tener que sincronizar sus acciones con el entorno. Nuestras extremidades anteriores y los centros cerebrales que controlan sus movimientos no tienen que actuar simétricamente para responder a los sucesos impredecibles que pueden acontecer a un lado u otro de nuestro entorno inmediato, sino que han de estar adaptados a la configuración que sea más eficaz para llevar a cabo la acción correspondiente. La manipulación de un objeto es más eficiente cuando existe una división del trabajo entre las dos extremidades: una lo sostiene mientras la otra actúa sobre él. El resultado lo tenemos en las pinzas asimétricas de las langostas y en los cerebros asimétricos que controlan las patas y las manos de muchas especies distintas. Los seres humanos son, con mucho, los más diestros manipuladores del reino animal y la especie en la que más claramente se manifiesta la preferencia por una de las dos extremidades. El noventa por ciento de las personas de todas las épocas y sociedades son y han sido diestros, y se cree que la mayor parte de ellos poseen una o dos copias de un gen dominante que impone este sesgo hacia la «destría» (y el consiguiente control del hemisferio izquierdo). Quienes poseen dos copias de la versión recesiva de este gen se desarrollan sin esta preferencia, y constituyen la restante población de sujetos diestros, más los zurdos y los ambidextros.

Otra función en la que la simetría no desempeña ningún papel relevante es el procesamiento de información que se despliega en el tiempo, y no en el espacio. Cuando se dispone de la suficiente cantidad de tejido neural para realizar esa función, parece más sensato que todo ese tejido se acumule en una misma región con interconexiones cortas, en lugar de estar repartido entre dos regiones mutuamente alejadas que se comunican a través de largas conexiones por las que la información transita con lentitud y se expone a múltiples interferencias. Eso explica que el control del canto se halle fuertemente lateralizado en el hemisferio izquierdo de muchas especies de aves y la producción y el reconocimiento de los gritos y llamadas también esté relativamente lateralizado en los primates, los delfines y los ratones.

El hecho de que el lenguaje humano se halle concentrado en un solo hemisferio obedece también a que se trata de información coordinada en el tiempo y no en espacio: las palabras se organizan en secuencias, pero no se difunden en una determinada dirección. Cabe pensar que el hemisferio que ya disponía de los microcircuitos encargados de controlar la manipulación fina, deliberada y secuencial de objetos inertes fuera el lugar natural para acoger el lenguaje, que también requiere

un control secuencial. Y en el linaje evolutivo que conduce hasta nuestra especie, este hemisferio era el izquierdo. Para muchos psicólogos cognitivos, la mayoría de los procesos mentales que requieren una coordinación secuencial y que entrañan una determinada disposición de elementos co-residen en el hemisferio izquierdo, como por ejemplo el reconocimiento y la elaboración de objetos que constan de múltiples piezas o la realización de inferencias en el razonamiento lógico. Al examinar por separado los dos hemisferios de un paciente con el cerebro dividido, Gazzaniga descubrió que el hemisferio izquierdo aislado tenía el mismo CI (cociente intelectual) que el cerebro del paciente con los dos hemisferios conectados antes de la intervención quirúrgica.

En términos lingüísticos, la mayor parte de las personas zurdas no presentan una lateralidad invertida con respecto a la de los diestros. Si bien en la práctica totalidad de los diestros (97%) el hemisferio izquierdo controla el lenguaje! tan sólo en una minoría de zurdos (el 19% aproximadamente) recae esta capacidad en el hemisferio derecho. Los demás zurdos tienen el lenguaje bien en el hemisferio izquierdo (65%) o bien representado de forma redundante en ambos hemisferios. En estos últimos el lenguaje se halla distribuido de manera más equilibrada entre los dos hemisferios que en los diestros, y consiguientemente tienen menor riesgo de padecer una afasia al sufrir daños en uno de los hemisferios. Con todo, hay pruebas de que los zurdos son más susceptibles de padecer alteraciones del lenguaje, dislexias y disfemias (tartamudez), aunque aventajan a los diestros en capacidades matemáticas, espaciales y artísticas. Esta influencia de la zurdera sobre el lenguaje se manifiesta también en los diestros con parientes zurdos (que seguramente sólo tienen una copia del gen dominante que determina la destría), quienes al parecer muestran cierta inclinación a analizar la sintaxis de las oraciones de un modo sutilmente diferente a los diestros puros.



Naturalmente, el lenguaje no agota toda la mitad izquierda del cerebro. Broca observó que el cerebro de Tan estaba reblandecido y deformado en las regiones inmediatamente por encima de la cisura de Silvio, un profundo surco que separa el lóbulo temporal, que sólo existe en el cerebro humano, del resto del cerebro. El área en la que se localizaba la lesión de Tan se conoce como área de Broca, y hay otras regiones anatómicas situadas a ambos lados de la cisura de Silvio que afectan al lenguaje cuando resultan dañadas. Las más importantes aparecen señaladas en color gris en el dibujo de la página 337. En el 98 por ciento de los casos en que una lesión cerebral produce alteraciones de lenguaje; dicha lesión se halla en alguna región de los márgenes de la cisura de Silvio del hemisferio izquierdo. Penfield observó que la mayoría de los puntos que interferían el lenguaje al ser estimulados se encuentran en ese hemisferio. Aun cuando en apariencia las áreas del lenguaje se hallen bastante

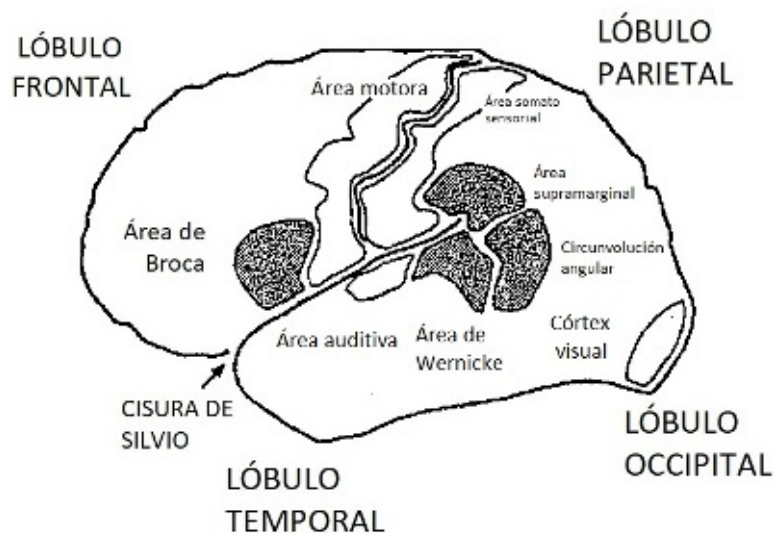
separadas unas de otras, en realidad no lo están tanto. El córtex cerebral (la materia gris) es una extensa y finísima capa de tejido adosada al cerebro que encaja perfectamente en un cráneo esférico. Al igual que las fotografías de un periódico parecen entremezclarse con el texto al arrugar las hojas, así también el aspecto superficial del córtex ofrece una imagen engañosa de la disposición de las regiones que lo conforman. Utilizando la técnica de resonancia magnética nuclear para fotografiar secciones transversales del cerebro, Gazzaniga y su equipo de neuropsicólogos han logrado reconstruir una imagen extendida del córtex. En ella se observa que todas las áreas implicadas en el lenguaje se encuentran adyacentes formando un territorio continuo. Esta región del cerebro, conocida como «región perisilviana izquierda», se puede considerar, pues, el órgano del lenguaje.

Examinemos con más detalle esta región. Tan y el Sr. Ford tenían lesiones en el área de Broca y padecían un síndrome caracterizado por un habla lenta, esforzada y agramatical denominado afasia de Broca. Veamos ahora otro ejemplo de este síndrome en un paciente llamado Peter Hogan. En el primer pasaje, el Sr. Hogan cuenta por qué fue ingresado en el hospital, y en el segundo describe su antiguo trabajo en una industria papelerera:

Sí... eh... lunes... eh... padre y Peter Hogan, y padre... ah... hospital... y ah... miércoles... miércoles nueve y eh jueves... diez eh médicos... dos... dos... y médicos y... eh... dientes... sí... Y un médico y niña... y encías, y yo.

Lower Falls... Maine... papel. ¡Cuatrocientas toneladas diarias! Y eh... máquinas sulfurosas, y ah... madera... Dos semanas y ocho horas. ¡Ocho horas... no! ¡Doce horas, quince horas trabajando... trabajando... trabajando! Sí, y eh... sulfuro. Sulfuro y... Ah madera. Ah... trabaja... Y ah enfermo, hace cuatro años.

El área de Broca está situada junto a la parte de la corteza motora que controla el movimiento de la mandíbula, los labios y la lengua, por lo que en un principio se creía que el área de Broca participaba en la producción del lenguaje (no sólo el lenguaje hablado, dado que la escritura y la ejecución de signos también se ven afectadas). Sin embargo, parece que este área interviene en el procesamiento de la gramática en general.



Los defectos gramaticales se hacen más patentes en la producción, toda vez que cualquier error de este tipo origina una oración defectuosa. En cambio, en la comprensión se puede aprovechar la redundancia e lenguaje para realizar una interpretación conecta de la oración sin necesidad de efectuar un análisis completo de su sintaxis. Por ejemplo, se pueden entender oraciones como *El perro mordió al hombre* o *La manzana que el niño está comiendo es roja* con sólo saber que los perros son los que suelen morder a los hombres, que los niños comen manzanas y que las manzanas pueden ser rojas. También se puede adivinar el significado de una oración como *El coche empuja al camión* teniendo en cuenta que normalmente las causas se mencionan antes que las consecuencias. Durante un siglo, los pacientes con afasia de Broca han engañado a los neurólogos utilizando este tipo de estrategias. Sin embargo, estos trucos fueron finalmente desvelados cuando a los psicolingüistas se les ocurrió pedir a pacientes con este síndrome que representaran oraciones cuyo significado sólo podía interpretarse a partir de la sintaxis, como por ejemplo *El coche es empujado por el camión* o *La niña a quien empuja e niño es alta*. En estos casos, los pacientes sólo dan la interpretación correcta la mitad de las veces, y la interpretación contraria la otra mi a que indica que responden al azar.

Hay otras razones para pensar que la parte anterior del córtex perisilviano, donde se encuentra el área de Broca, interviene en el procesamiento gramatical. Si a un sujeto se le colocan electrodos en el cuero cabelludo y se le hace leer una oración gramaticalmente incorrecta, los electrodos situados en la parte anterior del hemisferio izquierdo reflejan un cambio en el patrón de actividad eléctrica en el momento en que la oración se revela como incorrecta. Estos mismos electrodos reflejan cambios en la parte de la oración en la que el lector ha de activar en su memoria la representación de un sintagma que ha dejado una huella a raíz de una operación de. movimiento, como por ejemplo la oración *¿Qué le dijiste (huella) a Juan?* En estudios realizados con Tomografía por Emisión de Positrones y otras técnicas diseñadas para medir el flujo sanguíneo, se ha observado que la región anterofrontal del hemisferio izquierdo se ilumina cuando los sujetos escuchan una lengua conocida, cuentan historias o

comprenden oraciones complejas. Gracias al empleo de tareas de control y de otros métodos de cálculo, se ha podido constatar que lo que se procesa en esta región es la estructura de las oraciones, y no su contenido. En un reciente estudio llevado a cabo por Karin Stromswold con los neurólogos David Caplan y Nat Alpert, se llegó incluso a circunscribir con precisión la zona específica del área de Broca que se iluminaba.

¿Podemos concluir, entonces, que el área de Broca es el órgano de la gramática? No del todo. Una lesión que afecte exclusivamente al área de Broca no suele desencadenar una afasia grave y permanente; para ello han de estar dañadas también las zonas circundantes y la materia blanca subyacente (que conecta el área de Broca con otras regiones del cerebro). En ocasiones, se pueden producir síntomas de la afasia de Broca a raíz de un infarto o de una enfermedad degenerativa, como la de Parkinson, que afecten a los ganglios basales, que son unos centros neurales complejos que se encuentran bajo los lóbulos frontales y que normalmente se emplean en la ejecución de movimientos coordinados. El habla esforzada característica de los afásicos de Broca debe, pues, distinguirse del déficit gramatical propio de su lenguaje, y es posible que esta última condición no dependa en exclusiva del área de Broca, sino de otras zonas ocultas del córtex próximas a ella que resulten afectadas por la misma lesión. Por otra parte, también es cierto que hay capacidades gramaticales que permanecen intactas en la afasia de Broca. Así, algunos pacientes de Broca son capaces de detectar transgresiones muy sutiles a las reglas de la gramática cuando se les pide que distingan entre oraciones correctas e incorrectas, como sucede, por ejemplo, en los siguientes pares de oraciones:

Juan fue finalmente besado Luisa.

Juan fue finalmente besado por Luisa.

Quiero que irás a la tienda ahora.

Quiero que vayas a la tienda ahora.

¿Disfrutó el viejo del paisaje?

¿Disfrutando el viejo del paisaje?

Con todo, ni los afásicos llegan a detectar todas las oraciones incorrectas ni todos los afásicos son capaces de detectarlas. Por consiguiente, el papel del área de Broca en el procesamiento del lenguaje sigue sin aclararse. Cabe la posibilidad de que esta área se ocupe del componente del procesamiento gramatical que convierte mensajes en código mentalés a estructuras gramaticales, y viceversa, comunicándose en parte a través de los ganglios basales con los lóbulos prefrontales, que como se sabe están relacionados con el razonamiento abstracto y el pensamiento.

El área de Broca también se halla conectada mediante haces de fibras nerviosas

con otro órgano del lenguaje denominado área de Wernicke. Una lesión en el área de Wernicke produce un síndrome afásico bastante diferente. Howard Gardner describió en el siguiente pasaje su encuentro con un afásico de Wernicke conocido como Sr. Gorgan:

«¿Por qué le ingresaron el hospital?», pregunté a este carnicero retirado de 72 años de edad cuatro semanas después de su ingreso.

«Madre mía. cómo sudo, estoy nerviosísimo, sabe, de vez en cuando me cogen, no puedo hablar del tarripoi, hace un mes, un poquito, ya voy mucho mejor, me impongo mucho, pero, por otro lado, ya sabe lo que quiero decir, tengo que darme la vuelta, me paro a pensar, dirimino y todas esas cosas.»

Intenté meter baza varias veces, pero no había forma de detener esta cascada incontenible y veloz de palabras. Por último, levanté la mano, se la puse a Gorgan en el hombro y así pude lograr que hiciera una breve pausa.

«Gracias, Sr. Gorgan. Ahora quisiera preguntarle...»

«Naturalmente, no faltaba más, cualquier cansa que usted quiera. Si pudiera lo haría. Bueno, no estoy diciendo las cosas bien, todos los barberos de por aquí le cogen a uno y otra vez lo mismo, ya sabe lo que quiero decir, le atan a uno para repucer, repucarlo, ya sabe, uno hace lo que buenamente puede mientras que antes era lo mismo con las camas por allá pasaba lo mismo...»

La afasia de Wernicke es, en cierto modo, complementaria de la de Broca. Los pacientes que la sufren producen cadenas fluidas de oraciones más o menos correctas, aunque su lenguaje carece de sentido y está repleto de neologismos y sustituciones de palabras. A diferencia de muchos pacientes de Broca, los Wernicke experimentan grandes dificultades para nombrar objetos; con frecuencia sustituyen los nombres por otros relacionados o distorsionan los sonidos de la palabra correcta. Por ejemplo:

mesa: «silla»

codo: «rodilla»

clip: «plic»

cama: «maca»

techo: «cheto»

tobillo: «tulillo, no tobüllo, no tolillo»

peine: «paino, lo veo, lo sé, corta, el peno, el pino»

papel: «pedazo de pañuelo, paupel, papino de mano, pedazo de papel pañelo»

tenedor: «tendro, tenedo, tonga, funga»

Un síntoma muy llamativo de la afasia de Wernicke es que los pacientes dan

pocas muestras de comprender el lenguaje que se habla a su alrededor. Hay una tercera variedad de afasia que se caracteriza por una lesión en las fibras que unen las áreas de Broca y de Wernicke, y que se manifiesta en la incapacidad de repetir oraciones. En un cuarto tipo de afasia, las áreas de Broca y Wernicke y las conexiones entre ellas se hallan intactas, pero están aisladas del resto del córtex. Los pacientes que sufren este trastorno repiten alegremente todo lo que escuchan sin entender una palabra y rara vez hablan espontáneamente. Por todo ello, y teniendo en cuenta que el área de Wernicke se encuentra junto a la región del córtex responsable de procesar el sonido, se pensaba que esta área se ocupa de la comprensión del lenguaje. Sin embargo, eso no explica el lenguaje tan inconexo de estos pacientes. Hoy se piensa que el área de Wernicke tiene el cometido de inspeccionar las palabras y enviarlas a otras áreas, en especial la de Broca, que se encargan de agruparlas o analizar sus combinaciones sintácticas. La afasia de Wernicke es quizá el resultado de un funcionamiento descontrolado del área de Broca sin recibir los significados y las palabras apropiados al mensaje que el hablante pretende transmitir que el área de Wernicke suministra en condiciones normales. Pero para ser sinceros, nadie sabe con certeza para qué sirven las áreas de Broca y Wernicke.

El área de Wernicke, junto con las dos áreas sombreadas que aparecen a su lado en el dibujo, y que corresponden a las circunvoluciones angular y supramarginal, se asientan en la confluencia de tres lóbulos del cerebro, por lo que se les considera zonas especialmente indicadas para integrar información de formas visuales, sonidos, sensaciones corporales (procedentes de la franja «somatosensorial») y relaciones espaciales (procedentes del lóbulo parietal). ,Esta zona es un lugar apropiado para representar las relaciones entre los sonidos de las palabras y el aspecto y la geometría de sus referentes. De ahí que una lesión en alguna parte de

esta región origine el síndrome denominado anomia, cuya etimología significa «ausencia de nombres». La neuropsicóloga Kathleen Baynes ha descrito el caso del paciente HW, un ejecutivo que sufrió un infarto en esta región del cerebro. HW era un hombre inteligente, buen conversador y con una notable fluidez verbal a quien, sin embargo, le resultaba prácticamente imposible recuperar nombres de su diccionario mental, aun cuando pudiera entenderlos. A continuación transcribimos la respuesta de HW a la petición de Baynes de describir un dibujo que mostraba a un niño cayéndose de una banqueta mientras se encaramaba a un estante ' para alcanzarle a su hermana una galleta de una caja:

“En primer lugar, esto se está cayendo, más o menos, y se va caer al suelo y los dos están buscando algo para comer... pero el problema es que esto se va a venir abajo y los dos se van a caer... No lo veo bien, pero que o ella o cogerá algo de comida que no te sienta bien y ella va a coger algo para comérselo también... y que lo tienes ahí para que ellos no se suban y lo cojan a menos que les digas que pueden cogerlo. Así que esto se está cayendo y

seguramente hay una que se van a comer y, y esto no les ha salido bien, el, eh, la cosa que es, eh, buena para, no es buena para ti, pero te encanta, mm, emm [gesto de impaciencia]... y eso, así que ellos han... a ver eso, no veo bien si hay algo o no... Creo que ella está diciendo, quiero dos o tres, quiero una, creo, creo que sí, y entonces, entonces ella va a coger esta, seguro que se va a caer o algo así, va a cogerla y, y ahí, él va a coger una o más, todo depende de esto cuando se caigan... y cuando se caigan no hay problema, lo único que tienen que hacer es arreglarlo y volver a subir para coger más,

HW utiliza correctamente los sintagmas, pero no puede recuperar los nombres para insertarlos en ellos: emplea pronombres, gerundios como *cayendo*, y unos pocos nombres genéricos como *comida* o *cosa*, refiriéndose a objetos particulares por medio de circunloquios. Los verbos no les plantean tantos problemas a los anómicos, siendo en cambio mucho más difíciles para los afásicos de Broca, posiblemente por estar más estrechamente relacionados con la sintaxis...

Hay otras pruebas que indican que las zonas posteriores de La región perisüviana intervienen en la representación y la recuperación de palabras. Cuando un sujeto normal lee una oración gramaticalmente correcta y se encuentra con una palabra carente de sentido en ese contexto, como por ejemplo *Los chicos oyeron la naranja de Juan acerca de África*, los electrodos ubicados en la zona posterior de su cabeza registran un cambio en el EEG (aunque como ya dije antes, no se tiene la certeza de que las señales eléctricas procedan de la zona del cerebro que queda bajo los electrodos). Asimismo, cuando se realiza una Tomografía por Emisión de Positrones, la parte posterior del hemisferio izquierdo se ilumina en el momento en que el sujeto escucha palabras (y también pseudo-palabras como *ruelo*), e incluso cuando, tiene que decidir si dos palabras presentadas en una pantalla riman, tarea que requiere imaginar los sonidos de las palabras,



La distribución anatómica global de los sub-órganos del lenguaje que se hallan en la región perisilviana se puede describir en los siguientes términos: la parte anterior de la región perisilviana, incluida el área de Broca, se encarga del procesamiento gramatical; la parte posterior de esta región, que comprende el área de Wernicke y la unión de los lóbulos temporal, parietal y occipital, se ocupa de procesar los sonidos de las palabras, sobre todo los nombres, y algunos aspectos de su significado. ¿Se pueden precisar más estas correspondencias y localizar áreas más pequeñas que lleven a cabo tareas lingüísticas más específicas? La respuesta es sí y no. Por una parte, no parece que haya pedazos más pequeños de cerebro que podamos delimitar y etiquetar como módulos lingüísticos, al menos por el momento. Pero por otra parte, sí parece haber porciones aún desconocidas del córtex que realizan tareas más

concretas, según se desprende de la existencia de déficits lingüísticos extremadamente específicos que se hallan asociados a lesiones cerebrales. Nos hallamos, pues, ante una intrigante paradoja.

Veamos algunos ejemplos. Aunque las alteraciones de lo que he venido denominando nuestro sexto sentido, o sea, la percepción del habla, surgen como consecuencia de una lesión en la mayor parte de las áreas de la región perisilviana izquierda (y la percepción del habla produce una iluminación de estas mismas áreas en las pruebas de Tomografía por Emisión de Positrones), hay un síndrome que se conoce como «sordera pura de palabras» que se define exactamente como dice su nombre. Los pacientes leen y hablan sin dificultad y pueden reconocer diferentes estímulos sonoros como la música, los portazos y los gritos de animales, pero no reconocen palabras habladas. Para ellos las palabras que oyen tienen tan poco significado como si fueran de una lengua desconocida. Entre los pacientes que presentan problemas gramaticales, hay unos que no exhiben el habla entrecortada característica de la afasia de Broca, sino que producen un habla fluida pero agramatical. Algunos de estos pacientes omiten verbos, flexiones y palabras funcionales; otros las confunden. Algunos no pueden entender frases complejas con huellas (por ejemplo, *El hombre que la mujer besó (huella) abrazó al niño*), aunque sí comprenden frases complejas con pronombres reflexivos (como *La niña dijo que la mujer se lavó*). A otros pacientes les sucede lo contrario. En varios estudios se ha informado de un grupo de pacientes italianos que mezclaban los sufijos flexivos de su lengua (como por ejemplo -ndo, -s o -aba), mientras que utilizaban correctamente los derivativos (por ejemplo, -able, -dad o -ero).

En ocasiones, hay partes enteras del tesoro mental que se hacen pedazos, dejando, sin embargo, unas fronteras nítidamente marcadas. Entre los pacientes anémicos, por ejemplo, cuyo problema fundamental reside en el uso de los nombres, los hay que tienen problemas con diversas clases de nombres. Así, unos pueden usar nombres concretos pero no abstractos, otros usan nombres abstractos pero tienen problemas con los concretos. Otros utilizan correctamente los nombres de objetos inanimados, mientras que fracasan con los de objetos animados, y también otros emplean bien los nombres de objetos animados y mal los de objetos inanimados. Algunos pacientes pueden nombrar animales y vegetales, pero no alimentos, partes del cuerpo, artículos de vestir, vehículos o muebles. Hay pacientes que sólo tienen problemas con los nombres de animales, otros que no pueden nombrar únicamente las partes del cuerpo, otros que tienen dificultades con los nombres de artículos domésticos, otros que no pueden nombrar colores e incluso hay pacientes incapaces de utilizar los nombres propios. Había un paciente que no podía nombrar frutas o verduras: no tenía problemas con palabras como ábaco o esfinge, pero en cambio era incapaz de nombrar una manzana o un melocotón. El psicólogo Edgar Zurif ironizaba sobre la obsesión de los neurólogos de poner nombres exóticos a todos los síndromes cuando propuso que al trastorno de este paciente se le podía

llamar anomia de plátanos o «banananomia».

¿Significa esto que hay centros cerebrales para cada una de estas categorías de objetos? Hasta ahora nadie los ha descubierto, como tampoco hay centros especializados en las flexiones, las huellas, la fonología y todo lo demás. La identificación de todas y cada una de las partes del cerebro con funciones mentales tan específicas es una tarea llamada al fracaso. Es muy frecuente encontrar pacientes con una lesión en la misma zona que, sin embargo, presentan una sintomatología distinta, como también lo es encontrar pacientes con la misma clase de trastorno y lesiones localizadas en diferentes áreas. Algunas veces una alteración extremadamente concreta, como la incapacidad para nombrar animales, puede venir inducida por lesiones masivas, por una degeneración global del cerebro o un simple traumatismo. Además, en un diez por ciento de los casos, los pacientes con lesiones en la zona próxima al área de Wernicke pueden presentar una afasia con síntomas de Broca y los pacientes con lesiones en la región de Broca presentar síntomas típicos de una afasia de Wernicke.

¿Por qué ha resultado tan difícil dibujar un atlas del cerebro con áreas para las diferentes partes del lenguaje? Hay quien opina que esto se debe a que no hay áreas bien diferenciadas. El cerebro es un *totum revolutum*. A excepción de las sensaciones y el movimiento, los procesos mentales son patrones de actividad neuronal que se hallan muy distribuidos por , todo el cerebro, al estilo de los hologramas. Sin embargo, esta teoría no es fácil de reconciliar con los déficits tan increíblemente precisos que presentan muchos pacientes con lesiones en el cerebro, por lo que cada vez cuenta con menos apoyos en esta «década del cerebro». Utilizando herramientas que se hacen más sofisticadas de día en día, los neurobiólogos están descubriendo la topografía de muchos territorios del cerebro que en los viejos libros de texto llevaban la poco informativa etiqueta de «córtex de asociación», y están delimitando docenas de nuevas regiones con su propia función o estilo de procesamiento, como es el caso de las áreas visuales especializadas en la forma de los objetos, su distribución espacial, el color, la visión estereoscópica en tres dimensiones, el movimiento simple y el movimiento complejo.

Por lo que se sabe hoy día, el cerebro puede tener regiones dedicadas a procesar información tan específica como los sintagmas nominales o las estructuras métricas. El problema es que con métodos, tan primitivos de estudio del cerebro humano como los que hay en la actualidad, es muy difícil que se puedan descubrir. Puede que estas regiones se hallen repartidas en pequeñísimas franjas o puntos diseminados en torno a las áreas del lenguaje, o también puede que sean garabatos de forma tan irregular y arbitraria como los distritos electorales. Asimismo, es posible que en cada individuo estas regiones se adapten a diferentes protuberancias y pliegues del cerebro. Todas estas características son típicas de otros sistemas del cerebro de los que se sabe mucho más, como por ejemplo el sistema visual. De ser así, los enormes cráteres de obús que llamamos lesiones cerebrales y las borrosas fotografías de las técnicas de

tomografía nos dirían muy poco acerca del paradero de esas regiones.

Sin embargo, hay indicios de que el cerebro lingüístico podría estar organizado de este modo tan tortuoso. El neurocirujano George Ojemann, seguidor de los métodos de Penfield, estimuló eléctricamente diversos puntos del cerebro con el cráneo abierto en sujetos despiertos y conscientes. Observó que al estimular una zona de unos pocos milímetros de extensión, se alteraba una única función, como por ejemplo repetir o completar una oración, nombrar un objeto o leer una palabra. Sin embargo, estas zonas se hallaban diseminadas por todo el cerebro (concentrándose en su mayoría, aunque no de forma exclusiva, en las regiones perisilvianas) y se localizaban en diferentes lugares en cada individuo.

Teniendo en cuenta los cometidos que el cerebro está destinado a cumplir, no debería sorprendernos que los subcentros del lenguaje se hallaran entremezclados o diseminados de forma idiosincrática por el córtex. El cerebro es un órgano muy especial, nuestro órgano de cómputo, y a diferencia de los órganos encargados de acarrear materia de un lado a otro, como la cadera o el corazón, el cerebro no precisa que sus componentes funcionales tengan un acabado externo moldeado y elegante. Mientras se mantenga la conectividad de los microcircuitos neurales, las piezas podrán estar en diferentes sitios y seguir funcionando exactamente igual, lo mismo que los cables que conectan una serie de componentes eléctricos pueden estar apiñados en un registro o la dirección de una empresa puede tener su cuartel general en cualquier parte, siempre y cuando disponga de un buen sistema de comunicaciones con sus fábricas y almacenes. Estas consideraciones son especialmente apropiadas para el caso de las palabras: los problemas léxicos se pueden producir mediante lesiones o con estimulación eléctrica localizadas en muy diversas áreas del cerebro. Cada palabra es un compendio de información de muchos tipos. Una palabra se podría representar como un eje que puede estar colocado en cualquier región del cerebro, siempre y cuando sus radios se extiendan > hacía las zonas del cerebro donde están representados sus sonidos, su-sintaxis, su lógica y el aspecto de los objetos que representa.

En el curso de su desarrollo, el cerebro aprovecha el carácter inmaterial de la computación para dar una mayor flexibilidad al emplazamiento de los circuitos responsables del lenguaje. Supongamos que inicialmente diversas áreas del cerebro tienen la capacidad de desarrollar los circuitos que servirán de soporte físico a los componentes del lenguaje. Cabe suponer que en primera instancia existe un sesgo que hace que los circuitos tiendan a ocupar las áreas habituales, con lo cual las demás áreas quedarán inactivas para estas funciones. No obstante, si dentro de los márgenes de un determinado período crítico esas áreas sufren algún daño, los circuitos podrán desarrollarse en otros lugares. Muchos*neurólogos opinan que esta es la razón por la que en una exigua minoría de casos los centros del lenguaje aparecen localizados en zonas infrecuentes. El nacimiento es una experiencia traumática, y no sólo por las razones psicológicas que ya conocemos. El canal pelviano por el que los niños vienen

al mundo estruja la cabeza del bebé como si fuera un limón, siendo muy frecuente que los neonatos sufran pequeños infartos y otros daños cerebrales de escasa importancia. Es posible que los adultos que tienen las áreas del lenguaje fuera de su emplazamiento habitual sean víctimas ya recuperadas de estos accidentes tempranos. Ahora que se ha extendido el uso de las técnicas de resonancia nuclear en muchos centros de investigación neurológica, es frecuente que a los visitantes e invitados se les obsequie con una fotografía de su propio cerebro. En ocasiones, estas fotografías muestran una pequeña abolladura del tamaño de una nuez, aunque normalmente, y aparte de las consabidas bromas de amigos y parientes («ya había notado yo algo raro»), no hay motivo para inquietarse por ello.

Hay otras razones que explican por qué nos resulta tan difícil conocer a fondo el cerebro. Algunas clases de conocimiento lingüístico pueden estar representadas en varias copias, unas de mayor calidad que otras, repartidas por diversos lugares. Asimismo, cuando las víctimas de un accidente cerebral están en condiciones de ser examinadas sistemáticamente, muchas veces ya han recuperado algunas habilidades lingüísticas ayudándose, en parte, de sus capacidades generales de razonamiento. Además, hemos de tener en cuenta que los neurólogos no pueden actuar como los técnicos en electrónica, que manipulan a capricho las entradas y las salidas de los aparatos para comprobar el funcionamiento de sus componentes aislados. Los neurólogos no tienen más remedio que examinar al paciente en su totalidad a través de sus órganos periféricos, presentándole estímulos a los ojos o a los oídos y registrando las respuestas que emite con la boca o con las manos, y entre el estímulo y la respuesta puede haber procesos internos de cómputo que nos sean desconocidos. Por ejemplo, la tarea de nombrar un objeto comprende varios procesos, entre ellos el de reconocer el objeto, localizar su entrada en el diccionario mental, acceder a su pronunciación, articular la pronunciación y posiblemente inspeccionar el producto final por si contiene errores. Un fallo en cualquiera de estos procesos puede originar un déficit en la tarea.

No obstante, el descubrimiento de técnicas cada vez más sofisticadas' de registro de imágenes del cerebro hace pensar que estos procesos mentales internos se irán localizando cada vez con más precisión. Una de estas técnicas, conocida como Resonancia Magnética Nuclear Funcional, permite medir con más precisión que la Tomografía por Emisión de Positrones la magnitud de la carga, computacional de las diferentes partes del cerebro durante la ejecución de diversas clases de actividades mentales. Otra de estas técnicas, similar a la electro-encefalografía, es la denominada «magneto-encefalografía», que permite localizar con toda exactitud las regiones del cerebro que emiten señales electromagnéticas.

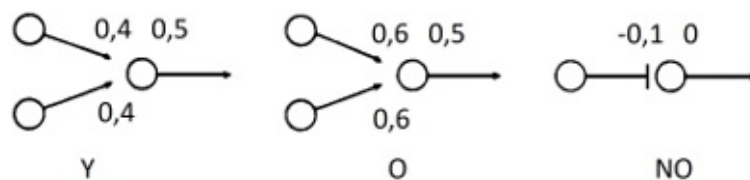


Nunca llegaremos a tener un conocimiento pleno de los órganos del lenguaje y los

genes de la gramática mientras nos limitemos a examinar pedazos de cerebro del tamaño de un sello de correos. Los procesos de cómputo que conforman la vida mental se apoyan en el cableado de intrincadas redes constituidas por millones de neuronas que forman el córtex cerebral, en las que cada neurona se halla conectada con miles de otras neuronas a las que transmite información en millonésimas de segundo. ¿Qué descubriríamos si observáramos al microscopio la microestructura de los circuitos neuronales de las áreas del lenguaje? Aunque nadie lo sepa a ciencia cierta, intentaré exponer una hipótesis plausible. Paradójicamente, este es el aspecto a la vez más desconocido y más importante del instinto del lenguaje, ya que en él residen las causas inmediatas de su comprensión y producción. A continuación, voy a hacer una dramatización de lo que podría ser el procesamiento de la información gramatical a escala neuronal. Lo que voy a exponer no debe tomarse ni mucho menos al pie de la letra; se trata simplemente de un intento de demostrar que la hipótesis del instinto del lenguaje es compatible, en principio, con las leyes de causalidad que rigen en el universo físico, y no un simple misticismo revestido de una metáfora biológica...

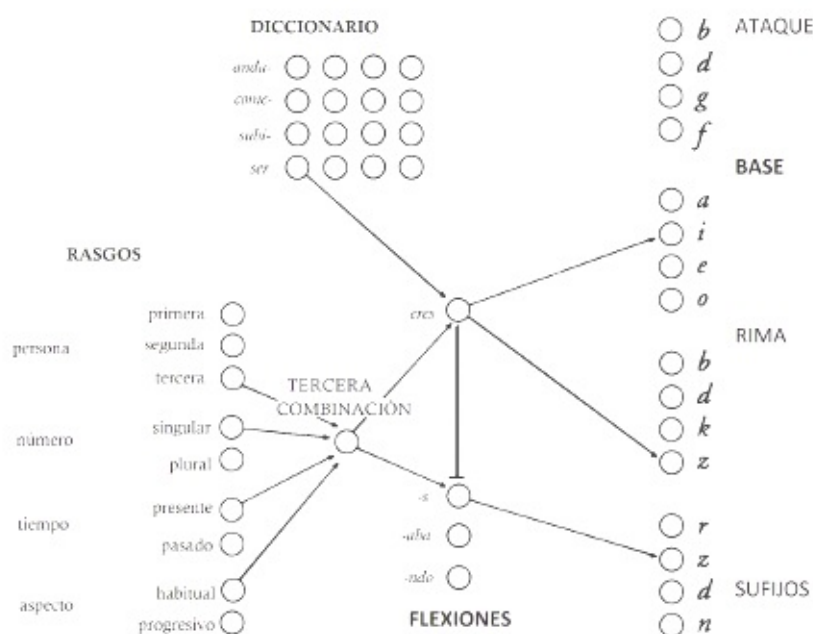
El modelado de redes neuronales se basa en una noción simplificada de neurona. Una neurona puede hacer muy pocas cosas. Puede hallarse activa o inactiva. Cuando se halla activa, envía una señal a lo largo de su axón (el cable de salida) a las células con las que está conectada. A estas conexiones se las denomina «sinapsis». Las sinapsis pueden ser excitatorias o inhibitorias y pueden tener diversos «pesos» o grados de fuerza. La neurona que recibe señales de otras va sumando las señales procedentes de las sinapsis excitatorias y restando las procedentes de las sinapsis inhibitorias, y si el sumatorio final sobrepasa un determinado umbral, la neurona receptora se activa.

Una red suficientemente amplia de neuronas se comporta como un ordenador capaz de computar la solución de cualquier problema que esté definido con suficiente precisión, de manera análoga a como la máquina de Turing que se describió en el capítulo 3 deducía que Sócrates es mortal. Esto se debe a que las neuronas de nuestro modelo se pueden conectar unas con otras de tal manera que funcionen como «circuitos lógicos», esto es, dispositivos que computan relaciones lógicas basadas en operadores como «y», «o» o «no», que son los que se emplean en los procedimientos de deducción. El significado de la relación lógica expresada por el operador «y» es que el enunciado «A y B» es verdadero si A es verdadero y B es verdadero. Un circuito lógico que compute la relación Y sería aquel que se activa cada vez que todas sus entradas se hallen activadas a la vez. Si fijamos el umbral de activación de una neurona de este tipo en 0,5, un conjunto de sinapsis de entrada cada uno de cuyos pesos sea menor a 0,5 pero cuyo sumatorio sobrepase ese valor, por ejemplo dos sinapsis de 0,4 y 0,4, producirá la activación del circuito Y, tal y como se representa en el dibujo de la izquierda:



La relación lógica «o» significa que el enunciado «A o B» es verdadero si Á es verdadero o B es verdadero. Así pues, el circuito O se activará siempre que una de sus entradas esté activada. Para implementar esta operación, el peso de cada sinapsis debe ser superior al umbral de la neurona, por ejemplo, 0,6, tal y como muestra el circuito dibujado en el centro. Por último, la relación «no» significa que el enunciado «No A» es verdadero si A es falso, y viceversa. Por consiguiente, el circuito no desactivará su salida si recibe una entrada activada, y viceversa. Esta operación se implementa mediante una sinapsis inhibitoria, como la que aparece en el dibujo de la derecha, cuyo peso negativo sea suficiente para desactivar la salida de una neurona que en caso contrario siempre se encontraría-activada.

Veamos ahora cómo computaría una red de neuronas una regla gramatical moderadamente compleja. La flexión -s de segunda persona del singular del presente de indicativo de los verbos en castellano (*lavas, comes, vienes*) es un sufijo que debe utilizarse cuando se cumplan las siguientes condiciones: que el sujeto del verbo esté en segunda persona Y en singular Y la acción sea presente y se ejecute de forma habitual (este rasgo corresponde a lo que los lingüistas llaman el «aspecto»), pero NO si el verbo es irregular, como por ejemplo *ser* o *ir* (no se dice *ses* e *is*, sino *eres* y *vas*). Una red de neuronas diseñada para implementar estas relaciones lógicas podría tener la siguiente estructura:



En primer lugar, hay un grupo de neuronas que representan rasgos flexivos del

verbo, que son las que aparecen en la columna de la izquierda. Las neuronas seleccionadas se conectan mediante un circuito Y con una neurona que representa la combinación «segunda persona, número singular, tiempo presente y aspecto habitual» (que aparece bajo la etiqueta «combinación 2ª sph»), Esta neurona, por su parte, excita otra neurona que corresponde a la flexión -s, que a su vez excita a la correspondiente al fonema s del grupo de neuronas que representan la pronunciación de los sufijos. Si se trata de un verbo regular, estas son todas las operaciones necesarias para añadir el sufijo flexivo del verbo. La pronunciación de la base del verbo (raíz + vocal temática) se copia según aparece listada en el diccionario mental en las neuronas correspondientes a la base por medio de conexiones que no aparecen en el diagrama. (Por ejemplo, la forma *comes* resulta de *come* + s; la forma inventada *rumes* resultaría de *rume* + s, y así sucesivamente). En el caso de los verbos irregulares, como el verbo *ser* este proceso se bloquea, pues de lo contrario la red neuronal produciría la forma incorrecta *ses*. Por consiguiente, la neurona que corresponde a la combinación 2ª sph envía también una señal a una neurona que representa la forma irregular completa *eres*. Si la persona cuyo cerebro estamos modelando pretende utilizar el verbo *ser*, la neurona que corresponde a este verbo estará activada y, por tanto, enviará activación a la neurona que representa la forma *eres*. Dado que las dos entradas que recibe *eres* están conectadas por un circuito Y, ambas tendrán que estar activadas para que *eres* resulte también activada. En otras palabras, la neurona *eres* resultará activada si y sólo si la persona está pensando al mismo tiempo en el verbo *ser* y en la forma «segunda persona del singular del presente habitual». La neurona *eres* inhibe la flexión -s mediante un circuito NO que resulta de una sinapsis inhibitoria que previene la activación de las formas incorrectas *ses* o *eses*, pero activa la vocal *e* y las consonantes *r* y *s* del grupo de neuronas correspondientes a la base del verbo. (Como es natural, en este ejemplo se han omitido muchas neuronas y muchas conexiones con el resto del cerebro).

Esta pequeña red neuronal inventada contiene conexiones específicas para una parte de la conjugación de los verbos del castellano. Por consiguiente, si perteneciera a un cerebro auténtico, tendría que ser aprendida. Siguiendo con esta fantasía de redes neuronales, imaginemos el aspecto que tendría esta red en particular en el cerebro de un bebé. Vamos a suponer por un momento que los conjuntos de neuronas están presentes desde el nacimiento, mientras que en lugar de las conexiones individuales que muestra el diagrama entre una neurona de un conjunto y una neurona de otro, tenemos conexiones entre todas las neuronas de cada conjunto y todas las neuronas de los demás conjuntos. Esta descripción equivaldría al supuesto de que al nacer, el bebé «sabe» que puede haber sufijos de persona, número, tiempo y aspecto, así como posibles formas irregulares para todas esas combinaciones, sin conocer aún las combinaciones particulares de la lengua que ha de aprender. Aprender la lengua equivaldría a fortalecer las sinapsis representadas por flechas (tal y como aparecen en el diagrama) y abandonar las demás. Este proceso podría funcionar de la siguiente

manera. Supongamos que cada vez que el bebé oye una palabra que contiene un sufijo *s*, la correspondiente neurona de sufijo *s* situada en la esquina inferior derecha del diagrama se activa, y que cuando el bebé piensa en la segunda persona del singular del presente habitual (al hacerse una representación de una determinada situación), las cuatro neuronas que corresponden a esos rasgos, y que se hallan situadas en la columna de la izquierda del diagrama, también se activan. Si la activación se propaga tanto hacia delante como hacia atrás, y si cada sinapsis se fortalece cada vez que se activa al mismo tiempo que se activa su correspondiente neurona de salida, todas las neuronas que describan la trayectoria marcada por los rasgos «segunda persona», «singular», «presente» y «habitual», en un extremo, y «*s*», en el otro, resultarán fortalecidas. Si la experiencia se repite suficientes veces, la red neuronal parcialmente definida del neonato habrá quedado sintonizada con la red neuronal del adulto representada en el diagrama.

Vamos a afinar todavía más nuestro análisis. ¿Qué primitivo soldador puso en el cerebro los conjuntos de neuronas y las potenciales conexiones que hay entre ellas? Esta pregunta ha suscitado uno de los debates más polémicos de la neurociencia contemporánea, y hoy se empieza ya a vislumbrar cómo se produce el cableado básico del cerebro del embrión. Naturalmente, nada se sabe aún de las áreas del lenguaje en los humanos, pero sí de los globos oculares de la mosca de la fruta, del tálamo del hurón o del córtex visual de los gatos y los monos. Las neuronas destinadas a ocupar áreas corticales particulares surgen en zonas muy específicas situadas a lo largo de las paredes de los ventrículos, las cavidades llenas de líquido cefalorraquídeo que se encuentran en el interior de los hemisferios cerebrales. Estas neuronas van desplazándose progresivamente hacia el exterior, aproximándose al cráneo, hasta ocupar finalmente su lugar en el córtex, disponiéndose a lo largo de los tensos cables formados por las glías (unas células de soporte que, junto con las neuronas, forman la masa encefálica). Las conexiones entre neuronas situadas en diferentes regiones del córtex se establecen cuando la zona que ha de acogerlas libera ciertas sustancias químicas y los axones que crecen en todas direcciones desde otras áreas «olfatean» dichas sustancias y se proyectan hacia el lugar en que aumenta su concentración, como si fueran raíces de árboles en pos de zonas húmedas y fértiles del subsuelo. Los axones detectan también la presencia de ciertas moléculas ubicadas en la superficie de las glías que les sirven de soporte, lo que les permite orientarse de la misma manera que Hånsel y Gretel seguían un rastro de miguitas de pan. Una vez que los axones llegan a las proximidades de su destino, se pueden formar conexiones sinápticas más precisas gracias a que estos axones, y las neuronas hacia las que se proyectan, transportan en sus superficies ciertas moléculas que se acoplan entre sí como una llave con su cerradura, haciendo que las neuronas se fijen. No obstante, estas primeras conexiones son aún muy burdas, y es muy frecuente que las neuronas que intervienen en ellas manden sus axones en direcciones inapropiadas. Estas conexiones inapropiadas terminan por perderse, bien porque las neuronas receptoras

no aportan las sustancias químicas necesarias para su mantenimiento o bien porque las conexiones que se forman no son utilizadas una vez que el cerebro de embrión se pone en funcionamiento.

El lector que me haya seguido en este periplo mitológico neuronal está a punto de descubrir los misteriosos «genes de la gramática». Las moléculas que guían, conectan y preservan las neuronas son proteínas. Cada proteína viene especificada por un gen, y un gen es una secuencia de bases en la cadena de ADN (ácido desoxirribonucleico) de cada cromosoma. Cada gen es activado por «factores de transcripción» y otras moléculas reguladoras, artilugios que se adhieren a una secuencia de bases de una molécula de ADN y liberan otra secuencia próxima, lo que a su vez permite que el gen en cuestión sea transcrito a ARN (ácido ribonucleico) y transformado después en una proteína. Por lo general, estos factores reguladores son también proteínas, por lo que el proceso de formación de un organismo se puede entender como una compleja cascada de proteínas que fabrican ADN, algunas de las cuales interactúan con el ADN para fabricar más proteínas, y así sucesivamente. Diferencias muy pequeñas en la sincronización o en la cantidad de una determinada proteína pueden producir efectos de gran alcance en el organismo que se está formando.

Por consiguiente, es extremadamente raro que un único gen especifique una característica visible de un organismo. Lo más frecuente es que cada gen determine la liberación de una determinada proteína en momentos concretos del desarrollo, lo que supone tan sólo uno de los numerosos ingredientes de una receta extraordinariamente complicada. Cada gen por sí solo ejerce un efecto limitado en la configuración general del organismo, que se ve afectado por la acción conjunta de muchos otros genes. El cableado del cerebro, en particular, tiene una relación compleja con los genes responsables de la formación de este órgano. Una molécula que actúa en la superficie de una neurona puede intervenir no sólo en un único circuito, sino en muchos de ellos, cada uno guiado por una combinación específica de proteínas. Por ejemplo, si las proteínas X, Y y Z actúan sobre la superficie de una membrana neuronal, es posible que un axón se conecte a una superficie que presenta las proteínas X e Y, pero no la Z, y que otro se conecte a una superficie que tenga las proteínas Y y Z, pero no la X. Los especialistas en neurociencia estiman que en la formación del cerebro y del sistema nervioso intervienen unos treinta mil genes, es decir, la mayor parte del genoma humano.

Todo este proceso comienza con una sola célula, el óvulo fecundado. Esta célula contiene dos copias de cada cromosoma, uno de la madre y otro del padre. Cada cromosoma parental fue ensamblado originalmente en las gónadas de los progenitores acoplando al azar partes de los cromosomas de los padres de los progenitores.

Así llegamos a un punto en el que se puede definir lo que serían los genes de la gramática. Los genes de la gramática podrían definirse como secuencias de ADN que codifican proteínas, o desencadenan la transcripción de proteínas, en determinados

momentos y lugares del cerebro. Estas proteínas guían, fijan o atraen neuronas hacia aquéllos circuitos que, una vez producido el ajuste sináptico que tiene lugar con el aprendizaje, intervienen en la solución de problemas gramaticales, como por ejemplo el de seleccionar un afijo o una palabra.



¿Existen entonces los genes de la gramática, o se trata simplemente de una fantasía? ¿Ocurrirá alguna vez lo que Brian Duffy caricaturizaba en el siguiente chiste? Un cerdo puesto en pie le pregunta a un granjero: «¿Qué hay de cena? Ojalá no sea yo». El granjero le dice a la persona que le acompaña: «Mira, ese es el que recibió un trasplante de genes humanos».

No hay modo de verificar directamente la existencia de genes gramaticales en los seres humanos. Como ocurre con tantos otros fenómenos biológicos, los genes que se pueden identificar con más facilidad son aquéllos que correlacionan con alguna diferencia entre individuos, diferencias que a menudo se reflejan en patologías.

Se sabe con certeza que hay algo en el espermatozoides y en el óvulo que afecta a las capacidades lingüísticas del niño que nace de su unión. La tartamudez, la dislexia (una alteración de la lectura relacionada con la incapacidad de organizar mentalmente los fonemas en sílabas) y el trastorno específico del lenguaje (SLI) se dan en familias, aunque esto no demuestra que sean defectos genéticos (los apellidos y las fortunas también se dan en familias). Con todo, es probable que estas tres alteraciones tengan un origen genético. En ninguna de ellas se ha descubierto un agente ambiental que afecte negativamente a ciertos miembros de la familia dejando a salvo a los demás. Además, hay una mayor probabilidad de que estos síndromes afecten a los dos miembros de una pareja de gemelos idénticos (los llamados homocigóticos o univitelinos), que no sólo comparten el mismo ambiente, sino también el mismo ADN, que a dos gemelos fraternos (heterocigóticos o bivitelinos), que comparten el mismo ambiente pero sólo la mitad de su ADN. Por poner un caso, los gemelos idénticos de cuatro años de edad tienden a cometer errores de pronunciación en las mismas palabras con mayor frecuencia que los gemelos fraternos de la misma edad. Asimismo, si un niño padece un trastorno específico del lenguaje, la probabilidad de que su hermano gemelo idéntico también lo sufra es de un ochenta por ciento, cifra que se reduce hasta un treinta y cinco en el caso de los gemelos fraternos. En este sentido, sería interesante comprobar si los niños adoptados se asemejan a sus parientes biológicos, que comparten con ellos el mismo ADN y difieren en el ambiente. No tengo noticia de ningún estudio con niños adoptados en el que hayan examinado casos de SLI o de dislexia, aunque hay un estudio que puso de manifiesto que la medida de las capacidades lingüísticas en el primer año (que incluye pruebas de vocabulario, imitación vocal, combinaciones de palabras, balbuceo y comprensión de palabras) correlaciona con las capacidades generales cognitivas y de memoria de

la madre biológica y no de los padres adoptivos.

La familia K, que comprende tres generaciones de individuos afectados por el SLI, con problemas lingüísticos tanto de comprensión (por ejemplo, en la formación de plurales) como de producción (por ejemplo, en la conjugación de las formas auxiliares de los verbos); constituye uno de los casos más ilustrativos de que los déficits en habilidades gramaticales pueden ser hereditarios. La hipótesis de que puede haber un único gen autosómico dominante responsable del trastorno se basa en un razonamiento mendeliano. La sospecha de que nos hallamos ante un síndrome genético reside en la ausencia de factores ambientales que afecten exclusivamente a algunos miembros de la familia y respete a otros miembros de la misma edad (había un caso de gemelos fraternos en el que sólo uno de ellos padecía el síndrome) y en el hecho de que el síndrome llegó a afectar al cincuenta y cinco por ciento de los miembros de esta familia, mientras que su incidencia en la población normal apenas alcanza el tres por ciento, (Naturalmente, siempre cabe la posibilidad de que esta familia hubiera tenido mala suerte; al fin y al cabo, no fue seleccionada aleatoriamente entre la población, sino que llamó la atención de los genetistas *debido* a la elevada concentración del síndrome. Aun así, sería demasiada coincidencia). La creencia de que el problema se debe a un único gen obedece a que si hubiera varios genes implicados, contribuyendo cada uno parcialmente al déficit lingüístico, deberían observarse varios grados de discapacidad entre los miembros de la familia, en función del número de genes defectuosos que cada miembro hubiera heredado. Sin embargo, el síndrome se manifiesta íntegramente en todos los miembros que lo padecen: tanto los responsables de la escuela como la propia familia distinguen perfectamente quién tiene la alteración y quién no la tiene, y en casi todas las pruebas realizadas por Gopnik, los miembros afectados se aglutinan en el extremo más bajo de las puntuaciones de la escala y los no afectados se agrupan en el extremo más alto, sin que haya ningún solapamiento entre unos y otros. Por otra parte, la idea de que se trata de un gen autosómico (que no pertenece al cromosoma X) y dominante se desprende de que el síndrome afecta por igual a hombres y a mujeres, y en todos los casos la pareja de un progenitor afectado, fuera hombre o mujer, era normal. Si el gen fuera autosómico y recesivo, para heredar el síndrome sería necesario que los dos progenitores lo padecieran. Y si fuera recesivo y estuviera en el cromosoma X, sólo lo tendrían los varones, y las mujeres serían portadoras. Por último, si fuera dominante y estuviera en el cromosoma X, un padre afectado transmitiría el síndrome a todas sus hijas y a ninguno de sus hijos varones, ya que los hijos varones reciben su cromosoma X de la madre y las hijas reciben uno de cada progenitor. Sin embargo, se dio un caso de una mujer no afectada cuyo padre tenía el síndrome.

Al contrario de lo que afirmaban los columnistas Kilpatrick y Bombeck en las crónicas de Associated Press, en modo alguno se puede decir que haya un único gen responsable de todos los circuitos neuronales subyacentes a la gramática. Eso no significa, empero, que un solo componente defectuoso no pueda paralizar una

máquina extremadamente compleja, aun cuando se precisen muchas piezas para que la máquina funcione a pleno rendimiento. Por ello, es posible que la versión normal del gen no baste para construir los circuitos de la gramática. Tal vez la versión defectuosa fabrique una proteína que obstaculiza un proceso químico imprescindible para montar los circuitos del lenguaje. O quizá el gen defectuoso haga que un área cerebral adyacente a la del lenguaje se extienda e invada los territorios destinados a acoger las áreas del lenguaje.

Pero no por ello deja de tener interés este descubrimiento. La mayor parte de los miembros de la familia que sufrían alteraciones lingüísticas tenían una inteligencia normal, e incluso en otras familias se dan casos de individuos que tienen una inteligencia superior a la media; uno de los niños examinados por Gopnik estaba entre los alumnos más avanzados de su clase en matemáticas. Así pues, este síndrome pone de manifiesto que tiene que haber un patrón de sucesos genéticamente determinados en el desarrollo del cerebro (a saber, los sucesos que resultan alterados en este síndrome) que se especializan en tender los circuitos en los que descansan los procesos de cómputo lingüístico. Por ende, estos circuitos parecen estar diseñados para procesar la gramática del lenguaje, y no se limitan a la articulación de los sonidos del habla en el tracto vocal o a la percepción auditiva de estos sonidos. Pese a que los individuos afectados por el síndrome presentaban problemas articulatorios en su infancia y adquirieron el lenguaje tardíamente, en la mayoría de los casos los problemas de articulación fueron remitiendo mientras que los trastornos gramaticales perduraron. Como muestra de ello, la omisión de sufijos verbales o de plural tan típica de este síndrome no obedece a una incapacidad para percibir o pronunciar los correspondientes sonidos. En otras palabras, los mismos sonidos se procesan de diferente manera cuando forman parte integrante de una palabra y cuando se añaden a una palabra mediante una regla gramatical.

No menos interesante es el hecho de que esta alteración no borra por completo ninguna parte de la gramática ni tampoco afecta a todos sus elementos por igual. Aunque los sujetos que padecían el síndrome tenían problemas para modificar los tiempos verbales o para aplicar sufijos a las palabras en su lenguaje espontáneo, eran capaces de expresarse verbalmente. Sin embargo, su lenguaje era bastante menos preciso que el de sus parientes normales. Los déficits probabilísticos que presentaban se centraban sobre todo en la morfología de las palabras y en los rasgos sintácticos que dependen de ella, como por ejemplo, el tiempo, la persona y el número de las formas verbales. Otros aspectos de la gramática estaban mejor conservados. Así, por ejemplo, estos sujetos pueden detectar errores en la estructura sintagmática de las frases, como en *La chica guapa da* o *La niña come una galleta al niño*, y también pueden ejecutar órdenes verbales complejas. A tenor de lo comentado en los párrafos anteriores y sabiendo cómo funcionan los genes, lo que cabría esperar es precisamente esta falta de correspondencia exacta entre un gen y una determinada función.

En resumen, la evidencia de que disponemos viene a indicar que en efecto existen los genes de la gramática, entendiendo como tales unos genes cuyos efectos son exclusivos del desarrollo de circuitos neuronales que subyacen a componentes específicos de la gramática. La ubicación de estos supuestos genes en el cromosoma se desconoce por completo, lo mismo que sus efectos sobre la estructura del cerebro, aunque ya se están efectuando pruebas genéticas basadas en análisis de sangre a la familia que padece el síndrome. Por otra parte, el estudio de la topografía cerebral de otros pacientes con SLI, a partir de pruebas de resonancia magnética nuclear, parece indicar que las personas con este síndrome no presentan la asimetría típica de los cerebros normales en las áreas perisilvianas. Muchos investigadores de los trastornos del lenguaje, algunos animados por los hallazgos de Gopnik y otros más escépticos, han comenzado a someter a sus pacientes a pruebas muy minuciosas de capacidades gramaticales y están elaborando detalladas historias familiares, con el propósito de esclarecer la frecuencia con la que el trastorno específico del lenguaje se hereda y de averiguar cuáles son las variedades en las que puede presentarse esta alteración. Es de suponer que en los próximos años seremos testigos de algunos interesantes descubrimientos sobre la neurología y la genética del lenguaje.



En biología moderna resulta difícil discutir sobre los genes sin hacer referencia a la variación genética. Aparte de los gemelos idénticos, no hay dos personas, o para ser más exactos, no hay dos organismos que se reproduzcan sexualmente, que sean genéticamente idénticos. Si no fuera así, la evolución, tal y como la conocemos, no podría haber ocurrido. Entonces, si realmente hay unos genes del lenguaje, ¿por qué las personas normales no han de diferir unas de otras en sus capacidades lingüísticas innatas? ¿O acaso difieren? ¿Hasta qué punto estoy obligado a matizar todo lo que he venido diciendo acerca del lenguaje y su desarrollo por el hecho de que no haya dos personas con el mismo instinto lingüístico?

Es fácil dejarse llevar por el descubrimiento genético de que muchos de nuestros genes son tan distintivos como las huellas dactilares. Sin embargo, no es menos cierto que al abrir una página cualquiera de un manual de Genética esperamos encontrar una descripción de los órganos y sus partes que sea generalizable a cualquier ser humano normal. (Todos tenemos un corazón con dos aurículas y dos ventrículos, un hígado, etc.). El bioantropólogo John Tooby y la psicóloga cognitiva Leda Cosmides han resuelto esta aparente paradoja.

Tooby y Cosmides han señalado que las diferencias individuales se refieren a variaciones cuantitativas menores y no a diseños cualitativamente distintos. La razón de ello reside en el sexo. Supongamos que dos personas pudieran estar hechas con diseños radicalmente distintos, ya sean diseños físicos, como la estructura de los pulmones, o diseños necrológicos, como los circuitos que subyacen a un proceso

cognitivo cualquiera. Las máquinas complejas requieren muchos componentes acoplados con extrema precisión, lo que a su vez exige que haya muchos genes para formar estos componentes. Sin embargo, los cromosomas se recortan, escinden y combinan de forma aleatoria durante la formación de las células sexuales, y luego se emparejan con otras formas quiméricas durante la fertilización. Si dos personas tuviesen diseños diferentes, sus descendientes heredarían una mezcla de fragmentos del diseño genético de cada una de ellas, como si se cortaran con unas tijeras los planos de dos vehículos distintos y luego se pegaran las piezas al azar sin preocuparse de la procedencia de cada recorte. Si estos dos coches tuvieran diseños diferentes, como un Ferrari y un Jeep, el producto resultante no llegaría muy lejos, suponiendo que pudiera construirse un artefacto así. El pastiche sólo podría funcionar si los dos diseños originales fueran muy parecidos.

Por eso la variación de la que hablan los genéticos es una variación microscópica, esto es, se refiere a diferencias en la secuencia exacta de las moléculas de las proteínas, cuya forma y función generales son básicamente las mismas y qué la selección natural mantiene dentro de unos estrechos límites de variación. La variación obedece a un propósito: al recombinar los genes en cada nueva generación, los linajes de organismos pueden mantenerse a salvo de los parásitos transmisores de enfermedades que con gran rapidez evolucionan y se infiltran en el medio químico de sus organismos anfitriones. Sin embargo, por encima de esta escala microbiológica, en el nivel macroscópico de funcionamiento de los sistemas biológicos visible para el ojo del anatomista o del psicólogo, la variación de unos individuos a otros debe ser pequeña y cuantitativa. Gracias a la selección natural, todas las personas normales han de ser cualitativamente idénticas.

Sin embargo, esto no significa que las diferencias individuales sean irrelevantes. La variación genética nos hace caer en la cuenta de la complejidad y la estructuración que los genes confieren de ordinario a la mente humana. Si los genes se limitaran a suministrarnos unos pocos mecanismos generales de procesamiento de información, como por ejemplo una memoria a corto plazo y un detector de regularidades, algunas personas serían mejores que otras en su capacidad de retener cosas en la memoria o en el aprendizaje de contingencias, y no habría más que hablar. Pero si los genes estuvieran diseñados para fabricar una mente compuesta de piezas muy elaboradas para ejecutar tareas específicas, la especificidad genética que atesora cada individuo conduciría a un esquema de rasgos cognitivos innatos sin precedentes.

La cita que se reproduce a continuación, tomada de la revista *Science*, ilustra muy bien esta idea:

Cuando Oskar Stühr y Jack Yufe llegaron a Minnesota para participar en un estudio dirigido por el psicólogo Thomas J. Bouchard Jr. sobre gemelos idénticos criados por separado, ambos llevaban un chándal muy parecido, tenían bigote y usaban gafas de montura metálica. Estos dos gemelos idénticos, cuya edad

rondaba los cincuenta, habían sido separados al nacer y sólo se habían visto una vez hacía unos veinte años. Sin embargo, Oskar, educado en Alemania en una familia católica, y Jack, que había vivido con su padre judío en Trinidad, demostraron tener muchas características comunes en materia de gustos y de personalidad; ambos, por ejemplo, eran impulsivos y tenían un sentido del humor muy peculiar (a los dos les divertía asustar a la gente estornudando en los ascensores).

Y los dos acostumbraban a tirar de la cadena antes y después de ir al baño, llevaban gomas elásticas en la muñeca y mojaban tostadas con; mantequilla en el café.

Muchas personas se muestran escépticas ante anécdotas como estas.

Es posible que estas semejanzas sean una coincidencia más de las muchas que puede haber entre dos biografías cualesquiera que se examinen con suficiente detalle. Sin embargo, este no es el caso. Bouchard y los biólogos genéticos D. Lykken, M. McGue y A. Tellegen que trabajan con él no dejan de sorprenderle con las increíbles semejanzas de los gemelos idénticos separados al nacer que han estudiado, semejanzas que jamás se encuentran en gemelos fraternos criados por separado. Otra pareja de gemelos idénticos que se conocieron con motivo de este estudio descubrieron que ambos usaban pasta dentífrica Vademécum, loción de afeitado Canoe, tónico capilar Vitalis, y fumaban cigarrillos Lucky Strike. Tras su encuentro, los dos se enviaron idénticos regalos de cumpleaños que se cruzaron en el correo. Una pareja de gemelas idénticas solían llevar ambas siete anillos. Otros dos advirtieron con acierto que hacía falta cambiar un rodamiento del coche de Bouchard. La investigación cuantitativa ha corroborado todas estas anécdotas. No sólo se heredan en parte rasgos generales como el CI, la extraversión y el neuroticismo, sino también otros muy específicos como el sentimiento religioso, los intereses vocacionales y las opiniones sobre la pena de muerte, el desarme y la música por ordenador.

¿Es posible que haya un gen que nos haga, estornudar en los ascensores? Seguramente no, aunque tampoco tendría por qué haberlo. Los gemelos idénticos comparten todos los genes, no sólo uno o dos, de modo que puede haber cincuenta mil genes, relacionados con la tendencia a estornudar en los ascensores, y estos mismos cincuenta mil genes pueden ser responsables del gusto por llevar chándal, por usar el tónico capilar Vitalis, por llevar siete anillos y todo lo demás. La razón de ello es que la relación entre los genes y los rasgos psicológicos es doblemente indirecta. En primer lugar, con un gen no basta para formar un módulo del cerebro; el cerebro es como un pastel hecho de finas capas de caramelo en el que la contribución de cada gen es un ingrediente que produce un efecto complejo en las propiedades de muchos circuitos. En segundo lugar, cada rasgo de comportamiento no depende en exclusiva de un solo módulo del cerebro. La mayor parte de los rasgos que nos llaman la

atención resultan de la peculiar combinación de pequeños elementos de muchos módulos distintos. Pongamos una analogía. Para convertirse en una estrella del baloncesto hacen falta muchas cualidades físicas, como por ejemplo una buena estatura, unas manos grandes, una excelente puntería, una buena visión periférica, grandes cantidades de tejido muscular de movimiento rápido, capacidad pulmonar y unos tendones muy elásticos. Aunque todos estos rasgos son en buena medida genéticos, no es necesario que haya un gen del baloncesto. Aquellas personas que hicieron bingo en la máquina de genes juegan en la NBA, mientras que los muchos patosos que miden más de dos metros y los numerosos bajitos que son magníficos lanzadores se dedican a otros menesteres. Otro tanto podría decirse de cualquier otro rasgo de comportamiento interesante o no, como por ejemplo el de estornudar en los ascensores (que no es ni más ni menos extraño que la habilidad de colar una pelota por un agujero con los ojos vendados). Es posible que el gen destornudar en los ascensores provenga de una peculiar combinación de umbrales y conexiones neurales entre los módulos responsables del sentido del humor, las reacciones a los espacios cerrados, la sensibilidad a ciertos estados mentales de los demás como la ansiedad y el aburrimiento y el reflejo del estornudo.

Nadie se ha dedicado a estudiar las variaciones hereditarias en materia de lenguaje, aunque tengo alguna sospecha de cómo puede funcionar. En mi opinión, el diseño básico del lenguaje, desde la sintaxis de la X-con-barra hasta las reglas fonológicas y la estructura del vocabulario, es uniforme en toda nuestra especie. Sí no, ¿cómo podrían aprender a hablar los niños y entenderse los adultos? No obstante, la complejidad de los circuitos del lenguaje deja bastante margen para que las variaciones cuantitativas se combinen formando unos perfiles lingüísticos peculiares. Tal vez algún módulo pueda estar más o menos atrofiado o hipertrofiado, o quizá ciertas representaciones de sonidos, de significados o de la gramática que normalmente permanecen inconscientes se hagan más accesibles al resto del cerebro. Asimismo, cabe la posibilidad de que las conexiones entre los circuitos del lenguaje y la inteligencia o las emociones funcionen con mayor rapidez o lentitud.

En consecuencia, se puede plantear la hipótesis de que detrás de un gracioso, de un piquito de oro, de un poeta accidental, de un embaucador, de una lengua viperina, de un pelmazo, de un charlatán, de un Reverendo Spooner, de una Sra. Malaprop^[1], de un Alexander Haig, de la mujer (y su hijo adolescente) que sabían hablar hacia atrás y del típico estudiante que sostiene que la frase ¿A quién crees el rumor de que Juan vio? no suena mal, hay combinaciones idiosincrásicas de genes (detectables en Los gemelos idénticos criados por separado). Entre los años 1988 y 1992, mucha gente pensaba que el máximo mandatario de los Estados Unidos y su segundo de a bordo jugaban con una baraja lingüística incompleta. Veamos en qué se basaba semejante sospecha:

Estoy menos interesado en lo que la definición es. Se puede argumentar

técnicamente que si estamos o no en una recesión. Pero cuando se ve que hay tanta desidia y tan poco interés... al diablo con las definiciones.

Apoyo plenamente a Lawrence Welk, Lawrence Welk es un hombre maravilloso. Solía ser, o era, o... sea lo que sea ahora, Dios le bendiga.

—George Bush

Hawai ha jugado siempre un papel fundamental en el Pacífico. Está EN el Pacífico. Es una parte de los Estados Unidos que es una isla y que está justo allí.

[En un discurso pronunciado en el United Negro College Fund, cuyo «slogan» es «No hay cosa más grave que echar a perder una mente»]: Debe ser una cosa terrible tener una mente enferma, o no tener mente. Qué gran verdad.

—Dan Quayle

Y quién sabe qué irrepetible amalgama de genes es responsable de genialidades lingüísticas como las que se transcriben a continuación:

Si la gente no quiere ir al estadio, no habrá nada que les detenga.

Se puede observar mucho con sólo mirar.

Ya nadie va por allí porque ese sitio está siempre atestado de gente.

No terminaré hasta que no haya acabado.

Se hace tarde muy temprano en esta época del año.

—El Oso Yogi

Lolita, luz de mi vida, fuego de mis lomos. Mí pecado, mi alma. Lo-ü-ta: la punta de la lengua da dos volteretas por el paladar y a la de tres chasquea contra los dientes. Lo. Li. Ta,

—Vladimir Nabokov

He soñado que un día esta nación se alzaré y vivirá el verdadero sentido de su credo: «Mantenemos como verdad indiscutible que todos los hombres fueron creados iguales».

He soñado que algún día, sobre las rojas colinas de Georgia, los hijos de los antiguos esclavos y los hijos de los antiguos señores se sentarán juntos en la mesa de la hermandad.

He soñado que un día, incluso el estado de Mississippi, un estado sofocado por la injusticia y la opresión, será transformado en un oasis de justicia y libertad.

He soñado que mis cuatro pequeños vivirán un día en una nación en la que no se les juzgará por el color de su piel, sino por su carácter.

—Martin Luther King, *Jr.*,

Esta excelente fábrica, la tierra, me parece un promontorio estéril; ese dosel magnífico de los cielos, ese hermoso firmamento que veis colgado sobre vosotros, esa majestuosa techumbre llovida de doradas luces, a fe, no otra cosa me parece que una vil y pestífera multitud de vapores. ¡Qué obra maestra es el hombre! ¡Cuán noble su razón! ¡Qué infinitas sus facultades! ¡Qué expresivo y admirable en su forma y sus movimientos! ¡Qué semejante a un ángel en sus acciones! Y en su espíritu, ¡cuán semejante a un dios! El es lo más hermoso de la tierra, el más perfecto de todos los animales. Y, sin embargo, ¿a mí, qué esta quinta esencia de polvo?

—William Shakespeare
[Hamlet, acto II, escena II]