

La conquista social de la Tierra

¿De dónde venimos? ¿Qué somos?
¿Adónde vamos?

EDWARD O. WILSON

Traducción de
Joandomènec Ros

DEBATE

Título original: *The Social Conquest of Earth*

Primera edición: octubre de 2012

© 2012, Edward O. Wilson

© 2012, de la presente edición en castellano para todo el mundo:
Random House Mondadori, S. A.

Travessera de Gràcia, 47-49, 08021 Barcelona

© 2012, Joandomènec Ros i Aragones, por la traducción

Quedan prohibidos, dentro de los límites establecidos en la ley y bajo los apercibimientos legalmente previstos, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, ya sea electrónico o mecánico, el tratamiento informático, el alquiler o cualquier otra forma de cesión de la obra sin la autorización previa y por escrito de los titulares del *copyright*. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, <http://www.cedro.org>) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Printed in Spain – Impreso en España

ISBN: 978-84-9992-151-8

Depósito legal: B-20.862-2012

Compuesto en Fotocomposición 2000, S. A.

Impreso en L'impergraf

Poi. Ind. Can Salvatella

C/Mogoda, 29-31

08210 Barberà del Vallès

Encuadernado en Ègèda

C.921518

Los dos caminos a la conquista

Los seres humanos crean culturas mediante lenguajes maleables. Inventamos símbolos que se pretende que sean entendidos entre nosotros, y a partir de ahí generamos redes de comunicación muchos órdenes de magnitud mayores que las de cualquier animal. Hemos conquistado la biosfera y la hemos convertido en un erial como no ha hecho ninguna otra especie en la historia de la vida. Somos únicos en lo que hemos efectuado.

Pero no somos únicos en nuestras emociones. En ellas se podrá encontrar, como en nuestra anatomía y nuestras expresiones faciales, lo que Darwin denominó el sello indeleble de nuestro origen animal. Somos una quimera evolutiva, y vivimos a base de una inteligencia regida por las demandas del instinto animal. Esta es la razón por la que estamos dismantelando estúpidamente la biosfera y, con ella, nuestras propias perspectivas de una existencia permanente.

La humanidad es un logro magnífico pero frágil. Nuestra especie todavía es más impresionante si tenemos en cuenta que somos la culminación de una epopeya evolutiva que se desarrolló continuamente con gran peligro. La mayor parte del tiempo, nuestras poblaciones ancestrales fueron muy reducidas, de un tamaño que en el decurso de la historia de los mamíferos conllevaba una alta probabilidad de extinción temprana. Todas las partidas prehumanas tomadas en su conjunto constituían una población de, como máximo, unas pocas decenas de miles de individuos. Muy temprano, los antepasados prehumanos se escindieron en dos o más de golpe. Durante ese período, la vida media de una especie de mamífero era de solo me-

dio millón de años. De conformidad con dicho principio, la mayoría de los linajes colaterales prehumanos desaparecieron. El destinado a dar origen a la humanidad moderna vació al borde de la extinción al menos una vez, y posiblemente muchas veces, a lo largo del último medio millón de años. La epopeya podría haber terminado fácilmente en cualquiera de dichas constricciones, y desaparecer para siempre en un abrir y cerrar de ojos geológico. Podría haber ocurrido durante una fuerte sequía en la época y el lugar equivocados, o debido a una enfermedad extraña que se hubiera extendido por la población a partir de animales de las inmediaciones, o por la presión ejercida por otros primates más competitivos. Después, lo que hubiera seguido habría sido... nada. La evolución de la biosfera hubiera continuado, sin producir nunca de nuevo aquello en lo nos habíamos convertido.

Los insectos sociales, que en la actualidad dominan el ambiente de los invertebrados terrestres, hicieron su aparición evolutiva, en su mayor parte, hace más de 100 millones de años. Las estimaciones que han hecho los especialistas sitúan el origen de los termes a mediados del Triásico, es decir, hace 220 millones de años; el de las hormigas hace unos 150 millones de años, del Jurásico Tardío al Cretácico Temprano; y el de los abejorros y las abejas melíferas en el Cretácico Tardío, hace aproximadamente 70-80 millones de años. Con posterioridad, y durante el resto de la era Mesozoica, la diversidad de las especies en estas distintas líneas evolutivas aumentó en consonancia con el auge y la extensión de las plantas con flores. Aun así, hormigas y termes solo adquirieron su espectacular dominancia actual entre los invertebrados terrestres después de habitar el planeta durante un largo período de tiempo. Su potencial total se consiguió gradualmente, a base de nuevas innovaciones, y alcanzó sus niveles actuales hace entre 65 y 50 millones de años.

A medida que los enjambres de hormigas y termes se extendían por todo el mundo, otros muchos invertebrados terrestres evolucionaron con ellos y, como resultado, no solo sobrevivieron, sino que prosperaron. Plantas y animales desarrollaron mediante evolución

defensas contra sus depredaciones. Muchos se especializaron para depender de hormigas, termes y abejas como alimento. Estos depredadores comprendían incluso plantas jarro, atrapamoscas y otras plantas capaces de atrapar y digerir gran número de dichos invertebrados para complementar los nutrientes que obtenían del suelo. Un amplio abanico de especies de plantas y animales formó simbiosis íntimas con los insectos sociales, a los que aceptaron como socios. Un porcentaje elevado llegó a depender totalmente de ellos para su supervivencia, en sus diversos papeles de presas, simbiontes, carroñeros, polinizadores o removedores del suelo.

En su conjunto, el ritmo de la evolución de hormigas y termes fue lo bastante lento para resultar equilibrado por la contraevolución en el resto de la vida. Como resultado, estos insectos no pudieron despazar al resto de la biosfera terrestre por la fuerza de su número, pero se convirtieron en elementos vitales de ella. Los ecosistemas que en la actualidad dominan no solo son sostenibles, sino que dependen de ellos.

En marcado contraste, los seres humanos de la única especie *Homo sapiens* aparecieron en los últimos cientos de miles de años y solo empezaron a expandirse por el planeta en los últimos sesenta mil años. No hemos tenido tiempo para coevolucionar con el resto de la biosfera. Las demás especies no estaban preparadas para la embestida. Esta insuficiencia tuvo pronto consecuencias calamitosas para el resto de la vida.

Al principio hubo un proceso, benigno desde el punto de vista ambiental, de formación de especies en las poblaciones de nuestros antepasados inmediatos, repartidos por todo el Viejo Mundo. La mayoría de estas especies acabaron por extinguirse y, por lo tanto, en callejones genéticos sin salida: ramitas del árbol de la vida que dejaron de crecer. Un zoólogo nos diría que no hubo nada insólito en este patrón geográfico. En el archipiélago de las islas Menores de la Sonda, al este de Java, vivían los extraños y diminutos «hobbits»,*

* Nombre tomado de los personajes fantásticos de J. R. R. Tolkien. (*N del T*)

Homo floresiensis. Poseían un cerebro no mucho mayor que el de los chimpancés, pero desarrollaron utensilios líticos. Aparte de eso, conocemos muy poco de su vida. En Europa y el Levante se encontraban los neandertales, *Homo neanderthalensis*, una especie hermana de la nuestra, *Homo sapiens*. Omnívoros como nuestros antepasados, los neandertales poseían una estructura ósea voluminosa y un cerebro mayor incluso que el de los *Homo sapiens* modernos. Utilizaban utensilios de piedra toscos pero sin embargo especializados. La mayoría de sus poblaciones se adaptaron a los duros climas de la «stepa del mamut», las sabanas frías que bordeaban el glaciar continental. Con el tiempo podían haber evolucionado hasta una forma humana moderna propia, pero se redujeron hasta la extinción sin efectuar ningún otro avance. Finalmente, completando el bestiario humano en Asia septentrional y conocida solo, mientras escribo esto, a partir de unos pocos fragmentos óseos, había otra especie, los «denisovanos», que las pruebas indican que era vicariante de los neandertales que ocupaban la tierra al este.

Ninguna de estas especies de *Homo* (y seamos generosos y llamémoslas las otras especies humanas) ha sobrevivido hasta la actualidad. Si alguna lo hubiera hecho, sería alucinante pensar en las cuestiones morales y religiosas que se hubieran planteado en la época moderna. ¿Derechos civiles para los neandertales? ¿Educación especial para los hobbits? ¿Salvación y cielo para todos? Aunque no tenemos pruebas directas, poca duda cabe acerca de la causa de la extinción de los neandertales, que, a juzgar por los restos encontrados en Gibraltar, no fue más tarde de hace treinta mil años. Por uno u otro medio, mediante competencia por la comida o el espacio, o por matanza directa, o por ambas cosas, nuestros antepasados fueron los futuros exterminadores de esta especie y de cualquier otra que surgiera durante la radiación adaptativa de *Homo*. Aisladas en África mientras los neandertales vivían todavía, había razas arcaicas de *Homo sapiens*, cuyos descendientes estaban destinados a expandirse explosivamente fuera del continente. Poblaron el Viejo Mundo directamente hasta Australia y al final se abrieron camino más allá, hasta el Nuevo Mundo y los distantes archipiélagos de Oceanía. En el proceso,

todas las demás especies humanas que encontraron se vieron desbordadas y suprimidas.

Hace solo diez mil años llegó la invención de la agricultura, que se produjo al menos ocho veces de manera independiente, tanto en el Viejo Mundo como en el Nuevo. Su adopción aumentó de forma espectacular los recursos alimentarios y, con ellos, la densidad de la población sobre la tierra. Este avance decisivo desencadenó un crecimiento demográfico exponencial y la conversión de la mayor parte del ambiente natural en ecosistemas drásticamente simplificados. Allí donde los humanos saturaban las tierras salvajes, la biodiversidad retornaba a la escasez de su período más temprano, quinientos millores de años antes. El resto del mundo vivo no podía coevolucionar lo bastante deprisa para contrarrestar la embestida violenta de un conquistador espectacular que parecía llegar de ninguna parte, y empezó a desmoronarse por la presión.

Incluso por la definición estrictamente técnica que se aplica a los animales, *Homo sapiens* es lo que los biólogos denominan «uso-cial», es decir, que está constituido por miembros de grupos que contienen múltiples generaciones y que están dispuestos a realizar actos altruistas como parte de su división del trabajo. En este aspecto, son técnicamente comparables a hormigas, termitas y otros insectos eusociales. Pero permítaseme añadir a continuación que existen diferencias importantes entre los humanos y los insectos incluso dejando de lado nuestra posesión única de cultura, lenguaje e inteligencia elevada. La más fundamental de ellas es que todos los miembros normales de las sociedades humanas son capaces de reproducirse y que la mayoría compiten entre sí para hacerlo. Asimismo, los grupos humanos están formados por alianzas muy flexibles, no solo entre miembros de la familia, sino entre familias, géneros, clases y tribus. Los lazos se basan en la cooperación entre individuos o grupos que se conocen unos a otros y que son capaces de distribuir propiedad y nivel social sobre una base personal.

La necesidad de una evaluación precisa por parte de los miembros de la alianza significaba que los antepasados prehumanos tuvieron que conseguir la eusocialidad de una forma radicalmente dife-

rente a la de los insectos regidos por los instintos. La ruta hacia la eusocialidad se trazó mediante un combate entre la selección basada en el éxito relativo de los individuos dentro de los grupos y el éxito relativo entre grupos. Las estrategias de este juego se escribieron como una mezcla complicada de altruismo, cooperación, competencia, dominación, reciprocidad, defeción y engaño, todos estrechamente calibrados.

Para jugar el juego a la manera humana era necesario que las poblaciones en evolución adquirieran un grado de inteligencia aún mayor. Tenían que sentir empatía hacia otros, para medir las emociones tanto de los amigos como de los enemigos, para juzgar las intenciones de todos ellos, y para planear una estrategia para las interacciones sociales personales. Como resultado, el cerebro humano no se hizo de manera simultánea muy inteligente e intensamente social. Tenía que construir con rapidez situaciones mentales hipotéticas de relaciones personales, tanto a corto como a largo plazo. Sus recuerdos tenían que viajar a gran distancia en el pasado para recuperar situaciones hipotéticas pretéritas, y a gran distancia en el futuro para imaginar las consecuencias de cada relación. La amigdal y otros centros que controlan las emociones en el cerebro y en el sistema nervioso autónomo gobernaban los planes de acción alternativos.

Así nació la condición humana, egoísta en un momento, abnegada en otro, con los dos impulsos a menudo en conflicto. ¿Cómo alcanzó *Homo sapiens* este lugar único en su viaje a través del gran laberinto evolutivo? La respuesta es que nuestro destino estuvo pre-determinado por dos propiedades biológicas de nuestros lejanos antepasados: gran tamaño y movilidad limitada.

En la era Mesozoica, los primeros mamíferos eran minúsculos comparados con los grandes dinosaurios que tenían alrededor. Pero entonces eran, como hoy en día siguen siendo, enormes en comparación con los insectos y con otros animales, en su mayoría invertidos. Después de la desaparición de los dinosaurios, y mientras la Era de los Reptiles daba paso a la Era de los Mamíferos, los mamíferos proliferaron en miles de especies y ocuparon una amplia gama de

nichos,* desde murciélagos en persecución aérea de insectos voladores hasta ballenas gigantes que comen plancton mientras recorren las azules aguas de polo a polo. El murciélago más pequeño tiene el tamaño de un abejorro, y el torcual azul, que alcanza los 24 metros de longitud y pesa hasta 120 toneladas, es el mayor animal de cualquier especie de las que han vivido en la Tierra.

Durante la radiación adaptativa de las especies de mamíferos en tierra, unas pocas superaron los diez kilogramos de peso, entre ellas los ciervos y otros animales herbívoros, junto con los grandes felinos y otros carnívoros que hacían presa en ellos. Es probable que el número de especies en todo el mundo en un momento determinado fuera de entre cinco mil y diez mil. Entre ellas aparecieron los primeros del Viejo Mundo y, después, en el período Eoceno Tardío, hace aproximadamente 35 millones de años, los catarinos más primitivos, entre ellos las especies que dieron origen a los monos del Viejo Mundo, a los simios y a los humanos actuales. Hace aproximadamente 30 millones de años, los antepasados de los monos del Viejo Mundo divergieron en su evolución de los de los simios y humanos modernos. Algunas de las especies de estos últimos que proliferaron se especializaron en el consumo de plantas; otras en el de carne obtenida mediante la caza o el carroñeo. Unas pocas comían una mezcla de ambas cosas. De una de las ramas de la radiación humana surgió el linaje prehumano temprano.

Por más razones que solo el tamaño, los prehumanos eran un tipo de candidato radicalmente nuevo para la eusocialidad. Los insectos, a partir de su origen en la primera vegetación sobre tierra durante el Devónico Temprano, hace 400 millones de años, hasta la actualidad, han estado encerrados en una armadura de caballero de exoesqueleto quitinoso. Al final de cada intervalo de crecimiento, han de crear una nueva armadura, más cara, y mudar la vieja que se encuentra sobre ella. Mientras que los músculos de los mamíferos y

* El nicho ecológico es una amalgama de la función que realizan los organismos y del espacio ecológico que ocupan. (N. del T.)

de otros vertebrados se encuentran en el exterior de los huesos, y tiran de la superficie externa de estos, los músculos de los insectos se hallan encerrados por su esqueleto quitinoso y han de tirar desde el interior. Por esta razón los insectos no pueden crecer hasta los tamaños que alcanzan los mamíferos. Los mayores insectos del mundo son los escarabajos goliath, africanos, con un tamaño como el de un puño humano, y los wetas, insectos parecidos a grillos de un tamaño casi igual, que evolucionaron para ocupar en Nueva Zelanda el papel ecológico de los ratones en ausencia de especies nativas en este archipiélago remoto.

De ahí se sigue que aunque las especies eusociales pueden disminuir el mundo de los insectos en número de individuos, tenían que basarse en un cerebro pequeño y el mero instinto para su conquista. Además, y fundamentalmente, eran demasiado pequeños para encender fuego y controlarlo. Con independencia de cuántos coneos hubieran transcurrido, nunca hubieran conseguido la eusocialidad a la manera humana.

Mientras se abrían paso a lo largo del serpenteante camino hacia la eusocialidad, los insectos tenían sin embargo una ventaja: poseían alas y podían viajar a través de la tierra mucho más lejos que los mamíferos. La diferencia se vuelve evidente cuando se ajusta a la escala. Una cuadrilla humana que se dispone a iniciar una nueva colonia puede viajar cómodamente diez kilómetros en un día para emigrar de un lugar de campamento a otro. Una reina de hormiga de fuego acabada de inseminar, para tomar un ejemplo típico de entre los miles de especies de hormigas, puede volar aproximadamente la misma distancia en unas pocas horas para iniciar una nueva colonia. Cuando se posa en tierra, rompe y desprende sus alas, que están corrompidas de tejido muerto (como el pelo y las uñas de los humanos). Después excava en el suelo un pequeño nido, en cuyo interior crea una puesta de obreras hijas a partir de las reservas de grasa y músculo de su propio cuerpo. Un ser humano es unas doscientas veces más largo que una reina de hormiga de fuego. De modo que un vuelo de diez kilómetros para una hormiga es el equivalente para un humano de

una caminata entre Boston y Washington, D.C.* Incluso un vuelo de medio minuto que cubra cien metros realizado por una hormiga alada desde su nido de nacimiento a un lugar de nidificación propio, es equivalente a medio maratón para un humano en tierra.

La magnitud del vuelo de un insecto tiene como resultado una dispersión mucho mayor de hormigas reinas individuales cada generación, en relación con el tamaño. Lo mismo tuvo que haber ocurrido con las avispas solitarias que fueron los antepasados de las hormigas, así como con los antepasados protoblatídeos de los termites.

La diferencia entre los antepasados de las hormigas voladoras, en los que cada progenitor de la siguiente generación se marchaba por su cuenta, y los mamíferos de andar pausado antepasados de los humanos, que se veían obligados a permanecer cerca de otros, puede hacer que a primera vista parezca que el origen de un comportamiento social avanzado sea menos probable que evolucione en los insectos. Pero ocurre lo contrario. En un ambiente en cambio constante, la hormiga voladora tiene más probabilidades que el mamífero errante de encontrar un espacio desocupado cuando se posa en tierra. Además, el territorio que necesita para sobrevivir es mucho más pequeño que el de un mamífero, y es menos probable que se superponga con territorios ya establecidos de individuos de la misma especie.

El insecto social en potencia tiene otra ventaja: la hembra colonizadora no necesita ningún macho en su viaje. Una vez que ha sido inseminada durante su vuelo nupcial, lleva el semen que ha recibido en un saquito de almacenaje (la espermateca) dentro de su abdomen. Puede desembolsar un espermatozoide cada vez para fecundar sus huevos, creando cientos o miles de obreras en un período de varios años. Las hormigas cortadoras de hojas tienen el récord: una reina puede dar origen a 150 millones de hijas obreras a lo largo de su vida, que es de alrededor de una docena de años. En cualquier momento dado, hay de tres a cinco millones de estos esbirros vivos, una

* Dicha distancia es de unos 700 kilómetros. (N. del T.)

población que por su tamaño se sitúa entre las poblaciones humanas de Letonia y Noruega.

Los mamíferos, en especial los carnívoros, tienen territorios mucho más grandes que defender cuando se instalan para construir un nido. Sea a donde sea que viajen, es probable que encuentren rivales. Las hembras no pueden almacenar espermatozoides en su cuerpo. Han de encontrar un macho y aparearse para cada parto. Si las oportunidades y las presiones del ambiente hacen que sea beneficioso constituir grupos sociales, ello debe hacerse mediante lazos y alianzas personales basados en la inteligencia y la memoria.

Para resumir hasta este punto lo referente a los dos conquistadores sociales de la Tierra, la fisiología y el ciclo de vida en los antepasados de los insectos sociales y en los de los humanos diferían fundamentalmente en las rutas evolutivas seguidas hasta la formación de sociedades avanzadas. La reina de los insectos podía producir descendientes robots guiados por el instinto; los prehumanos tenían que basarse en los vínculos y la cooperación entre individuos. Los insectos pudieron evolucionar hasta la eusocialidad mediante la selección individual en la estirpe de la reina, de generación en generación; los prehumanos evolucionaron hasta la eusocialidad mediante la interacción de la selección al nivel del individuo y la selección al nivel del grupo.

5

Atravesando el laberinto evolutivo

Como todos los grandes problemas en ciencia, el origen evolutivo de la humanidad se presentó primero como una maraña de entidades y procesos, en parte vistos y en parte imaginados. Algunos de esos elementos se dieron muy atrás en el tiempo geológico, y puede que nunca los comprendamos con seguridad. No obstante, he ensamblado aquellas partes de la epopeya en la que creo que los investigadores están de acuerdo, y he rellenado el resto con opinión informada. La secuencia, que se presenta a grandes rasgos, es el consenso que considero correcto, o al menos el más consistente con las pruebas actuales.

En resumen, ahora parece posible plantear una explicación razonablemente buena de por qué la condición humana es una singularidad, por qué tuvo lugar una sola vez y por qué tardó tanto en producirse. La razón es, simplemente, la extrema improbabilidad de las preadaptaciones necesarias para que ocurriera. Cada uno de estos pasos evolutivos ha sido una adaptación completa por derecho propio. Cada uno ha necesitado una secuencia particular de una o más preadaptaciones que tuvieron lugar previamente. *Homo sapiens* es la única especie de mamífero grande (y, por ello, lo bastante grande para desarrollar un cerebro de tamaño humano) que realizó todos los giros exitosos necesarios en el laberinto evolutivo.

La primera preadaptación fue la existencia en tierra. El progreso en la tecnología más allá de piedras desconchadas y venablos de madera necesita fuego. No hay delfín ni pulpo, con independencia de lo inteligentes que sean, que pueda inventar nunca un fuelle ni una

forja. Ninguno podrá desarrollar nunca una cultura que construya un microscopio, deduzca la química oxidativa de la fotosíntesis o fotografíe las lunas de Saturno.

La segunda preadaptación fue un tamaño corporal grande, de una magnitud que en la historia de la Tierra solo han alcanzado un porcentaje minúsculo de animales terrestres. Si en la madurez un animal pesa menos de un kilogramo, el tamaño de su cerebro estará gravemente limitado para un razonamiento avanzado y para la cultura. Incluso en tierra, su cuerpo será incapaz de hacer fuego y de controlarlo. Esta es una de las razones por las que las hormigas cortadoras de hojas, aunque constituyen la especie más compleja aparte de los humanos, y aunque practican la agricultura en ciudades con aire acondicionado que han diseñado por propio instinto, no han hecho ningún otro avance significativo durante los veinte millones de años de su existencia.

La otra preadaptación de la lista fue el origen de manos capaces de agarrar, terminadas en dedos espatulados y blandos que evolucionaron para sostener y manipular objetos independientes. Este es el rasgo de los primates que los distingue de todos los demás mamíferos terrestres. Garras y colmillos, la panoplia de armamento ordinaria de las especies, están mal adaptados para el desarrollo de tecnología. (Escritores de ciencia ficción en la que se plantea la invasión de la Tierra, acordados por favor de dotar a todos vuestros extraterrestres con manos blandas y capaces, o bien con tentáculos o cualesquiera otros apéndices carnosos y regordetes.)

Para utilizar tales manos y dedos de manera eficiente, las especies candidatas en el camino a la eusocialidad tenían que liberarlos de la locomoción con el fin de manipular objetos de manera fácil y diestra. Esto lo lograron temprano los primeros prehomínidos cuando, ya en época muy pretérita, nuestro supuesto ancestro antiguo, *Ardipithecus*, descendió de los árboles, se irguió y empezó a andar completamente sobre las patas posteriores. Los humanos modernos son genios cuando se trata de manipular cosas con las manos y los dedos. Nos guía un desarrollo extremo del sentido cinestésico invertido en esta habilidad. Las capacidades integrativas del cerebro para

las sensaciones que se producen al manipular objetos se extienden a todos los demás ámbitos de la inteligencia.

El paso subsiguiente (el siguiente giro correcto en el laberinto evolutivo) fue un cambio en la dieta en la que se pasó a incluir una cantidad sustancial de carne, ya procediera del carroñeo de cadáveres, ya de animales vivos que se cazaban y se mataban, o de ambos. La carne produce mayor cantidad de energía por gramo ingerido que la vegetación. Una vez que el carnivorismo es modelado evolutivamente en un nicho, se necesita menos energía para ocuparlo.

Las ventajas de la cooperación en la recolección de carne condujeron a la formación de grupos muy organizados. Las sociedades primitivas consistían en familias extendidas, pero tenían también adoptados y aliados. Se expandieron en número todo lo que el ambiente local pudiera sostener. Una población expandida era una ventaja en los conflictos que surgían de manera inevitable entre los diferentes grupos. Este paso y las ventajas que resultaban del mismo se ven no solo en los humanos actuales (entre ellos tanto los cazadores-recolectores como los urbanitas), sino también, en grado limitado, en los chimpancés.

Hace alrededor de un millón de años siguió el uso controlado del fuego, un logro único de los homínidos. Tizones procedentes de caídas del rayo y transportados a otros lugares confirieron enormes ventajas en todos los aspectos de la existencia de nuestros antepasados. Este control mejoró la obtención de carne, al permitir levantar y atrapar a más animales. Un fuego terrozo que se expande era el equivalente de una jauría moderna de perros cazadores. Asimismo, los animales muertos por el fuego solían quedar asados por él. E incluso en los primeros días de los *Homo carnívoros*, la ventaja de obtener y consumir más fácilmente carne, tendones y huesos tuvo consecuencias importantes. En la evolución posterior, la masticación y la fisiología de la digestión evolucionaron para su especialización en carne y plantas cocinadas. La cocción se convirtió en un rasgo humano universal. Al comparar comidas cocinadas se estableció un medio universal de vínculo social.

El fuego transportado de un lugar a otro era un recurso, como la carne, la fruta y las armas. Los troncos de árboles y los manojos de

ramitas pueden arder en rescoldo durante horas. Con la carne, el fuego y la cocción, los lugares de campamento que duraban unos pocos días cada vez, y que de esta manera persistían lo bastante para ser guardados como refugio, marcaron el siguiente paso vital. Un nido de este tipo, como asimismo se le puede denominar, ha sido el precursor del logro de la eusocialidad por todos los demás animales conocidos. Existen pruebas de lugares de campamento fósiles y sus petrechos que se remontan hasta *Homo erectus*, la especie ancestral intermedia en tamaño cerebral entre *Homo habilis* y el *Homo sapiens* moderno.

A la par que los lugares de campamento junto al fuego llegó la división del trabajo. Era algo con resorte: ya existía una predisposición previa en el seno de los grupos a autoorganizarse mediante jerarquías de dominancia. Además, ya existían diferencias tempranas entre machos y hembras y entre jóvenes y viejos. Más aún: en el seno de cada subgrupo existían variaciones en la capacidad de liderazgo, así como en la propensión a permanecer en el lugar de campamento. El resultado inevitable que surgió rápidamente de todas estas preadaptaciones fue una compleja división del trabajo.

En la época de *Homo erectus*, todos los pasos que condujeron a esta especie a la eusocialidad, salvo el uso controlado del fuego, los habían seguido asimismo los chimpancés modernos y los bonobos. Gracias a nuestras preadaptaciones únicas, estábamos a punto de dejar muy atrás a estos primos lejanos. Ahora el escenario ya estaba preparado para que los primates africanos poseedores del cráneo de mayor tamaño realizaran el salto verdaderamente definitivo hasta su potencial último.

Las fuerzas creativas

Si unos científicos extraterrestres hubieran aterrizado en la Tierra hace tres millones de años, les habrían asombrado las abejas melíferas, los termites constructores de termiteros y las hormigas cortadoras de hojas, cuyas colonias eran en aquella época los superorganismos supremos del mundo de los insectos y, por un amplio margen, los sistemas sociales más complejos y más exitosos del planeta desde el punto de vista ecológico.

Los visitantes habrían estudiado asimismo a los australopitecos africanos, unas raras especies de primates bípedos con un cerebro del tamaño del de los simios. No había mucho potencial aquí o en cualesquiera otros de los animales vertebrados, habrían supuesto los visitantes. Después de todo, animales de ese tamaño habían caminado sobre la Tierra durante los últimos 300 millones de años, y no había ocurrido prácticamente nada. Los insectos eusociales parecían lo mejor de que era capaz este planeta.

Imaginemos además que, con su misión cumplida, los extraterrestres se hubieran marchado. La biosfera de la Tierra se había estabilizado, hasta donde podían ver, y en su libro de bitácora registrarían: «Nada nuevo de particular importancia es probable que ocurra en los megaaños (miles de milenios)* venideros. Los insectos eusociales han sido la cúspide de la evolución social durante unos 100 megaaños y dominan el mundo de los invertebrados terrestres, y es probable que esto continúe durante otros 100 megaaños».

* Millones de años (*N. del T.*)

Sin embargo, durante su ausencia ocurrió algo verdaderamente extraordinario. El cerebro de uno de los australopitecos empezó a crecer rápidamente. En el momento de la visita de los extraterrestres medía 500-700 centímetros cúbicos. Dos millones de años más tarde, había aumentado hasta 1.000 centímetros cúbicos. Durante los 1,8 millones de años siguientes, se disparó hasta 1.500-1.700 centímetros cúbicos, el doble que el de los australopitecos ancestrales. Había llegado *Homo sapiens*, y su conquista social de la Tierra era inminente.

Si los descendientes de aquellos extraterrestres hicieran una visita de regreso a la Tierra en la actualidad, después de haber pasado los tres millones de años de intervalo en sistemas estelares más interesantes, seguramente les sorprendería la situación en la Tierra. Había ocurrido lo que era casi imposible. Una de las especies de primates bípedos que habían encontrado antes no solo había sobrevivido, sino que había desarrollado una civilización basada en el lenguaje. E igual de sorprendente que preocupante a la vez, la especie de primate estaba destruyendo su propia biosfera.

Aunque disminuya por su biomasa (la totalidad de sus más de siete mil millones de miembros podrían ser apilados como troncos en un cubo de dos kilómetros de lado), la nueva especie se había convertido en una fuerza geofísica. Había domoñado las energías del Sol y de los combustibles fósiles, desviado una gran parte del agua dulce para su propio uso, acidificado el océano y cambiado la atmósfera hasta un estado potencialmente letal. «Es un trabajo de ingeniería terriblemente chapucero —podrían decir los visitantes—. Tendríamos que haber venido antes y haber impedido que ocurriera esta tragedia.»

El origen de la humanidad moderna fue un golpe de suerte: bueno para nuestra especie durante un tiempo, malo para el resto de la vida para siempre. Todas las preadaptaciones que he citado como pasos evolutivos en el camino hacia el carácter humano tenían, si se daban en la secuencia adecuada, el potencial para llevar a una especie de animales grandes al borde de la eusocialidad. Cada una de las preadaptaciones ha sido citada por uno u otro autor científico como el

acontecimiento clave que catapultó a los primeros homínidos a la condición humana actual. Casi todas las conjeturas son parcialmente correctas. Pero ninguna tiene sentido excepto como parte de una secuencia, una de las muchas secuencias que eran posibles.

Así pues, ¿mediante qué *fuerza* de dinámica evolutiva se abrió camino nuestro linaje a través del laberinto evolutivo? ¿Qué fue lo que en el ambiente y en la circunstancia ancestral condujo exactamente a la especie a través de la secuencia adecuada de cambios genéticos?

Los que son muy religiosos dirán, desde luego, que la mano de Dios. Esto hubiera sido un logro muy improbable incluso para un poder sobrenatural. Con el fin de producir la condición humana, un Creador divino tendría que haber espolvoreado un número astronómico de mutaciones genéticas en el genoma y al mismo tiempo gestionar los ambientes físico y vivo a lo largo de millones de años para mantener a los prehumanos arcaicos en el buen camino. Podría haber hecho la misma tarea con una serie de generadores de números aleatorios. La selección natural, y no el diseño, fue la fuerza que enhebró esta aguja.

Durante casi medio siglo, ha gozado de popularidad entre los científicos serios que buscan una explicación naturalista para el origen de la humanidad, yo entre ellos, invocar la selección de parentesco como una fuerza dinámica clave de la evolución humana. Superficialmente, al menos, la selección de parentesco, concebida como productora de una propiedad a nivel de grupo denominada eficacia biológica inclusiva, ha sido un concepto atractivo, incluso seductor, según el cual los padres, los hijos y sus primos y otros parientes laterales están unidos por la coordinación y unidad de propósito que los actos altruistas de unos hacia otros hacen posible. El altruismo beneficia realmente a cada miembro del grupo en promedio porque cada altruista comparte genes por la herencia común con la mayoría de los demás miembros del grupo. Debido a este compartir con los parientes, su sacrificio aumenta la abundancia relativa de dichos genes en la siguiente generación. Si el aumento es mayor que el número medio que se pierde al reducir el número de genes que se trans-

miten a los descendientes personales, entonces el altruismo es favorecido y puede aparecer una sociedad por evolución. Los individuos se dividen en castas reproductoras y no reproductoras como una manifestación en parte del comportamiento de sacrificio propio en beneficio de los parientes.

Lamentablemente para esta hipótesis, los fundamentos de la teoría general de la eficacia biológica inclusiva basados en los supuestos de la selección de parentesco se han desmoronado, mientras que las pruebas en su favor han sido, en el mejor de los casos, equívocas. En cualquier caso, la bonita teoría nunca funcionó bien, y ahora se ha venido abajo.

Una nueva teoría de evolución eusocial, surgida en parte como consecuencia de mi colaboración con los biólogos teóricos Martin Nowak y Corina Tarnita, y en parte del trabajo de otros investigadores, proporciona explicaciones separadas para el origen de los insectos sociales por un lado, y para el origen de las sociedades humanas por el otro. En el caso de las hormigas y de otros invertebrados eusociales, se interpreta que el proceso no es de selección de parentesco ni de selección de grupo, sino de selección al nivel del individuo, de reina (en el caso de las hormigas y de otros insectos himenópteros) a reina, siendo la casta de obreras una extensión del fenotipo de la reina. La evolución puede avanzar de esta manera porque en los primeros estadios de la evolución colonial la reina viaja lejos de su colonia natal y crea por sí misma a los miembros de la colonia. La creación de nuevos grupos por los humanos, en la época actual y en todo el tiempo desde la prehistoria, ha sido fundamentalmente diferente (al menos en mi interpretación personal y en la de algunos otros científicos, cuando se basa en la biología comparada). Su dinámica evolutiva está impulsada a la vez por la selección individual y por la selección de grupo. Este proceso a múltiples niveles ya fue anticipado por Darwin en *El origen del hombre*:

Ahora bien, si algún hombre de una tribu, más sagaz que los demás, inventó un nuevo cepo o una nueva arma, u otro medio de ataque o defensa, el interés propio más claro, sin la asistencia de demasia-

da capacidad de razonamiento, habría movido a los otros miembros a imitarlo, y de esta forma todos saldrían beneficiados. La práctica habitual de cada nuevo arte debe también, en algún grado reducido, reforzar el intelecto. Si el nuevo invento fuera importante, la tribu aumentaría en número de individuos, se expandiría y sustituiría a otras tribus. En una tribu que por este procedimiento se hiciera más numerosa, siempre habría una mayor probabilidad de nacimiento de otros miembros superiores e inventivos. Si estos hombres dejaran hijos que heredaran su superioridad mental, la probabilidad de nacimiento de miembros todavía más ingeniosos sería algo mejor, y en una tribu muy pequeña decididamente mejor. Incluso si no dejaran descendencia, la tribu incluiría todavía a sus parientes consanguíneos. Y los agrónomos han establecido que, conservando y criando los animales de la familia de un animal que, al sacrificarlo, resultó ser valioso, se obtiene el carácter deseado.

La selección multinivel, a niveles múltiples, consiste en la interacción entre fuerzas de selección que actúan sobre rasgos de miembros individuales y otras fuerzas de selección que actúan sobre rasgos del grupo como un todo. Se pretende que la nueva teoría sustituya a la teoría tradicional basada en el parentesco genealógico u otra medida comparable de parentesco genético. También la ha presentado Martin Nowak como una alternativa a la selección multinivel en el caso de los insectos sociales. En esta aproximación, es posible reducir la totalidad del proceso selectivo a su efecto sobre el genoma de cada miembro de la colonia y de sus descendientes directos. El resultado se consigue sin referencia al grado de parentesco de cada colonia, de un miembro a otros miembros, como no sea entre progenitor e hijos.

Si se aceptan como guías las pruebas arqueológicas y el comportamiento de los cazadores-recolectores modernos, los precursores de *Homo sapiens* formaban grupos bien organizados que competían entre sí por el territorio y otros recursos escasos. En general, cabe esperar que la competencia entre grupos afecte a la eficacia genética de cada miembro (es decir, la proporción de descendientes personales que aporta al número de futuros miembros del grupo), ya sea que esta aumente, ya que disminuya. Una persona puede morir o resultar

incapacitada, y perder su eficacia genética individual, durante, por ejemplo, una guerra o bajo el gobierno de una dictadura brutal. Si suponemos que los grupos son aproximadamente iguales entre sí en lo que se refiere a armamento y otras tecnologías, que ha sido el caso durante la mayor parte del tiempo entre las sociedades primitivas a lo largo de cientos de miles de años, podemos esperar que el resultado de la competencia entre grupos esté determinada en gran parte a su vez por los detalles del comportamiento social en el seno de cada grupo. Estos rasgos son el tamaño y el grado de unión del grupo, y la calidad de la comunicación y la división del trabajo entre sus miembros. Tales rasgos son heredables en cierto grado; en otras palabras, la variación en ellos se debe en parte a diferencias en los genes entre los miembros del grupo, y por consiguiente también entre los propios grupos. La eficacia genética de cada miembro, el número de descendientes reproductores que deja, está determinada por el coste contraído y el beneficio obtenido por su pertenencia al grupo. Estos incluyen el favor o la desaprobación que consigue de los otros miembros del grupo sobre la base de su comportamiento. La moneda del favor se paga mediante reciprocidad directa y reciprocidad indirecta, esta última en forma de reputación y confianza. Lo bien que se desempeñe un grupo dependerá de lo bien que sus miembros trabajen juntos, con independencia del grado en que cada uno se ve favorecido o desfavorecido dentro del grupo.

Por lo tanto, la eficacia genética de un ser humano tiene que ser una consecuencia a la vez de la selección individual y de la selección de grupo. Pero esto solo es cierto con referencia a los objetivos de la selección. Sean los objetivos rasgos del individuo que operan en su propio interés, o rasgos interactivos entre los miembros del grupo en interés del grupo, la unidad última afectada es todo el código genético del individuo. Si el beneficio de pertenecer al grupo cae por debajo del de la vida solitaria, la evolución favorecerá que el individuo se aparte del grupo o que engañe. Si esto se lleva lo bastante lejos, la sociedad se disolverá. Si el beneficio personal por pertenecer al grupo aumenta lo suficiente o, alternativamente, si líderes egoístas pueden forzar a la colonia para que sirva a sus intereses personales,

los miembros propenderán al altruismo y la conformidad. Puesto que todos los miembros normales tienen al menos la capacidad de reproducirse, existe un conflicto intrínseco e irremediable en las sociedades humanas entre la selección natural al nivel del individuo y la selección natural al nivel del grupo.

Los alelos (las diversas formas de cada gen) que favorecen la supervivencia y la reproducción de miembros individuales del grupo a expensas de otros, siempre están en conflicto con alelos del mismo gen y alelos de otros genes que favorecen el altruismo y la cohesión a la hora de determinar la supervivencia y la reproducción de los individuos. El egoísmo, la cobardía y la competencia poco ética aumentan el interés de alelos seleccionados individualmente, al tiempo que reducen la proporción de alelos altruistas y seleccionados por el grupo. Estas propensiones destructivas se ven contrarrestadas por alelos que predisponen a los individuos a un comportamiento heroico y altruista por el bien de los miembros del mismo grupo. Los rasgos seleccionados a nivel del grupo adoptan propiamente el grado más violento de resolución durante los conflictos entre grupos rivales.

Por lo tanto, era inevitable que el código genético que prescribe el comportamiento social de los humanos modernos sea una quimera. Una parte prescribe rasgos que favorecen el éxito de los individuos dentro del grupo. La otra parte prescribe los rasgos que favorecen el éxito del grupo en la competencia con otros grupos.

La selección natural al nivel individual, con estrategias que evolucionan para producir el número máximo de descendientes maduros, ha dominado a lo largo de la historia de la vida. Modela peculiarmente la fisiología y el comportamiento de los organismos para favorecer una existencia solitaria, o todo lo más la pertenencia a grupos organizados de manera laxa. El origen de la eusocialidad, en la que los organismos se comportan de la manera opuesta, ha sido raro en la historia de la vida debido a que la selección de grupo ha de ser excepcionalmente potente para relajar el agarre de la selección individual. Solo entonces puede modificar el efecto conservador de la selección individual e introducir un comportamiento muy

cooperativo en la fisiología y el comportamiento de los miembros del grupo.

Los antepasados de las hormigas y de otros insectos himenópteros eusociales (hormigas, abejas, avispas) se enfrentaron al mismo problema que los de los humanos. Lo burlaron desarrollando por evolución una plasticidad extrema de determinados genes, programados de manera que las obreras altruistas posean los mismos genes para la fisiología y la conducta que la reina madre, aunque difieren drásticamente de la reina y entre sí en lo que respecta a estos rasgos. La selección ha permanecido al nivel del individuo, de reina a reina. Pero la selección en las sociedades de insectos continúa al nivel del grupo, con una colonia que se opone a otra. Esta aparente paradoja se resuelve fácilmente. En la mayoría de las formas de comportamiento social, por lo que se refiere a la selección natural, la colonia es operativamente solo la reina y su extensión fenotípica en forma de ayudantes que funcionan como robots. Al mismo tiempo, la selección de grupo promueve la diversidad genética entre las obreras en otras partes del genoma para ayudar a proteger a la colonia de las enfermedades. Dicha diversidad la proporciona el macho con el que se aparea cada reina. En este sentido, el genotipo de un individuo es una quimera genética. Contiene genes que no varían entre los miembros de la colonia, con castas que son formas plásticas creadas a partir de los mismos genes, y genes que sí que varían entre los miembros de la colonia como un escudo contra las enfermedades.

En los mamíferos, una treta de este tipo no era posible, porque su ciclo biológico es fundamentalmente diferente del de los insectos. En la fase reproductiva clave del ciclo biológico de un mamífero, la hembra se halla anclada en el territorio de su origen. No puede separarse del grupo en el que nació, a menos que se vaya directamente a un grupo vecino, un acontecimiento común, pero muy controlado, tanto en los animales como en los humanos. En contraste, la hembra de insecto puede ser fecundada, y después transportar los espermatozoides, como un macho portátil, en su espermateca a grandes distancias. Puede iniciar nuevas colonias por sí sola, lejos del nido de su nacimiento.

LA CONQUISTA SOCIAL DE LA TIERRA

En los mamíferos y otros vertebrados, el dominio de la selección de grupo sobre la selección individual no solo ha sido raro; nunca ha sido completo, y es probable que nunca lo sea. Los aspectos fundamentales del ciclo biológico y de la estructura poblacional de los mamíferos lo impiden. En el teatro de la evolución social de los mamíferos no puede crearse un sistema social como el de los insectos.

Las consecuencias previsibles de este proceso evolutivo en los humanos son las siguientes:

- Entre grupos tiene lugar una competencia intensa, que en muchas circunstancias incluye agresión territorial.
- La composición del grupo es inestable, debido a la ventaja de aumentar el tamaño del grupo como resultado de la inmigración, el proselitismo ideológico y la conquista, frente a las oportunidades de conseguir ventajas mediante la usurpación dentro del grupo y la fisión para crear nuevos grupos.
- Existe una guerra inevitable y perpetua entre el honor, la virtud y el deber, productos de la selección de grupo, por un lado, y el egoísmo, la cobardía y la hipocresía, productos de la selección individual, por el otro.
- El perfeccionamiento de captar rápidamente y de manera experta la intención de los demás ha sido fundamental en la evolución del comportamiento social humano.
- Gran parte de la cultura, incluido en especial el contenido de las artes creativas, ha surgido del choque inevitable entre la selección individual y la selección de grupo.

En resumen, la condición humana es un tumulto endémico que surge de los procesos evolutivos que nos crearon. Lo peor de nuestra naturaleza coexiste con lo mejor, y así será siempre. Suprimirlo, si tal cosa fuera posible, nos haría menos que humanos.

El tribalismo es un rasgo humano fundamental

Formar grupos, obtener un bienestar y orgullo viscerales del compañerismo familiar, y defender de manera entusiasta al grupo frente a grupos rivales: estos son algunos de los valores universales absolutos de la naturaleza humana y, por tanto, de la cultura.

Sin embargo, una vez que un grupo se ha establecido con un propósito definido, sus fronteras son maleables. Por lo general, las familias se incluyen como subgrupos, aunque con frecuencia se hallan divididas por la lealtad a otros grupos. Lo mismo ocurre con los aliados, reclutas, conversos, miembros honorarios y traidores de grupos rivales que se han pasado al otro lado. A cada miembro de un grupo se le da identidad y se le confieren ciertos derechos. Y, al revés, cualquier prestigio y riquezas que pueda adquirir proporciona identidad y poder a sus compañeros.

Los grupos modernos son psicológicamente equivalentes a las tribus de la historia antigua y la prehistoria. Como tales, dichos grupos descienden directamente de las cuadrillas de prehumanos primitivos. El instinto que los mantiene unidos es el producto biológico de la selección de grupo.

Las personas han de tener una tribu. Les confiere un nombre además del propio y significado social en un mundo caótico. Hace que el ambiente sea menos desorientador y peligroso. El mundo social de cada humano moderno no es una única tribu, sino más bien un sistema de tribus entrelazadas, entre las que suele ser difícil distinguir una única brújula. La gente aprecia la compañía de amigos que tengan una manera de pensar parecida, y anhelan estar en uno

de los mejores grupos (un regimiento de marines de combate, quizá, una facultad de élite, el comité ejecutivo de una compañía, una secta religiosa, una hermandad estudiantil, un club de jardinería), cualquier colectividad que pueda compararse favorablemente con otros grupos que compitan en la misma categoría.

Hoy en día, personas de todo el mundo, cada vez más cautelosas con respecto a la guerra y temerosas de sus consecuencias, se dedican cada vez más a su equivalente moral en los equipos deportivos. Su ansia de pertenencia a un grupo y de superioridad de su grupo puede satisfacerse con la victoria de sus guerreros en encuentros en campos de batalla ritualizados. Al igual que los ciudadanos alegres y bien vestidos de Washington, D.C., que fueron a contemplar la primera batalla de Bull Run durante la Guerra Civil, consideran con anticipación y fruición el acontecimiento. Los hinchas se exaltan al ver los uniformes, símbolos y petrechos de batalla del equipo, las copas de campeonatos y estandartes que se exhiben, las doncellas semidesnudas que bailan y que muy apropiadamente se denominan animadoras. Algunos de los hinchas llevan vestidos extraños y pinturas faciales en homenaje a su equipo. Después de las victorias asisten a galas triunfales. Muchos, en especial los que son de la edad de los guerreros y de las jóvenes, pierden toda cohibición y se unen al espíritu de la batalla y a la júbilosa confusión que se produce después. Cuando los Celtics de Boston derrotaron a los Lakers de Los Ángeles en el campeonato de la NBA, en una noche de junio de 1984, el equipo estaba extático, y el mantra era «¡Supremos Celts!». El psicólogo social Roger Brown, que presenció los hechos, comentaba: «No eran solo los jugadores los que se sentían supremos, sino toda la hinchada. Había éxtasis en el North End. Los hinchas saltan del Garden y de los bares de las inmediaciones ejecutando prácticamente *break dance* en el aire, con las tagarrinas encendidas, los brazos levantados, gritando a voces. Aplastaron el capó de un coche, unas treinta personas se amontonaron encima júbilosamente, y el conductor (un hinchach) sonreía feliz. Una caravana improvisada de coches a marcha lenta y con el claxon sonando circuló por todo el vecindario. No me parecía que estos hinchas mostraran solo simpatía o empatía por su

equipo. Personalmente estaban como locos. Aquella noche, la autoestima de cada hincha era enorme; una identidad social hizo muchísimo para numerosas identidades personales».

Brown añadía después un punto importante: «La identificación con un equipo deportivo tiene en sí misma algo de la arbitrariedad de los grupos mínimos. Para ser un hincha del Celtic uno no necesita haber nacido en Boston, ni siquiera vivir allí, y lo mismo cabe decir de la pertenencia al equipo. Como individuos, o con los miembros sobresalientes de otros grupos, tanto los hinchas como los miembros del grupo pueden ser muy hostiles. Sin embargo, mientras la pertenencia a los Celtics fuera dominante, todos actuaban al unísono».

Experimentos realizados a lo largo de muchos años por los psicólogos sociales han revelado de qué manera celer y decisiva la gente se divide en grupos, y cómo luego discriminan a favor del grupo al que pertenecen. Aun cuando los experimentadores crearon dichos grupos de forma arbitraria, y después los etiquetaron de modo que los miembros pudieran identificarse, y aunque las interacciones prescritas eran triviales, pronto se establecieron los prejuicios. Ya fuera que los grupos jugaran por dinero o que se identificaran a nivel del grupo como prefiriendo un pintor abstracto a otro, los participantes siempre clasificaban al grupo externo por debajo del grupo interno. Juzgaban que sus «oponentes» eran menos agradables, menos justos, menos fiables, menos competentes. Los prejuicios aparecían incluso cuando a los sujetos se les comunicaba que los miembros del propio grupo y los del otro grupo habían sido elegidos arbitrariamente. En una de estas series de pruebas, se les pidió a los sujetos que dividieran pilas de fichas entre miembros anónimos de los dos grupos, y se obtuvo la misma respuesta. De forma consistente, se mostró un fuerte favoritismo para los que se identificaban simplemente como pertenecientes al grupo, aunque no hubiera otro incentivo ni hubiera existido ningún contacto previo.

Por su poder y universalidad, la tendencia a formar grupos y después a favorecer a los miembros del grupo tiene el distintivo del instinto. Se podría aducir que el prejuicio a favor de los miembros

del grupo está condicionado por un adiestramiento temprano a afiliarse con los miembros de la familia y por el incentivo para jugar con los niños del vecindario. Pero incluso si esta experiencia desempeña su papel, sería un ejemplo de lo que los psicólogos denominan aprendizaje preparado, la propensión innata a aprender algo de manera célere y decisiva. Si la propensión hacia el sesgo a favor del propio grupo tiene todos estos criterios, es probable que sea hereditaria y, si es así, puede suponerse razonablemente que ha surgido mediante evolución por selección natural. Otros ejemplos convincentes de aprendizaje preparado en el repertorio humano incluyen el lenguaje, la evitación del incesto y la adquisición de fobias.

Si el comportamiento grupista es realmente un instinto expresado por aprendizaje preparado heredado, cabe esperar que encontremos señales del mismo incluso en niños muy pequeños. Y este fenómeno lo han descubierto exactamente psicólogos cognitivos. Los infantes recién nacidos son más sensibles a los primeros sonidos que oyen, a la cara de su madre y a los sonidos de su lenguaje nativo. Tiempo después miran preferentemente a personas que antes hablaban en su lenguaje nativo y que ellos pudieron oír. Los niños en edad preescolar tienden a seleccionar como amigos a hablantes en su lengua nativa. Las preferencias empiezan antes de la comprensión del significado del habla y se muestran incluso cuando se comprende perfectamente el habla con acentos diferentes.

El impulso elemental para formar grupo y obtener gran placer por la pertenencia al grupo se traduce fácilmente a un nivel superior en tribalismo. Las personas propenden al etnocentrismo. Es un hecho incómodo que, incluso cuando se les ofrece una elección sin remordimientos, los individuos prefieren la compañía de otros de la misma raza, nación, clan y religión. Confían más en ellos, se relajan mejor con ellos en los acontecimientos comerciales y sociales, y los prefieren con más frecuencia como pareja con la que casarse. Son más rápidos a la hora de indignarse ante la evidencia de que alguien de fuera del grupo se comporta injustamente o recibe recompensas inmerecidas. Y se comportan de manera hostil ante cualquier miembro de otro grupo que se introduzca en el territorio de su grupo o

utilice sus recursos. En la literatura y la historia abundan ejemplos de lo que ocurre en casos extremos, como el siguiente pasaje de Jueces 12:5-6, del Antiguo Testamento:

Los galaditas se apoderaron de los vados del Jordán, enfrente de Efraím; y cuando llegaba alguno de los fugitivos de Efraím, diciendo «Déjame pasar», le preguntaban: «¿Eres efraimita?». Respondía: «No». Entonces ellos le decían: «A ver, di: *sibboleth*, y él decía *sibboleth*, pues no podían pronunciar así. Entonces los de Galad le apesaban y le degollaban junto a los vados del Jordán. Cayeron en aquella circunciancia cuarenta y dos mil hombres de Efraím.*

Cuando en experimentos, a americanos blancos y negros se les proyectaban imágenes de personas de la otra raza, su amígdala, el centro cerebral del miedo y la cólera, se activaba tan rápida y sutilmente que los centros conscientes del cerebro no se daban cuenta de la respuesta. El sujeto, efectivamente, no podía evitarlo. En cambio, cuando se añadían contextos adecuados (por ejemplo, cuando el negro que se acercaba era un médico y el blanco su paciente), otros dos lugares del cerebro integrados con los centros de aprendizaje superior, la corteza cingulada y la corteza dorsolateral preferente, se activaban y silenciaban la entrada procedente de la amígdala.

Así, diferentes partes del cerebro han evolucionado mediante selección de grupo para crear la propensión a formar grupos. Medían la propensión innata a rebajar la categoría de los miembros de otros grupos, o bien, por el contrario, a reprimir sus efectos autónomos inmediatos. No hay culpa, o muy poca, en el placer que se experimenta contemplando acontecimientos deportivos violentos y filmes de guerra, siempre que la amígdala domine la acción y la historia termine con una destrucción satisfactoria del enemigo.

* Según la versión de la Sagrada Biblia de E. Nacar y A. Colunga (Madrid, BAC, 1966), que se ha seguido también para las demás citas bíblicas del texto. (N. del T.)

La explosión creativa

Poseedoras de un cerebro grande capaz de una conquista global, poblaciones de *Homo sapiens* salieron del continente africano y se extendieron en una oleada inexorable, que avanzaba generación tras generación, por todo el Viejo Mundo. De manera casi imperceptible al principio, pero acelerando el paso aquí y allí, crearon formas de cultura cada vez más complejas. Después, de repente según criterios geológicos, llegó el mayor de todos los avances. En diversas localidades en el alba del Neolítico, los cazadores-recolectores inventaron la agricultura y formaron aldeas, acompañadas de cacicazgos y cacicazgos mayores, y finalmente estados e imperios. La evolución cultural durante esta época fue autocatalítica (empleando un término procedente de la química): cada avance hacía que otros avances fueran más probables. En los primeros siglos de la historia documentada, las innovaciones se extendían rápidamente a un lado y otro de los continentes, tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo. Sin embargo, fue en el corazón del supercontinente euroasiático donde culminó el proceso que iba a cambiar el mundo.

Los antropólogos han ofrecido tres hipótesis para explicar la explosión creativa de la cultura. La primera es que una mutación genética, importante y transformadora, apareció en la población africana de *Homo sapiens* aproximadamente en la época de la salida hacia Eurasia. Esta idea viene respaldada por la existencia de nuestra especie hermana, *Homo neanderthalensis*, durante cien mil años en Europa y el Levante, hasta su desaparición hace solo treinta milenios, sin que se registrara ningún progreso importante en su tecnología lítica pri-

mitiva. Los neandertales no inventaron arte visual ni ornamentación personal algunos. Sorprendentemente, a lo largo de esa historia estática, poseían un cerebro mayor que el de *H. sapiens*, y tenían el reto de un ambiente muy extenso y en constante cambio. A juzgar por su anatomía y su ADN, es probable que pudieran hablar y, si así era, es muy probable que poseyeran lenguajes complejos. Cuidaban de sus heridos, con independencia de la edad, lo que probablemente era necesario para la supervivencia del clan, puesto que casi todos los adultos padecían fracturas óseas debido a que basaban su alimentación en la caza de piezas grandes. Pero durante miles de generaciones no ocurrió nada reseñable en la cultura de los neandertales. En cambio, en el *Homo sapiens* surgido de África ocurrió algo de una enorme importancia.

Sin embargo, parece improbable que fuera responsable de ello una única mutación que cambiara la mente. Una hipótesis más realista es que la explosión creativa no fue un único acontecimiento genético, sino la culminación de un proceso gradual que empezó en una forma arcaica de *Homo sapiens* hace 160.000 años. Esta idea viene respaldada por descubrimientos recientes del uso de pigmentos de esta antigüedad, así como de adornos personales y de dibujos abstractos raspados sobre hueso y con ocre que datan de hace entre 100.000 y 70.000 años.

La tercera hipótesis que han propuesto los antropólogos es que la innovación cultural y su adopción sufrieron altibajos con los graves cambios de clima que tuvieron lugar en el mismo período, cuyos efectos fueron terribles en el tamaño y el crecimiento de las poblaciones humanas. Algunas innovaciones desaparecieron para ser reinventadas con posterioridad, mientras que otras prendieron y se mantuvieron hasta el período de la salida de África. Esta idea está respaldada por el registro arqueológico más antiguo que sugiere que artefactos africanos, entre ellos cuentas de conchas, utensilios de hueso, grabados abstractos y la forma mejorada de puntas de proyectiles de piedra, fueron seguidos por su aparente desaparición generalizada durante un largo período de deterioro climático especialmente intenso hace entre 70.000 y 60.000 años. La discontinuidad fue

seguida a su vez por su reaparición hace unos 60.000 años, aproximadamente por la época de la salida. Se cree que durante el período de empeoramiento climático las poblaciones se redujeron y se hicieron más dispersas, se desbarataron las redes sociales y se perdieron diversas prácticas culturales. Cuando el clima mejoró, y las poblaciones volvieron a aumentar y a expandirse, las innovaciones se reinventaron y otras se añadieron a ellas a tiempo de ser transportadas fuera de África durante la colonización global. Al igual que ocurre en la cultura moderna (aunque por razones diferentes), las innovaciones aparecieron y desaparecieron, y unas pocas se afianzaron y se extendieron.

En realidad, las tres hipótesis no son mutuamente excluyentes. Todas pueden enmarcarse en un único escenario. La evolución genética tenía ciertamente lugar durante todo el período de tiempo transcurrido desde la salida hasta la expansión de la población por el Viejo Mundo. Según un estudio, la tasa de origen de nuevas mutaciones genéticas era relativamente baja y uniforme hasta hace unos 50.000 años, y después aumentó hasta un máximo hace aproximadamente 10.000 años, al comienzo de la revolución del Neolítico. Durante el mismo período, el aumento de la población humana también se aceleró. Como consecuencia, tuvieron lugar más mutaciones genéticas y, además, por el propio aumento en el número de personas, se consiguieron más innovaciones culturales.

Cuando los genetistas compararon los genomas (códigos genéticos completos) de chimpancés y humanos modernos como patrón, dedujeron que alrededor del 10 por ciento de los cambios en los aminoácidos desde la divergencia de las dos especies desde un tronco común hace seis millones de años ha sido adaptativo; en otras palabras, ha sido guiado por la selección natural que favoreció su supervivencia a lo largo de generaciones. Otros estudios han confirmado que durante la salida y la expansión la evolución siguió su curso. En su conjunto, el tamaño corporal se redujo un poco, mientras que el tamaño cerebral y los dientes se hacían proporcionalmente más pequeños. Otros rasgos evolucionaron en las poblaciones destacadas en Europa y Asia, y posteriormente en América.

Cabe esperar que ocurriera una pauta de este tipo. Se dispuso de abundante variación dentro de las poblaciones y entre ellas, y sobre dicha variación pudo actuar la selección natural. También surgieron diferencias debido al muestreo aleatorio durante los avances de las poblaciones, lo que provocó una «deriva genética» independiente de la adaptación. (Para visualizar la deriva genética, que es un producto del azar, imagine el lector el lanzamiento de una moneda, y la repetición del lanzamiento si sale cara o bien la eliminación de la moneda si sale cruz. Esencialmente, este proceso determina la suerte de un gen mutado, a menos que sea favorable o desfavorable para el organismo que lo porta.) La causa más probable de esta deriva genética fue el efecto fundador, debido a diferencias aleatorias entre cuadrillas pertenecientes a la misma comunidad durante la expansión de las poblaciones. Cuando un primer grupo partió en una dirección durante su emigración y un segundo grupo se mantuvo en el lugar, o bien viajó en otra dirección, cada uno llevaba su conjunto colectivo y distinto de genes, puesto que cada uno era solo una fracción del total que existía en la población madre. Como resultado, el color de la piel, la altura, el porcentaje de tipos sanguíneos y otros rasgos hereditarios no vitales cambiaron ligeramente en una u otra dirección en distancias tan cortas como unos pocos cientos de kilómetros.

Las mutaciones son cambios aleatorios en el ADN. Pueden ocurrir por un único cambio en una única letra (es decir, en un par de bases, de AT a GC, o al revés), por multiplicación de una letra ya existente (por ejemplo, de AT a ATATAT) o por desplazamiento de las letras a nuevos lugares en el mismo cromosoma o en un cromosoma diferente. Cada gen está constituido por miles de tales letras, las cuales son también muy variables en número. Por ejemplo, en el cromosoma humano 19 hay 23 genes por millón de pares de bases, pero en el cromosoma 13 hay solo 5 genes por millón de pares de bases.

Cuando ocurrió inevitablemente la andanada de nuevas mutaciones después de la salida de África debido al enorme aumento general del tamaño de la población, los humanos atravesaron dos

fases de evolución. En el primer período, todas las mutaciones eran a niveles muy bajos, puesto que en todas las condiciones surgen típicamente a tasas de menos de una por cada diez mil individuos, y en el rango más bajo, hasta del orden de una en miles de millones. Mientras todavía se encuentran a estos niveles mínimos «mutacionales», la mayoría de los cambios desaparecen, ya sea porque reducen la eficacia biológica de los individuos que las portan o por mero azar (deriva genética), o por alguna combinación de los dos. Sin embargo, si el nuevo gen mutante alcanza una frecuencia de alrededor del 30 por ciento, es probable que aumente todavía más. Finalmente, durante la segunda fase de la evolución, la forma mutante del gen (alelo mutante) puede sustituir por completo a la forma antigua, en competencia, del mismo gen (alelo más antiguo). Otra posibilidad es que la combinación de los dos alelos en la misma persona (que entonces se dice que es un heterocigoto para aquel gen) funcione mejor que cualquiera de los dos alelos en doble dosis (homocigotos). En tal caso, la frecuencia del mutante llegará al equilibrio con el gen antiguo antes de que uno u otro alcancen la fijación completa. El ejemplo de manual es la anemia falciforme, cuyo gen se presenta en áreas de malaria desde África a la India. Dos genes de anemia falciforme producen una anemia grave, con un riesgo de muerte elevado. Dos genes normales nos dejan con un riesgo elevado de contraer la malaria. Un gen de anemia falciforme y un gen normal juntos (la condición heterocigota) nos protegen de ambos riesgos. El resultado es una elevada frecuencia de ambos genes en las regiones de malaria, que se mantiene más o menos en equilibrio por la presión de selección de la malaria.

Desde la separación del linaje humano del de los chimpancés, la estirpe humana ha seguido un patrón aparentemente consistente con el de los animales en general. Su existencia, si se demuestra, tiene una importancia profunda para comprender de qué manera se alcanzó la condición humana. El patrón es que los genes que codifican, que controlan los cambios en la estructura de las enzimas y de sus proteínas, dominan la expresión de rasgos en tejidos concretos, como los que afectan a la respuesta inmune, el sentido del olfato y la

producción de espermatozoides. En contraste, los genes que no codifican, que regulan procesos de desarrollo hereditarios prescritos por los genes codificadores, son más activos en el desarrollo y la función del sistema nervioso. Aunque los análisis en los que se basa esta distinción son preliminares, se considera probable que los cambios no codificadores han tenido una importancia vital en la evolución de la cognición; en otras palabras, en los cambios que nos hicieron humanos.

¿Qué rasgos de cognición evolucionaron efectivamente a través de mutaciones y de selección natural, tanto codificadores como no codificadores? Es muy probable que todos ellos. Los estudios de gemelos, en los que se compara la diferencia entre gemelos idénticos (que son idénticos genéticamente debido a su origen a partir de un único óvulo fecundado) con la diferencia entre gemelos fraternos (nacidos de óvulos fecundados distintos, y que por lo tanto son tan diferentes desde el punto de vista genético como lo son los hermanos nacidos en momentos diferentes), sugieren que rasgos de la personalidad tales como la introversión-extroversión, la timidez y excitabilidad se ven sometidos a fuertes influencias genéticas. La cantidad de variación debida a las diferencias en los genes de una población dada se sitúa por lo general entre una cuarta parte y tres cuartas partes.

De igual importancia en el origen evolutivo del comportamiento social avanzado, de los humanos o de cualquier otra especie de organismo, es la influencia genética sobre la variación de las redes sociales. Aquí cabría esperar que hubiera una cierta cantidad de dicho control genético, de acuerdo con la «primera ley» de Turkheimer de la genética del comportamiento: que todos los rasgos varían en cierta medida entre las personas debido a diferencias en los genes. (Las otras dos «leyes» son: «El efecto de ser criado en la misma familia es menor que el efecto de los genes» y «Una porción sustancial de la variación en los rasgos complejos del comportamiento humano no se explica por los efectos de los genes en las familias».) Las interacciones, en particular, tienen tantos orígenes de comportamiento individual, de los que cada uno es probable que presente variación genética, que sería una sorpresa si se descubriera que su combinación no aporta nada en absoluto a las redes sociales. En

realidad, las redes personales son muy variables en tamaño e intensidad, y la herencia desempeña un papel en ellas. Un estudio reciente ha descubierto que la variación en el número de personas con las que un individuo tiene contactos o relaciones sociales, así como la variación en la transitivity (la probabilidad de que cualquier par de los contactos de una persona esté conectado a los contactos de estas), se deben en aproximadamente el 50 por ciento a la herencia. En cambio, el número de miembros de otro grupo que los individuos consideran como amigos no está influido genéticamente, al menos no dentro de los límites estadísticos ordinarios de las medidas tomadas.

Si se toman en consideración las pruebas genéticas y arqueológicas de que se dispone en la actualidad, y que están aumentando con rapidez, creo que la trayectoria a largo plazo que condujo a la salida y a la expansión posterior puede esbozarse aproximadamente como sigue. Al intentarlo, creo que será útil mencionar primero una analogía procedente de la biogeografía y de la ecología. Las innovaciones culturales pueden compararse a especies de organismos que se acumulan durante el aumento del número de especies que colonizan un ecosistema, como un estanque, un soto o un islote recién formados. * Existe una rotación en los rasgos culturales de una cuadrilla de humanos, de la misma manera que la hay en las especies que colonizan un ecosistema. Algunas innovaciones culturales persistieron en las cuadrillas africanas después de su expansión. Otras, como muestran las pruebas arqueológicas de adornos corporales y puntas de proyectiles, se extinguieron, por lo general para ser reemplazadas más tarde ya fuera por invención, o bien por contacto con otras cuadrillas. Al principio, las cuadrillas humanas en el continente africano eran pequeñas y aisladas. Su número y el tamaño medio de cada una aumentaban y disminuían en función de los cambios del clima y de la disponibilidad de terreno habitable. Cuando el ambiente se hizo más favorable antes y durante la salida de

* En el proceso denominado sucesión ecológica. (N. del T.)

África, el número de cuadrillas y el tamaño demográfico de las mismas aumentaron. En consecuencia, también aumentó el ritmo al que adquirieron innovaciones.

Durante este período crítico de la prehistoria humana, hace entre 60.000 y 50.000 años, el crecimiento de las culturas se hizo autocatalítico. Al principio, como he sugerido, el crecimiento fue lento, después más rápido y posteriormente todavía más rápido, a la manera de la autocatálisis química y biológica. La razón es que la adopción de cualquier innovación hizo posible la de otras, que, a su vez, si eran útiles, tenían más probabilidades de extenderse. Las cuadrillas y las comunidades de cuadrillas con mejores combinaciones de innovaciones culturales se hicieron más productivas y mejor equipadas para la competencia y la guerra. Sus rivales o bien las copiaron, o bien fueron desplazados y tomados sus territorios. Así, la selección de grupo impulsó la evolución de la cultura.

En una época muy temprana, desde el período Paleolítico Tardío hasta el período Mesolítico, la evolución cultural de la humanidad avanzó muy lentamente. Al principio del período Neolítico, 10.000 años antes del presente, con la invención de la agricultura, las aldeas y los excedentes alimentarios, la evolución cultural se aceleró notablemente. Después, gracias a la expansión del comercio y por la fuerza de las armas, las innovaciones culturales no solo aumentaron más deprisa, sino que también se extendieron a mayor distancia. Todavía había una renovación de las innovaciones, pero ahora, dado el gran número de individuos y tribus que las hacían, algunas eran lo bastante originales y potentes para que su impacto fuera abrumador. Avances revolucionarios tales como la escritura, la navegación astronómica y las armas de fuego fueron al principio raros, imperfectos y frágiles. Algunos desaparecieron para reaparecer más tarde. Como las chispas de un fuego, cada uno de ellos tuvo una probabilidad de prender, estallar en una llama y extenderse.

Los arqueólogos han descrito algunos de los conceptos mentales clave que de esta manera prendieron y se extendieron durante el período entre 10.000 y 7.000 años antes del presente:

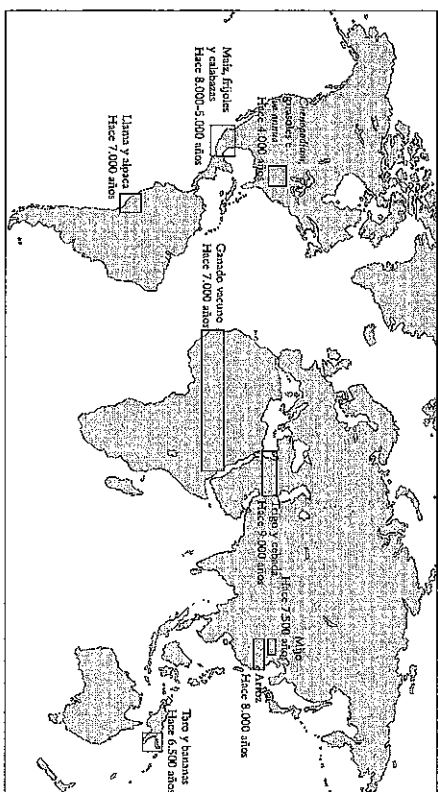


Figura 10.1. Los centros de los ocho orígenes independientes conocidos de la agricultura, incluida la domesticación de animales, y las fechas aproximadas en las que ocurrieron. (De Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362 [2007], pp. 705-718.)

- Se completó la destreza de la talla lítica, lo que llevó a la fabricación de utensilios más allá del simple descantillado de piedras disponibles que se empleaba en el Mesolítico y a un procedimiento mucho más refinado. Las hachas y azuelas, inventadas en el Neolítico, se elaboraban mediante una serie de pasos. Cada lasca se descascarillaba primero hasta la forma adecuada a partir de un bloque de roca de grano fino. A continuación se modelaba más finamente desportillando lascas cada vez más pequeñas. Por último se eliminaban los puntos desiguales de la superficie mediante el trabajo fino de cinceles o muelas. El producto final era una hoja con una superficie lisa, los bordes afilados, y aplanada o redondeada hasta la forma precisa.
- Los constructores de utensilios del Neolítico inventaron el concepto de estructura hueca, con una superficie externa y una interna. De acuerdo con ello, diseñaron receptáculos de formas útiles a partir de madera, cuero, piedra o arcilla.

- Los constructores de utensilios también imaginaron de qué manera invertir los pasos de su antigua manufactura, empezando con objetos pequeños y ensamblándolos en otros mayores. De esta manera se inventó la tejeduría, y se levantaron moradas cada vez más complejas y espaciales.
- Un cambio fundamental (que en último término fue importante no solo para la humanidad, sino también para el resto de la vida) fueron las nuevas concepciones del ambiente que se formaron en la mente de los primeros agricultores y aldeanos. Los hábitats naturales ya no eran lugares salvajes en los que cazar y recolectar alimento, y ocasionalmente quemarlos con fuegos terrores. Por el contrario, los hábitats se convirtieron en terreno que había que desbrozar para la agricultura. Esta concepción particular, que las tierras salvajes son algo que hay que sustituir, ha sido una fijación mental de la mayoría de la población mundial hasta el día de hoy.

Las raíces de la agricultura se remontan al período de la salida de África o muy poco después, hace al menos 45.000 años, cuando se empleaba el fuego para conducir y capturar a los animales de caza. En aquella época, al menos algunas cuadrillas humanas tuvieron que haber descubierto, como los aborígenes australianos hacen en la actualidad, que en las sabanas y los bosques secos tras los fuegos terrestres crecen cantidades mayores de vegetación tierna y comestible. Durante un corto tiempo, los tubérculos subterráneos nutritivos también son más fáciles de encontrar y de excavar. Tal como revelan estudios recientes y detallados de plantas cultivadas nativas mexicanas, el paso siguiente fue posible por el establecimiento de poblados humanos de larga duración. Los habitantes de México y de otras partes de Mesoamérica empezaron a cultivar árboles productivos y otras plantas, como la pita, la tuna, las calabazas y *Leucaena*, un árbol de las leguminosas,* por el simple procedimiento de permitirles cre-

* *Leucaena leucocephala*, la peladeta o guaje. (N. del T.)

cer alrededor de sus viviendas, con la exclusión de las demás plantas. (Resulta interesante ver que unas cuantas especies de hormigas hacen lo mismo.) El paso siguiente fue igualmente serendipitoso.* Algunas de estas primeras especies de huerto se hibridaron accidentalmente con otras especies similares, o bien multiplicaron su número de cromosomas, o experimentaron ambas alteraciones a la vez, produciendo así nuevas razas que eran todavía más valiosas como alimento. Cuando aparecieron y los recolectores las probaron, fueron seleccionadas frente a las otras. Así empezó la domesticación de árboles mediante selección artificial, y la práctica de la reproducción de plantas. Al mismo tiempo, o incluso antes, la domesticación se practicaba en animales capturados en estado salvaje y que fueron convertidos en animales de compañía y ganado. Hace entre 9.000 y 4.000 años, la tendencia se amplió para incluir muchas razas nuevas de plantas y animales en al menos ocho centos principales en el Viejo y el Nuevo Mundo. De esta manera, la agricultura empezaba como la primera ocupación humana.

Los últimos diez milenios han sido un período de cambios extraordinarios tanto para *Homo sapiens* como para el resto de la biosfera. La evolución cultural se está acelerando todavía, y ello plantea una cuestión fundamental: ¿estamos también evolucionando genéticamente? La investigación médica, sumada a un análisis cada vez más profundo de los tres mil millones de letras que son los nucleótidos del genoma humano, han revelado que, efectivamente, todavía prosigue la evolución en las poblaciones humanas. Debido al énfasis de la genética humana en la medicina, la gran mayoría de los genes identificados hasta aquí que están sujetos a selección natural son los que

* Los tres príncipes de Serendip (antiguo Sri Lanka), protagonistas de un relato de Horace Walpole, hacían, sin proponérselo, importantes descubrimientos. En ciencia se aplica el término serendipidez a aquellos casos en que un investigador que intenta esclarecer un determinado problema encuentra casualmente respuesta a preguntas mucho más trascendentes que la planteada inicialmente. A pesar de ser un término de uso generalizado en inglés, el Diccionario de la RAE no lo recoge todavía, así como tampoco el adjetivo serendipitoso. Véase R. M. Roberts, *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*, Alianza, Madrid, 1992. (N. del T.)

proporcionan resistencia a la enfermedad. Aumenta la lista de mutaciones que aparecieron y se extendieron en los últimos milenios: CGPC, CD406 y el gen de la anemia falciforme, cada uno de los cuales proporciona cierto grado de protección natural frente a la malaria; CCR5 contra la viruela; AGT y CY3PA contra la hipertensión, y ADH contra parásitos sensibles a los aldehídos. También hay mutaciones genéticas de origen reciente que afectan a rasgos fisiológicos, entre ellos el caso clásico del gen tolerante a la lactosa de los adultos que permite el consumo de leche y de productos lácteos. Los tibetanos de las montañas, que viven rodeados de niveles bajos de oxígeno, han adquirido EPAS1, que prescribe un aumento en la producción de hemoglobina, que es la clave para funcionar a altitudes elevadas. Por todo lo que sabemos de sus procesos fundamentales, la evolución en la especie humana ha sido inevitable en tiempos recientes, y continuará siéndolo.

Los genetistas del ser humano están de acuerdo en que la mayoría de las variantes geográficas en anatomía y fisiología que se hallan lo bastante restringidas a una única área geográfica para ser clasificadas popularmente como raciales, no se deben a la selección natural localizada, sino a la emigración de diferentes tipos genéticos y a fluctuaciones aleatorias en las frecuencias locales de los genes que conducen a la deriva genética. Las excepciones incluyen el color de la piel, cuya variación geográfica se atribuye a la protección frente a la radiación ultravioleta de la luz solar, que aumenta hacia el ecuador. También incluyen la cara insólitamente ancha de los esquimales de Groenlandia y de los buriatos de Siberia, un rasgo que minimiza la superficie como una protección contra el frío extremo.

Cabe esperar que los cambios en la frecuencia génica debidos a la evolución al nivel de un gen o de un conjunto pequeño de genes, ya se hallen ligados o no al mismo cromosoma, y a los que los biólogos se refieren como microevolución, continúen como un proceso natural en el futuro indefinido. Sin embargo, para el futuro inmediato, la emigración y el matrimonio interféutico se han erigido como las fuerzas abrumadoramente dominantes de la microevolución, al homogeneizar la distribución global de los genes. El impacto de la

humanidad como un todo, incluso cuando todavía se halla en este estadio temprano actual, es un aumento espectacular y sin precedentes en la variación genética en el seno de poblaciones locales en todo el mundo. Este aumento viene acompañado por una reducción de las diferencias *entre* poblaciones. Teóricamente, si el flujo continúa un tiempo suficiente, la población de Estocolmo podría llegar a ser igual, desde el punto de vista genético, que la de Chicago o Lagos. En conjunto, en todas partes se están produciendo más clases de genotipos. Este cambio, único en la historia evolutiva humana, ofrece una expectativa de un aumento inmenso en tipos diferentes de personas en todo el mundo, y por lo tanto belleza física y genio artístico e intelectual de nueva creación.

La homogeneización geográfica de *Homo sapiens* parece imparable, pero con el tiempo será superada por otra fuerza de la evolución, presumiblemente final, la selección volitiva. Pronto será una realidad experimentalmente la ingeniería genética mediante sustitución de genes en embriones, y posteriormente se utilizará para combatir las enfermedades hereditarias. Con el tiempo se convertirá en un procedimiento terapéutico rutinario en la práctica médica. Poco después, y dependiendo del resultado del debate ético que a buen seguro será intenso, la constitución genética de los niños normales en el estadio de embrión puede convertirse (o quizá no) en una rama principal de la industria biomédica. Espero, y soy de los que creen en razones éticas, que esta forma de manipulación eugenética nunca se permitirá, con el fin de que la humanidad pueda al menos evitar los efectos socialmente corrosivos del nepotismo y el privilegio que inevitablemente tendrían lugar.

Además, soy de la opinión que debe descartarse la creencia generalizada de que en el futuro inmediato la inteligencia robótica alcanzará, y potencialmente desplazará, a la inteligencia humana. Esto ocurrirá, ciertamente, en las categorías de memoria simple, cómputo y síntesis de información. Con el tiempo quizá se escriban algoritmos que simulen respuestas emocionales y procesos de toma de decisiones parecidos a los humanos. Pero, incluso en los casos más extremos y efectivos, estas creaciones seguirán siendo robots. Si algo

puede deducirse de la imagen de la condición humana que la ciencia ha construido es que como resultado de la prehistoria nuestra especie es extremadamente idiosincrásica tanto en las emociones como en el pensamiento. Nuestro recorrido particular a través del laberinto evolutivo estarnpó nuestro ADN a cada paso principal a lo largo del camino. La humanidad es efectivamente única, quizá más de lo que jamás soñamos. Pero a pesar de nuestra singularidad en este planeta y en esta época, desde el punto de vista psíquico somos solo una entre un elevado número de especies de categoría aproximadamente humanoide o por encima de esta que pudieron haberse producido o que, si nosotros nos extinguiéramos, podrían producirse todavía en los miles de millones de años que le quedan a la biosfera.

Los científicos apenas han empezado a sondear las rutas neurales y la regulación endocrina del subconsciente que imponen una influencia decisiva en las sensaciones, el pensamiento y la elección. Además, la mente consiste no solo en este mundo interior, sino también en las sensaciones y mensajes que fluyen hacia ella y desde ella procedentes de todas las demás partes del cuerpo. Avanzar desde el robot al humano sería una tarea de dificultad tecnológica inmensa. Pero ¿por qué razón querríamos siquiera intentarlo? Incluso después de que nuestras máquinas superen con mucho nuestras capacidades mentales externas, no tendrán nada que se parezca a la mente humana. En cualquier caso, no necesitamos tales robots, y no los queremos. La mente biológica humana es *nuestra* incumbencia. Con todas sus argucias, irracionalidad y productos arriesgados, y con todo su conflicto e ineficiencia, la mente biológica es la esencia y el significado mismo de la condición humana.

La carrera a la civilización

Los antropólogos reconocen tres niveles de complejidad en las sociedades humanas. En el nivel más simple, las cuadrillas de cazadores-recolectores y las pequeñas aldeas agrícolas son de una manera generalmente igualitarias. La condición de liderazgo se concede a los individuos sobre la base de la inteligencia y el valor, y cuando enviejecen y mueren se transmite a otros, ya sean parientes próximos o no. Las decisiones importantes en las sociedades igualitarias se toman durante fiestas comunales, festivales y celebraciones religiosas. Tal es la práctica de las pocas cuadrillas de cazadores-recolectores que sobreviven, dispersas por regiones remotas, principalmente en Sudamérica, África y Australia, y que son las más próximas en organización a las que existieron a lo largo de miles de años antes de la era Neolítica.

Los cacicazgos, el siguiente nivel de complejidad, también designados sociedades jerárquicas, están regidos por un estrato de élite que, ante la debilidad o la muerte, es sustituida por miembros de su familia o al menos por los de rango hereditario equivalente. Esta era la forma dominante de sociedades en todo el mundo al principio de la historia registrada. Los jefes o «grandes hombres» gobiernan por el prestigio, la generosidad, el respaldo de miembros de la élite situada por debajo de ellos... y por el justo castigo de los que se oponen a ellos. Viven a expensas del excedente acumulado por la tribu, que emplean para estrechar el control sobre la tribu, para regular el comercio y para emprender la guerra con los vecinos. Los jefes ejercen autoridad solo sobre los individuos que se hallan en su entorno inmediato o en las aldeas cercanas, con los que interac-

túan a diario según lo necesiten. En la práctica, esto significa súbditos que pueden alcanzarse en el plazo de medio día de marcha a pie. El alcance es así un máximo de cuarenta a cincuenta kilómetros. Los jefes sacan partido de la microgestión de los asuntos de su ámbito, y delegan tan poca autoridad como les es posible con el fin de reducir las probabilidades de insurrección o fisión. Las tácticas comunes incluyen la supresión de subordinados y el fomento del miedo a los cacicazgos rivales.

Los estrados, la fase final en la evolución cultural de las sociedades, poseen una autoridad centralizada. Los gobernantes ejercen su autoridad en la capital y en su entorno, pero también sobre las aldeas, provincias y otros ámbitos subordinados más allá de la distancia de un día de marcha a pie y, por lo tanto, lejos de la comunicación inmediata con los gobernantes. El campo de acción es demasiado extenso, el orden social y el sistema de comunicaciones que lo mantienen unido demasiado complejo para que una sola persona lo supervise y lo controle. Por lo tanto, se delega el poder local a virreyes, príncipes, gobernadores y a otros mandatarios que son jefes de segunda categoría. El estado es asimismo burocrático. La responsabilidad se divide entre especialistas, entre los que se cuentan soldados, constructores, administradores y sacerdotes. Con la población y riquezas suficientes, pueden añadirse los servicios públicos del arte, las ciencias y la educación, primero para beneficio de la élite y después, paulatinamente, para el resto de la sociedad. Los jefes de estado se sientan en un trono, real o virtual. Se alían con los sumos sacerdotes, y revisten su autoridad con rituales de fidelidad a los dioses.

El ascenso hasta la civilización, desde cuadrilla igualitaria y aldea hasta cacicazgo y estado, ha tenido lugar mediante evolución cultural, no mediante cambios en los genes. Se trata de un cambio con resorte, que se despliega de una manera paralela, pero mucho más grandiosa, a la que impulsa a los grupos de insectos desde agregados a familias, después a colonias eusociales con sus castas y división del trabajo.

La teoría dominante entre los antropólogos es que siempre que las tribus pueden adquirir más territorio mediante agresión o tecnología, así lo hacen, adquiriendo de esta forma más recursos. Entonces

pueden continuar expandiéndose si son capaces de hacerlo, y finalmente prosperan como imperios o se fisian en nuevos estados que compiten. Con el mayor tamaño y el alcance más extenso se llega a una complejidad mayor. Y, tal como ocurre con la complejidad de cualquier sistema físico o biológico, la sociedad, con el fin de conseguir estabilidad y sobrevivir y no desmoronarse rápidamente, tiene que añadir control jerárquico. Una jerarquía a nivel del estado es un sistema compuesto de subsistemas que interactúan, todos ellos de estructura jerárquica, que desciende en secuencia hasta que se alcanza el nivel más bajo del subsistema, en este caso, el ciudadano individual del estado. Un sistema verdadero es «descomponible» en subsistemas (tales como compañías de infantería y gobiernos municipales) que interactúan entre sí. Los individuos de un subsistema no tienen que interactuar con los individuos de otros subsistemas del mismo nivel. Un sistema que sea muy descomponible de esta manera tiene más probabilidades de funcionar mejor que uno que no lo sea. «Desde el punto de vista teórico», decía el matemático teórico Herbert A. Simon en su artículo pionero sobre el tema, «podemos esperar que los sistemas complejos sean jerarquías en un mundo en el que la complejidad tenía que evolucionar a partir de la simplicidad. En su dinámica, las jerarquías tienen una propiedad, la cuasi descomponibilidad, que simplifica mucho su comportamiento. La cuasi descomponibilidad simplifica asimismo la descripción de un sistema complejo, y permite comprender con más facilidad cómo la información necesaria para el desarrollo o la reproducción del sistema puede almacenarse en un espacio razonable».

Traducido a la evolución cultural de sociedades más sencillas en estados, el principio de Simon sugiere que las jerarquías funcionan mejor que los conjuntos desorganizados y que son más fáciles de comprender y gestionar por parte de sus gobernantes. Dicho de otra manera, no se puede esperar el éxito si los obreros de una cadena de montaje votan en las reuniones de los ejecutivos o si los reclutas planean las campañas militares.

¿Por qué decimos que la evolución de las sociedades humanas hasta la civilización es cultural en lugar de genética? Existen múlti-

ples líneas de pruebas que respaldan esta conclusión. No es la menor de ellas el hecho de que niños de sociedades de cazadores-recolectores criados por familias adoptivas de sociedades técnicamente avanzadas maduran como miembros competentes de estas últimas (aun cuando los linajes ancestrales del niño hayan estado separados de los de sus padres adoptivos por un período de hasta 45.000 años); así ocurre, por ejemplo, en niños aborígenes australianos criados por familias blancas. El período de tiempo ha sido suficiente para producir diferencias genéticas entre las poblaciones humanas mediante combinaciones de selección natural y deriva genética. Pero los rasgos conocidos que cambiaron genéticamente son, como hemos visto, sobre todo en la resistencia a la enfermedad y en la adaptación a los climas y a los recursos alimentarios locales. No se han descubierto todavía diferencias genéticas estadísticas entre poblaciones enteras que afecten a la amígdala y a otros centros del circuito de control de la respuesta emocional. Ni se conoce tampoco ningún cambio genético que prescriba diferencias promedio entre poblaciones en el procesamiento cognitivo profundo del lenguaje y del razonamiento matemático, aunque este podría detectarse todavía.

De hecho, los estereotipos con los que se caracteriza a menudo a los habitantes de diferentes naciones, ciudades y pueblos pudieran tener asimismo alguna base hereditaria. Sin embargo, las pruebas sugieren que las diferencias tienen un origen histórico y cultural y no un origen genético. Como tal, cualquier variación hereditaria que exista entre culturas se ve empujueñecida cuando se sitúa en una escala de tiempo de genética evolutiva. Los italianos pueden ser más volubles por término medio, los ingleses más reservados, los japoneses más educados, y así sucesivamente, pero el promedio entre poblaciones de estos rasgos de personalidad resulta enormemente superado por su variación en el seno de cada población. Resulta, y ello es muy notable, que la variación es muy parecida de una población a la siguiente. Tal fue la observación del psicólogo estadounidense Richard W. Robins durante su residencia en una aldea remota de Burkina Faso, un país de África occidental.

Mientras estuve allí me sorprendió el grado en que cada persona parecía tan diferente y al mismo tiempo tan familiar. A pesar de diferencias espectaculares en costumbres y prácticas culturales, los burkineses parecían enamorarse, odiar a sus vecinos y cuidar a sus hijos de manera muy parecida, y por muchas de las mismas razones, a las personas de otras partes del mundo. En realidad, existe un núcleo en la mentalidad humana y en el comportamiento social que corta a través de naciones, culturas y grupos étnicos. Incluso países tan profundamente distintos como Burkina Faso y Estados Unidos no difieren sustancialmente en las tendencias promedio de la personalidad de su gente. [...]

Ante este telón de fondo de universales humanos, es bastante evidente que existe una variabilidad individual: algunos burkineses (o americanos) son tímidos y otros sociables, algunos amistosos y otros desagradables, y algunos poseen la ambición de alcanzar un nivel social elevado en su comunidad mientras que otros carecen de la misma ambición.

De la extensísima gama de rasgos de la personalidad que los psicólogos investigan, la mayoría pueden dividirse en cinco ámbitos amplios: extroversión frente a introversión, antagonismo frente a afabilidad, escrupulosidad, carácter neurótico y disposición abierta a la experiencia. En el seno de las poblaciones, cada uno de estos ámbitos contiene una heredabilidad sustancial, que en la mayoría de los casos se sitúa entre un tercio y dos tercios. Esto significa que de la variación total de los valores en cada ámbito, la fracción debida a las diferencias en los genes entre los individuos se sitúa en algún punto entre un tercio y dos tercios. De modo que, únicamente a partir de la herencia, esperaríamos encontrar una variación sustancial en una población como la de la aldea de Burkina Faso. Sumada a las diferencias en la experiencia de una persona a la siguiente, en especial durante los períodos formativos de la infancia, deberíamos esperar encontrar una variación todavía mayor, pero de forma más o menos constante de una aldea a otra, y de un país a otro.

¿Existe de forma universal esta variación sustancial, y es la misma de una población a otra, o es diferente? Resulta que la variación es

	Filas en la jerarquía del establecimiento	Palacio	Templo con múltiples estancias	Conquistas a larga distancia	Integración a la escala del valle
200 d.C.	4	Si	Si	Si	Si
100 a.C.	4	Si	Si	Si	No
300 a.C.	3	No	No	No	No
500 a.C.	3	No	No	No	No
700 a.C.					

Tabla 11.1. Origen del primer estado conocido evolucionado de manera independiente en el Nuevo Mundo, basado en pruebas arqueológicas procedentes del valle de Oaxaca, de México. (Modificado de Charles S. Spencer, «Territorial expansion and primary state formation», *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 107, 16 [2010], pp. 7.119-7.126.)

grande de manera uniforme, y es universal en el mismo grado en las diferentes poblaciones. Tal fue el resultado de un extraordinario estudio realizado por un equipo de ochenta y siete investigadores y publicado en 2005. El grado de variación en los valores de personalidad era similar en las cuarenta y nueve culturas evaluadas. Las tendencias centrales de los cinco ámbitos de personalidad diferían mínimamente una de otra, y de una manera que no era consistente con los estereotipos dominantes que se tenía de ellas desde fuera de las mismas.

Una razón para dudar de que existan diferencias genéticas a gran escala es el origen casi simultáneo de civilizaciones basadas en estados en las seis localidades mejor estudiadas de todo el mundo, cuando se comparan con el período geológico relativamente enorme de los cambios evolutivos en la anatomía humana. Cada una de dichas civilizaciones, a su vez, surgió relativamente pronto después de la domesticación de plantas y animales, aunque en otras partes del mundo estas innovaciones no habían producido todavía sociedades a nivel de estados. En Egipto, el estado primario más antiguo (es decir, el más antiguo de los que evolucionaron de manera independiente) se encontraba en Hierakónpolis, entre el Alto Egipto y la Baja Nu-

bia, en 3400-3200 a.C. En el valle del Indo de Pakistán y la India noroccidental, los poblados maduros de la cultura de Harappa habían evolucionado en un estado hacia el 2900 a.C. Y en China el estado primario más antiguo parece que estuvo en Erlihou, y empezó en 1800-1500 a.C. Finalmente, el primer auge documentado de un estado primario en el Nuevo Mundo es el del valle de Oaxaca en México, entre 100 a.C. y 200 d.C. La árida costa septentrional de Perú fue el lugar del estado Moche, que evolucionó de manera independiente y que empezó durante 200-400 d.C.

Es muy improbable que los estados primarios surgieran en todo el mundo como resultado de la evolución genética convergente. Es casi seguro que aparecieron de manera autónoma como complicaciones de predisposiciones genéticas ya existentes y compartidas por las poblaciones humanas a través de su origen común y que se remontaban al período de la salida de África, hace unos 60.000 años. Su explicación viene respaldada por la aparición relativamente rápida de un estado primario en la isla hawaiana de Maui. Parece que colonos prehistóricos con conocimientos agrícolas llegaron a dicha isla hacia 1400 d.C. Hacia 1600 d.C. la población había aumentado de manera importante, se habían construido templos y un único mandatario tomó el control de dos aldeas previamente independientes. La tasa de cambio fue más rápida que en el valle de Oaxaca, donde pasaron 1.300 años desde la primera aldea conocida hasta la construcción del primer templo del estado.

En la época de la salida, las poblaciones africanas grababan contenedores hechos con cascarnes de huevos de avestruz. Incluso antes (100.000 a 70.000 años antes del presente, AP) habían usado fragmentos de ocre rojo, cuentas de conchas perforadas y utensilios avanzados. Estos artefactos, de los cuales los más antiguos se remontan a la mitad del período desde el origen del *Homo sapiens* anatómicamente moderno, son tan elaborados como algunos de los que preparan los cazadores-recolectores modernos.

Los rudimentos de la civilización llegaron asimismo muy poco después del alba de la agricultura, o incluso antes. En Göbekli Tepe, una localidad aislada en Turquía, junto al río Éufrates, los arqueólogos

han excavado un templo situado en la cumbre de una colina de unos 11.000 años de antigüedad. Hay columnas y losas de piedra, muchas de las cuales están grabadas con imágenes de animales familiares, en su mayor parte cocodrilos, jabaes, leones y buitres, y un escorpión. Hay otras criaturas desconocidas pero de aspecto feroz, cuyas caras pudieron haber sido inspiradas por pesadillas o delirios inducidos por drogas. Algunos investigadores de Göbekli Tepe han llegado a la conclusión de que, puesto que no se han encontrado restos de aldeas cercanas, los monumentos han de ser obra de cazadores-recolectores nómadas que ocasionalmente se reunían allí para sus ceremonias religiosas. Sin embargo, otros creen que tales aldeas, lo bastante grandes para haber mantenido a muchos obreros, acabarían por encontrarse.

Hay una regla que es de aplicación tanto en arqueología como en paleontología: *no importa lo antiguos que sean el primer fósil conocido o la primera prueba de una actividad humana: en algún lugar siempre hay, a la espera de ser descubierta, la prueba de algo al menos un poco más antiguo.* El principio se ha podido comprobar en el caso de la capacidad de leer y escribir. La escritura más antigua que se conoce es la de la cultura mesopotámica de Sumeria y de la cultura del Antiguo Egipto, que se remontan a 6.400 años antes del presente, es decir, a más de la mitad del tiempo transcurrido desde el inicio del período Neolítico. Le sigue la primera escritura conocida de la cultura del valle del Indo, en el actual Pakistán (4.500 años AP), de la dinastía Shang de China (3.500-3.200 años AP) y de los olmecas de Mesoamérica (2.900 años AP). Todas estas escrituras antiguas, sin embargo, plantean un misterio mayúsculo. Raramente resulta claro hasta qué extremo los diferentes símbolos cuneiformes y pictogramas representan abstracciones en oposición a entidades reales, y si denotan símbolos y sonidos del lenguaje o, alternativamente, son conceptos designados por palabras desconocidas usadas en un habla ahora desaparecida. Sin embargo, ningún estudioso duda de que una vez perfeccionados, los registros escritos que crearon proporcionaron una enorme ventaja a sus inventores.

Si el paso del cacicazgo al estado ha sido automático y cultural, ¿cómo podemos explicar las disparidades en las sociedades de hoy

en día? Las diferencias son enormes. Si se ordenan los países por sus ingresos per cápita, los situados en el 10 por ciento superior son por término medio aproximadamente 30 veces más ricos que los que se hallan en el 10 por ciento inferior, mientras que los más ricos de todos son 100 veces más ricos que los más pobres. Las consecuencias de dicha variación en la calidad de vida son abrumadoras. En los países más pobres viven más de 1.000 millones de personas, un 15 por ciento de la población mundial, y se hallan sumidos en lo que las Naciones Unidas clasifican como pobreza absoluta. Carecen de vivienda adecuada, higiene, agua potable, sanidad, educación y alimentos seguros. Los habitantes de las naciones más ricas, algunas de las cuales se hallan junto a las más pobres, gozan de todos estos beneficios, que incluyen transporte en avión y vacaciones. Según Jared Diamond en su célebre libro de 1997 *Armas, gérmenes y acero: la sociedad humana y sus destinos*, cuyas hipótesis han verificado análisis realizados por los economistas suecos Douglas A. Hibbs Jr., Ola Olsson y otros, una posible respuesta puede encontrarse en la geografía. Inmediatamente antes de los orígenes de la agricultura, hace unos 10.000 años, una combinación de condiciones confirió a las poblaciones del supercontinente euroasiático una enorme oportunidad de favorecer la revolución cultural que pronto se haría posible. El gran tamaño del continente, su amplia extensión de este a oeste y su acercamiento por las tierras biológicamente ricas del perímetro del Mediterráneo resultaron en una dotación de más especies de plantas y animales localmente disponibles para su domesticación que la que existía en las islas y en otros continentes. El conocimiento de plantas de cultivo y de animales de granja, y la tecnología para obtener y almacenar excedentes se extendieron mucho más rápidamente de aldea en aldea, y después a través de cada uno de los territorios en expansión de los primeros estados. El tamaño y la fertilidad de esta zona de importancia fundamental en Eurasia, y no la aparición de un genoma humano endémico de algún lugar concreto, fue lo que condujo a la revolución del Neolítico.

La invención de la eusocialidad

La clave del origen de la condición humana no ha de buscarse exclusivamente en nuestra especie, porque la historia no empieza ni termina con la humanidad. La clave ha de encontrarse en la evolución de la vida social en los animales en su conjunto.

Cuando se observa el panorama completo del comportamiento social en el reino animal, y no únicamente en la parte representada por los seres humanos, hay un patrón que destaca de manera nítida. Raramente considerado por los biólogos evolutivos en el pasado, comprende dos fenómenos conectados por causa y efecto. El primer fenómeno es que los animales del ambiente terrestre están dominados por especies con los sistemas sociales más complejos. El segundo fenómeno es que dichas especies han aparecido solo rara vez en la evolución. Han surgido después de muchos pasos preliminares a lo largo de millones de años de evolución. La humanidad es una de dichas especies animales.

Los sistemas más complejos son los que poseen eusocialidad, literalmente, «condición social verdadera». Los miembros de un grupo animal eusocial, como una colonia de hormigas, pertenecen a múltiples generaciones. Dividen el trabajo en lo que, al menos visto desde fuera, parece ser una manera altruista. Algunos adoptan papeles laborales que acortan la duración de su vida o reducen el número de sus descendientes personales, o ambas cosas a la vez. Su sacrificio permite a otros miembros que desempeñan roles reproductores vivir más y producir en proporción más descendientes.

Los sacrificios en el seno de las sociedades avanzadas van más allá de los que se producen entre padres e hijos. Se extienden a pa-

rientes colaterales, entre ellos hermanos, sobrinas y sobrinos y primos en diversos grados de parentesco. A veces se confieren a individuos no emparentados genéticamente.

Una colonia eusocial tiene ventajas notables sobre los individuos solitarios que compiten por el mismo nicho. Algunos de los miembros de la colonia pueden buscar alimento mientras que otros protegen el nido de los enemigos. Un competidor solitario perteneciente a otra especie puede buscar alimento o defender su nido, pero no hacer ambas cosas a la vez. La colonia puede enviar múltiples buscadores de comida y permanecer en casa al mismo tiempo, formando un entramado de vigilancia tanto dentro del nido como alrededor de este. Cuando un miembro de la colonia encuentra comida, puede informar a los demás, que entonces convergen hacia el lugar como una red que se cierra. Cuando se congregan, los compañeros de nido tienen la capacidad de combatir como grupo contra rivales y enemigos. Pueden transportar grandes cantidades de alimento más rápidamente al nido, antes de que lleguen los competidores. Con múltiples individuos que trabajan como obreros de la construcción, el nido puede ampliarse con rapidez, su estructura puede hacerse más eficiente desde el punto de vista arquitectural y sus entradas defenderse más fácilmente. También puede controlarse el clima del nido hasta cierto punto. Los nidos de los termites constructores de termiteros de África y de las hormigas cortadoras de hojas del continente americano representan su máxima expresión: están diseñados para tener aire acondicionado, al refrescar y hacer circular el aire sin acciones ulteriores por parte de sus habitantes.

Las colonias grandes de algunas especies pueden también emplear formaciones de tipo militar y ataques en masa para superar a presas que son invulnerables a los individuos solitarios. Las hormigas legionarias (o batidoras) de África figuran entre los máximos representantes de esta adaptación. Avanzan en columnas que llegan a su-mar millones de individuos,* y consumen la mayoría de los peque-

* Marabunta. (N. del T.)

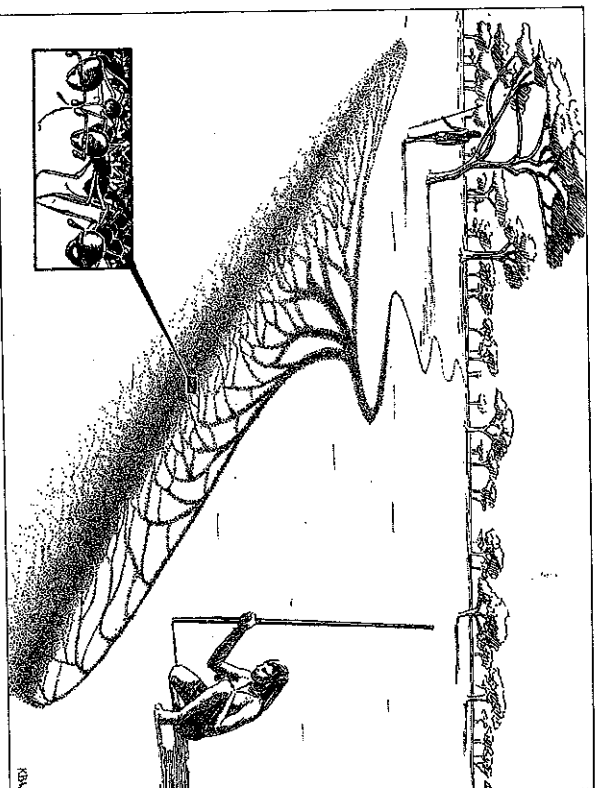


Figura 12.1. Los dos conquistadores de la Tierra. Los insectos sociales dominan el mundo de los insectos. Una única colonia de hormigas batidoras africanas, una de las cuales presenta la ilustración en una expedición de forrajeo, contiene hasta 20 millones de obreros. (De Edward O. Wilson, *Success and Dominance in Ecosystems: The Case of the Social Insects*, Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Alemania, 1990.)

ños animales que hallan en su camino. Las hordas de esta y otras especies de hormigas son asimismo únicas entre los insectos por su capacidad de vencer y consumir grandes colonias de termites, avispas y otras especies de hormigas.

Las veinte mil especies conocidas de insectos eusociales, en su mayoría hormigas, abejas, avispas y termites, suponen solo el 2 por ciento del millón, aproximadamente, de especies de insectos conocidas. Pero esta minúscula minoría de especies domina al resto de los insectos por su número, su peso y su impacto en el ambiente. De manera parecida a lo que los humanos son para los animales vertebrados, los insectos eusociales son para el mundo



Figura 12.2. En una localidad amazónica se encontró que el peso de todas las hormigas era aproximadamente cuatro veces el peso de todos los animales vertebrados (representados aquí por un jaguar). (De Edward O. Wilson, *Success and Dominance in Ecosystems: The Case of the Social Insects*, Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Alemania, 1990. Basado en E. J. Fitkau y H. Klinge, «On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem», *Biotropica* 5, 1 [1973], pp. 2-14.)

muchísimo más vasto de los animales invertebrados. Entre los seres vivos mayores que los microorganismos y los nematodos, los insectos eusociales son los seres minúsculos que gobiernan el mundo terrestre.

Las hormigas tejedoras o costureras cuentan entre los insectos más abundantes en las bóvedas arbóreas de los bosques tropicales, desde África a Asia y Australia. Forman cadenas con sus propios cuerpos para juntar hojas y ramitas con las que crear las paredes de sus refugios. Otras tejen la seda extraída de las hileras de sus larvas para mantener en su lugar estas paredes. Hecho esto, cubren los refugios, del tamaño de un balón de fútbol, con láminas de seda. Ocupando cientos de estos pabellones aéreos, una única colonia de hormigas tejedoras compuesta por la reina madre y cientos de miles de sus hijas obreras puede dominar varios árboles a la vez.

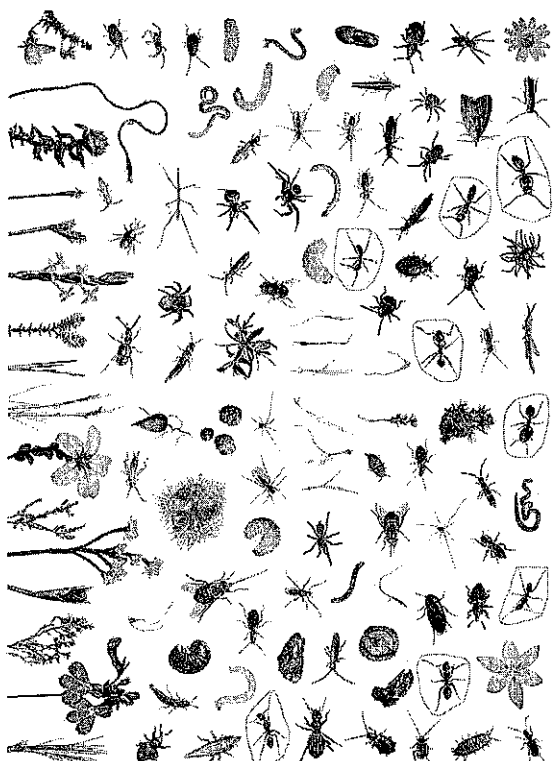


Figura 12.3. La ubicuidad de las hormigas. Se presenta aquí la variedad de pequeños organismos encontrados en un pie cúbico (28,320 centímetros cúbicos) de suelo y hojarasca sobre el pie de una higuera estranguladora o matapalo en Monteverde, Costa Rica. Ocho de los cien individuos presentes eran hormigas (circundadas). (De Edward O. Wilson, «One cubic foot», *National Geographic* [febrero de 2010], pp. 62-83. Fotografías de David Littschwager. David Littschwager/*National Geographic* Stock.)

Desde Luisiana hasta Argentina, colonias inmensas de hormigas cortadoras de hojas, los animales sociales más complejos después de los humanos, construyen ciudades y practican la agricultura. Las obreras cortan fragmentos de hojas, flores y ramitas, los transportan hasta su nido y mastican el material hasta formar un mantillo, que fertilizan con sus propias heces. Sobre este rico material cultivan su principal alimento, un hongo que no se encuentra en ningún otro lugar de la naturaleza. Su actividad de horticultura se organiza como una cadena de montaje, en la que el material se pasa de una casta especializada a la siguiente desde la corta de la vegetación fresca hasta la cosecha y la distribución del hongo.

En una localidad de la Amazonia, dos investigadores alemanes llevaron a cabo la prodigiosa tarea de pesar todos los animales de una única hectárea de pluviselva. Descubrieron que hormigas y termites, juntos, representaban casi los dos tercios del peso de todos los insectos. Las abejas y avispas eusociales añadían otra décima parte. Las hormigas por sí solas pesaban cuatro veces más que todos los vertebrados terrestres, es decir, mamíferos, aves, reptiles y anfibios sumados. Otros investigadores determinaron que las hormigas por sí solas constituían los dos tercios de los insectos de la bóveda arbórea elevada de otra localidad amazónica.

Las hormigas no son en realidad una gruesa capa de tejido insectil sobre la Tierra. Son mucho más escasas en los fríos bosques de coníferas de los hemisferios Norte y Sur, y disminuyen hasta desaparecer al norte del círculo ártico y cerca del límite de la vegetación arbórea en las montañas tropicales. Tampoco hay hormigas en Islandia, Groenlandia, las islas Malvinas, ni en Georgia del Sur y las demás islas subantárticas. Asimismo, las buscáramos en vano en las frías costas de Tierra del Fuego. Pero en todos los demás lugares prosperan como los insectos dominantes en los hábitats terrestres de todo tipo, desde los desiertos a las selvas densas, y hasta los límites del mundo terrestre en las marismas y pantanos, ciénagas de manglar y playas. He estudiado las principales especies árticas que viven por encima del límite forestal del monte Washington, en New Hampshire, donde son abundantes en todas partes, anidan bajo piedras para captar el calor solar y se apresuran a lo largo de un ciclo de crecimiento larvario antes de que la temperatura que cae rápidamente en septiembre cierre sus colonias. Sin embargo, he buscado en vano hormigas por encima del límite de la vegetación arbórea en las montañas Sawagget, de Nueva Guinea, una inhóspita sabana de cicadáceas en la que cada día cae una lluvia fría que empa a quien intente permanecer allí, sean humanos o formícidos.

Los insectos eusociales son muchísimo más antiguos que los seres humanos, de una manera casi inimaginable. Las hormigas, junto con sus equivalentes comedores de madera, los termites, se originaron hacia la mitad de la Era de los Reptiles, hace más de 120 millones de

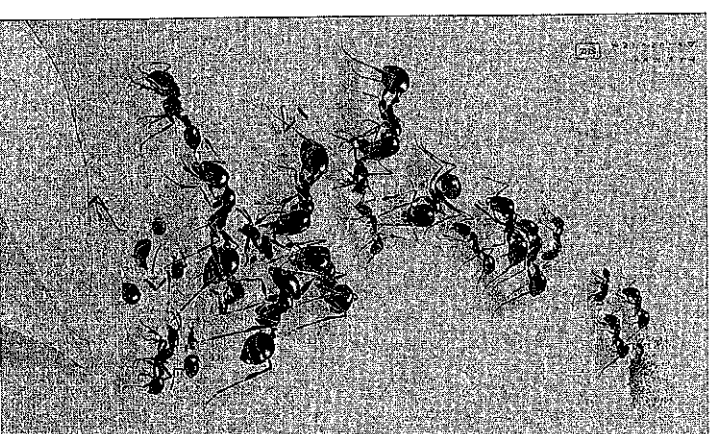


FIGURA 12.4. Batalla entre colonias de hormigas. Exploradoras procedentes del nido (arriba a la derecha), de la especie *Pheidole dentata*, de color negro, han descubierto a obreras invasoras de la hormiga de fuego, *Solenopsis invicta*, de color rojo, y han trabado combate con ellas. Los guerreros más efectivos de *Pheidole dentata* son los soldados de cabeza grande, que emplean sus potentes mandíbulas para despedazar a los invasores. (Ilustración © Margaret Nelson.)

años. Los primeros homínidos, con sociedades organizadas y división altruista del trabajo entre parientes colaterales y aliados, aparecieron en el mejor de los casos hace 3 millones de años.

Para apreciar la diferencia, imagine el lector, si quiere, un antepasado muy distante de los primeros primates que estaban destinados a ser los antepasados de los humanos, un pequeño mamífero que se escabulle por un bosque del Cretácico Tardío en busca de huevos de dinosaurio. Mientras trepa por un tronco de conífera, una pata

trasera atraviesa una grieta de la corteza. El interior se halla parcialmente hueco, al haber sido reducido el duramen a fragmentos que se desintegran por hongos, escarabajos y una colonia de termes primitivos, *Zootermopsis*. La cavidad sirve asimismo de nido a una colonia de hormigas esfecomitriminas, parecidas a avispas. Frenéticamente, las hormigas obreras se acumulan sobre la pata del manífero intruso, y aguijonean cualquier grieta o superficie blanda de la piel que puedan encontrar. El animal, nuestro antepasado, salta del tronco, sacudiendo la pata y arrancándose los atacantes con un pie provisto de garras. Si la cavidad hubiera estado ocupada por una avispa solitaria del tamaño de una hormiga esfecomitrimina, el animal apenas lo hubiera notado.

Avancemos ahora cien millones de años, hasta el momento actual. El lector, un descendiente del manífero agredido, pisa un pequeño tocón de pino, el tronco en descomposición de una conífera que descende de una de las que habitaban el bosque del Cretácico. Descendientes de la colonia del termes del Cretácico se escabullen a un hueco oscuro, parte de la cavidad que ocupan, igual que hicieron sus antepasados del Mesozoico, muy parecidos. Los descendientes de la antigua colonia de hormigas se arremolinan procedentes de otra parte de la misma cavidad para morder al lector y repelelo, también como sus antepasados mesozoicos. Juntos somos representantes de los dos grandes hegemones del mundo terrestre. La diferencia es que termes y hormigas lo tuvieron todo para ellas durante cien millones de años, sin ser molestadas hasta que nosotros llegamos, final y lentamente, hasta el nivel eusocial.

Las hormigas más antiguas surgieron de avispas aladas y solitarias. Las obreras de las primeras colonias evolucionaron hasta criaturas especializadas para arrastrarse sobre el suelo y bajo él y la superficie de la hojarasca, y de ahí a la vegetación viva. En este punto, las obreras ya no volaron más. Las reinas vírgenes continuaron volando, pero cada una lo hacía solo brevemente, elevándose en el aire y liberando feromonas sexuales para atraer a un macho alado y aparearse con él. Después se posaban para iniciar una nueva colonia, y nunca más volvían a volar. Mediante evolución ulterior, las hormigas del

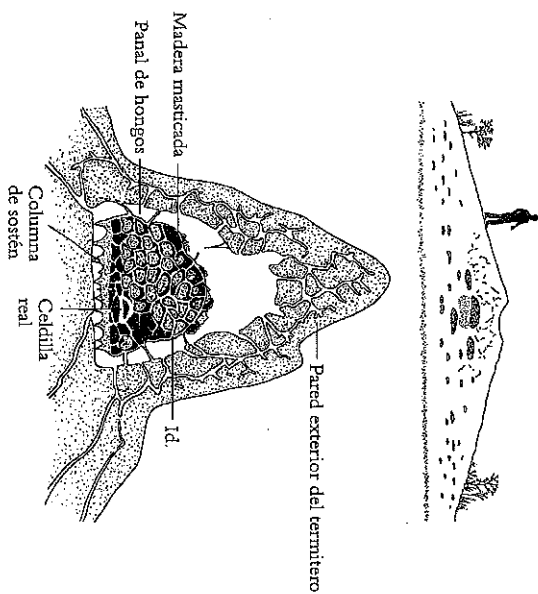


FIGURA 12.5. Nidos de la colonia de termes constructores de termiteros del género africano *Macrotermes*, en sección transversal. El nido dibujado en la parte superior tenía treinta metros de diámetro. El nido cortado en la parte inferior muestra la arquitectura que crea el acondicionamiento de aire. El aire del centro es calentado por el metabolismo de los termes, lo que hace que ascienda y atraviese las salidas de la parte superior del termitero, al tiempo que el aire fresco es absorbido desde los canales subterráneos situados alrededor de los bordes del nido. El flujo constante mantiene la temperatura, así como los niveles de oxígeno y de dióxido de carbono, casi constantes para los termes que viven en el termitero, que pueden llegar a un millón. (Modificado de Edward O. Wilson, *The Insect Societies*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1971. Basado en las investigaciones de Martin Lüscher.)

Mesozoico construyeron pequeñas civilizaciones siguiendo su instinto, extendiendo su ámbito por todas partes, a través de la vegetación en descomposición en la superficie, y penetrando en profundidad en el suelo situado debajo.

Evolucionaron en complejidad al tiempo que proliferaban nuevas especies a lo largo de decenas de millones de años. Muchas se convirtieron en depredadores (los principales cazadores de insectos,

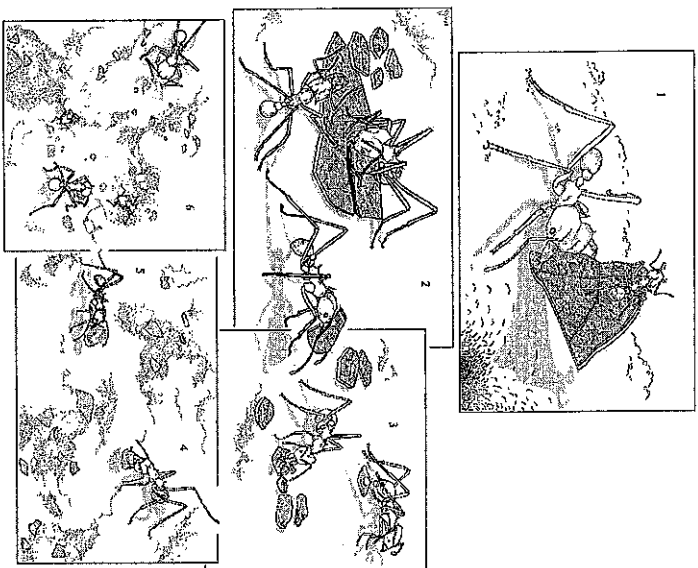


Figura 12.6. La cadena de montaje de las hormigas cortadoras de hojas, insectos dominantes de los trópicos americanos, es el comportamiento social más complejo de cualquier animal conocido. 1) Grandes obreras *media* encuentran vegetación fresca, cortan fragmentos de la misma y los acarrear hasta el nido; están acompañadas por minúsculas *minima* que las protegen de las moscas parásitas. 2) Dentro del nido, obreras más pequeñas cortan los fragmentos en pedacitos de 1 mm de ancho. 3) Hormigas *media* todavía más pequeñas mastican los pedacitos hasta convertirlos en pulpa. 4, 5) Hormigas *minima* añaden pulpa al huerto o cuidan de los hongos que allí crecen. (De Bert Hölldobler y Edward O. Wilson, *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*, W.W. Norton, Nueva York, 2011.)

arañas, cochinillas y otros invertebrados de hábitos terrestres), y sus descendientes viven todavía entre nosotros. Las hormigas adoptaron también un papel funerario básico, al alimentarse de los restos de pequeños animales muertos por enfermedad o accidente. De igual importancia o más para todos los ecosistemas terrestres, se convierte-



Figura 12.7. Obreras de la hormiga tejedora australiana (*Oecophylla smaragdina*); construyen nidos en el dosel arbóreo juntando hojas para formar cámaras, y después uniéndolas mediante hilos de seda que consiguen que emitan sus larvas con aspecto de querosas. (De Bert Hölldobler y Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*, W.W. Norton, Nueva York, 2009. Fotografía de Bert Hölldobler.)

ron en los principales organismos a la hora de airear y remover el suelo, superando incluso la labor de las lombrices de tierra.

He estimado de manera (muy) aproximada que el número de hormigas que viven en la actualidad es, en la potencia de diez más cercana, de 10^{15} , diez millares de billones. Si, por término medio, cada hormiga pesa la millonésima parte de un ser humano, puesto que hay un millón de veces más hormigas que humanos (del orden de 10^{10}), todas las hormigas que viven en la Tierra pesan aproximadamente tanto como todos los humanos. Esta cifra no es tan impresionante como puede parecer. Considere el lector lo siguiente: si

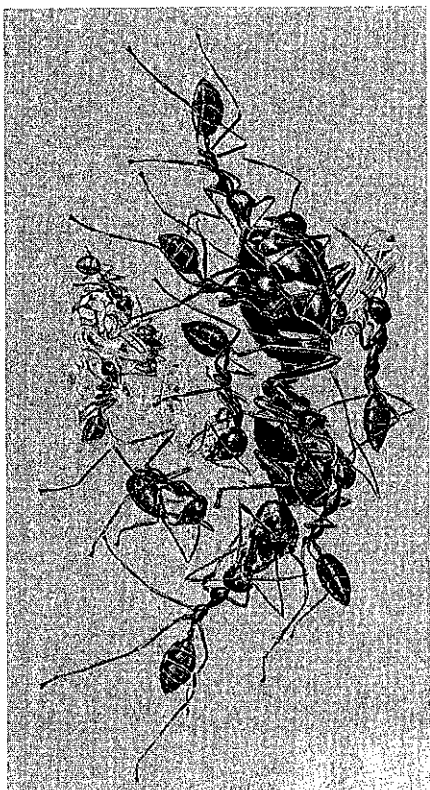


FIGURA 12.8. Las castas en una colonia de hormigas tejedoras africanas (*Oecophylla longinoda*) incluyen la reina, rodeada de obreras mayores, que la alimentan y la acicalan, y las obreras menores, que cuidan de las larvas de aspecto de queresa, de los huevos y de las ninfas. Otras obreras mayores construyen nidos aéreos con hilos de seda que proporcionan las larvas. (De George F. Oster y Edward O. Wilson, *Castes and Ecology in the Social Insects*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1978. Pintura de Turid Hölldobler.)

podría reunirse a todas las personas vivas y amontonarlas como si fueran troncos, el resultado sería un cubo de poco más de un kilómetro de lado. De modo que si todas las hormigas pudieran recolectarse y amontonarse igualmente, constituirían un cubo de tamaño similar. Ambos cubos podrían ocultarse fácilmente en una pequeña sección del Gran Cañón del Colorado. Si los juzgamos únicamente por el protoplasma, podrían parecer un espectáculo poco menos que grandioso. Pero ¡qué magníficos ejemplares son estos dos conquistadores de la Tierra!, y nuestro cometido es observarlos y compararlos.

15

Explicación del altruismo y la eusocialidad de los insectos

La humanidad se originó como una especie biológica en un mundo biológico, y en este sentido estricto ni más ni menos que lo que hicieron los insectos sociales. ¿Qué fuerzas genéticas evolutivas empujaron a nuestros antepasados hasta el umbral de la eusocialidad, y después a través de este? Solo recientemente han empezado los biólogos a resolver este dilema. Pueden encontrarse pistas vitales en las historias de las especies animales, y en especial en los invertebrados sociales, que mucho antes habían abierto la misma senda. La clave, según descubrieron los investigadores, no consistía en basarse en ningún conjunto lógico de premisas de lo que podía haber ocurrido durante el origen de los insectos y otros invertebrados eusociales, no consistía en depender de teorías construidas matemáticamente de lo que podía haber ocurrido, sino en ensanchar, a partir de observaciones de campo y de laboratorio, lo que *ocurrió* en realidad. Con cautela, paso a paso, hemos empezado a reconstruir este relato a partir de las pruebas empíricas. Después podrán usarse los principios básicos de la genética y la evolución citados, tentativamente en el mejor espíritu de la ciencia, para abordar la condición humana.

Los primeros pasos hacia una reconstrucción sólida de la historia de los invertebrados, en especial la de los insectos, los dieron a mediados del siglo pasado varios grandes entomólogos: William M. Wheeler, Charles D. Michener y Howard E. Evans. Cuando yo era un joven científico conocí personalmente muy bien a Michener y Evans (Michener está vivo y todavía continúa activo en 2012), y aunque

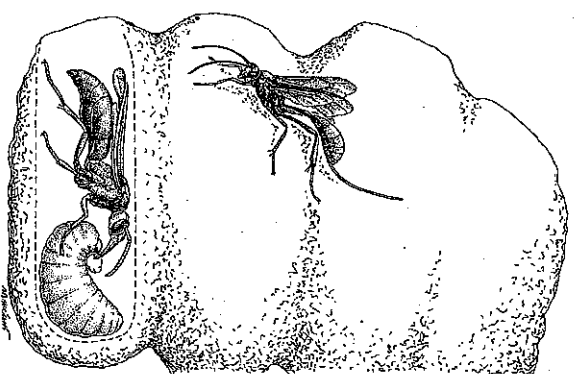


Figura 15.1. Aprovechamiento progresivo de una avispa solitaria. Un corte sagital del nido muestra a una hembra de *Synagris cornuta* alimentando a su larva con un fragmento de oruga. Una avispa icneumonídea parásita, *Ogyrynchobius violator*, acecha en el exterior del nido, a la espera del momento adecuado para atacar a la larva. (David P. Cowan, «The solitary and presocial Vespidae», en Kenneth G. Ross y Robert W. Matthews, eds., *The Social Biology of Wasps*, Comstock Pub. Associates, Ithaca, NY, 1991.)

Wheeler murió en 1937, cuando yo todavía era un muchacho, he estudiado sus investigaciones tan a fondo y he oído tantas cosas acerca de su vida que me siento como si también lo hubiera conocido personalmente.

Los tres hombres eran naturalistas auténticos de un tipo, que hoy en día es muy necesario en las fronteras de la biología. Consagraron sus carreras científicas a aprender todo lo que se podía conocer acerca del grupo de organismos en el que se especializaron. Cada uno de ellos se convirtió en una autoridad mundial: Michener en las abejas, Evans en las avispas y Wheeler en las hormigas. Su pasión era la cien-

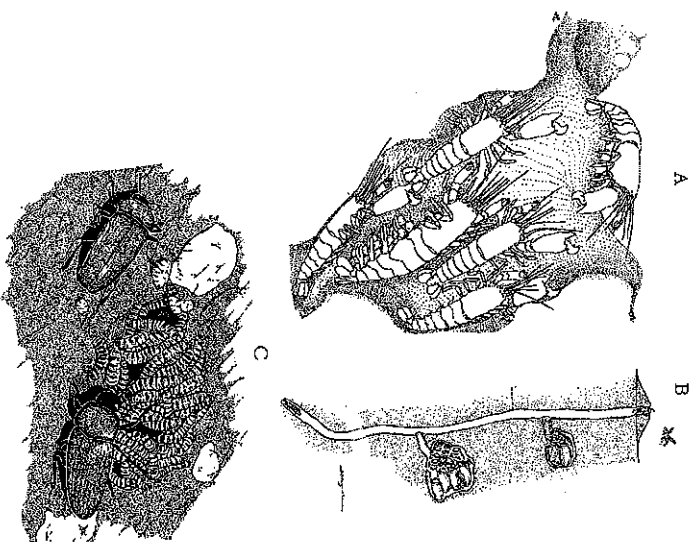


FIGURA 15.2. Especies a ambos lados del umbral de la eusocialidad. A) Colonia de un camarón chasquador primitivamente eusocial, *Synalpheus*, que ocupa una cavidad excavada en una esponja. La gran reina (miembro reproductor) es sostenida por su familia de obreros, una de las cuales vigila la entrada del nido (de Duffy). B) Colonia de la abeja halicida *Lasius niger*, primitivamente eusocial, que ha excavado un nido en el suelo (de Sakagami y Hayashida). C) Escarabajos evolucionados del género *Pheidole*, que conducen a sus larvas a su alimento fúngico (de Costa); este nivel de cuidado de los progenitores está muy extendido entre los insectos y otros artrópodos, pero no se sabe que haya dado nunca origen a la eusocialidad. Estos tres ejemplos ilustran el principio de que el origen de la eusocialidad requiere la predación de un lugar de nidificación construido y guardado. (J. T. Costa, *The Other Insect Societies*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2006; J. Emmett Duffy, «Ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp», en J. Emmett Duffy y Martin Thiel, eds., *Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems: Crustaceans as Model Organisms*, Oxford University Press, Nueva York, 2007; S. F. Sakagami y K. Hayashida, «Biology of the primitively social bee, *Halictus duplex* Dalla Torre II: Nest structure and immature stages», *Insectes Sociaux* 7 [1960], pp. 57-98.)

cia de la clasificación, pero también se aventuraron más allá: a la ecología de sus sujetos de elección, la anatomía, los ciclos biológicos, las relaciones evolutivas, el comportamiento. Si uno tenía la gran fortuna de salir al campo con uno de los tres, te podía citar el nombre científico de cada abeja (Michener), avispa (Evans) y hormiga (Wheeler) que encontráramos, y relataba con entusiasmo todo lo que se había descubierto acerca de aquella especie hasta el momento. *Cada uno de ellos tenía una sensibilidad especial para el organismo*, y esto era lo que importaba.

La gran cantidad de conocimientos biológicos acumulados por muchos de estos científicos naturalistas que trabajan en el campo y el laboratorio ha hecho posible desarrollar una imagen clara de cómo y por qué surgió la eusocialidad, el estado más avanzado del comportamiento social. La secuencia tuvo dos fases. Primera, en todas las especies animales que han alcanzado la eusocialidad (todas ellas sin excepción conocida) la cooperación altruista protege un nido persistente y defendible de los enemigos, ya sean depredadores, parásitos o competidores. Segunda, después de haber alcanzado esta fase, se establece el marco idóneo para el origen de la eusocialidad, en la que los miembros del grupo pertenecen a más de una generación y se reparten el trabajo de una manera que sacrifica al menos algunos de sus intereses personales a los del grupo.

Para imaginar el proceso de una manera concreta, consideremos una avispa solitaria que construye un nido en el que cría a sus hijos. Esta es la fase a la que han llegado aves y cocodrilos. En el ciclo biológico de las especies de avispas ordinarias, las crías abandonan el nido cuando maduran, y se dispersan para reproducirse y construir nidos por su cuenta, como hacen, por ejemplo, aves y cocodrilos. Si al menos algunos de los componentes de la siguiente generación permanecen en el nido en lugar de dispersarse, el grupo resultante habrá alcanzado el umbral de la eusocialidad. Después esta barrera es fácil de cruzar, aunque no es en absoluto fácil mantener posteriormente esta situación. Abejas de al menos algunas especies solitarias (y abejas comunales que ocupan una madriguera común pero que construyen celdas privadas) pueden convertirse al estado primitiva-

mente eusocial colocando simplemente juntas dos abejas en un espacio tan pequeño que solo puedan construir un nido o celda privada. La pareja forma enseguida un orden de piqueo del tipo que se observa en las poblaciones naturales de abejas primitivamente eusociales. La hembra dominante, la «reina», permanece en el nido, se reproduce y guarda el nido, mientras que la hembra subordinada, la «obrero», sale en busca de alimento.

En la naturaleza la misma disposición puede estar programada genéticamente, con la madre insecto que permanece en el nido rodeada de sus descendientes, de modo que la madre se convierta en reina y los descendientes se convierten en obreros. El único cambio genético necesario para alcanzar la fase final es la adquisición de un alelo (una nueva forma de un único gen) que silencie el programa cerebral para la dispersión e impida que la madre y sus hijos se dispersen para crear nuevos nidos.

Tan pronto como llega a existir un grupo cohesivo de este tipo, empieza la selección natural que actúa al nivel del grupo. Esto significa que un individuo en un grupo capaz de reproducirse lo hace mejor, o peor, que un individuo solitario, idéntico en todo lo demás, en el mismo ambiente. Lo que determina el resultado son los rasgos emergentes debidos a las interacciones de sus miembros. Dichos rasgos incluyen la cooperación en la expansión, la defensa y el agrandamiento del nido, la obtención de alimento y la cía de los jóvenes inmaduros; en otras palabras, todas las acciones que un insecto solitario y reproductor realizaría normalmente por sí solo.

Cuando el alelo que prescribe los anteriores rasgos emergentes del grupo predomina sobre alelos en competencia que prescriben la dispersión por los individuos desde el nido, la selección natural sobre el resto del genoma está libre para crear formas más complejas de organización social. No obstante, en los estadios más tempranos de la evolución eusocial, actúa primero sobre la predisposición ya existente a la dominancia y a la división del trabajo. Posteriormente, más del resto del genoma (es decir, todo el código genético) puede participar al nivel del grupo, creando sociedades cada vez más complejas.

En la imagen antigua y convencional, la de la selección de parentesco y el «gen egoísta», el grupo es una alianza de individuos emparentados que cooperan entre sí porque están emparentados. Aunque potencialmente entran en conflicto, sin embargo acceden de forma altruista a las necesidades de la colonia. Las obreras están dispuestas a sacrificar de esta manera algo de su potencial reproductivo personal, o todo, porque son parientes y comparten genes con ellas por su genealogía común. Así, cada una beneficia a sus propios genes «egoístas» al promover genes idénticos que también se presentan en los miembros de su grupo. Aunque dé su vida para el beneficio de una madre o una hermana, un insecto que actúe así aumentará la frecuencia de los genes que comparte con sus parientes. Los genes que aumenten incluirán los que provocaron el comportamiento altruista. Si otros miembros de la colonia se comportan de manera similar, la colonia en su conjunto puede derrotar a grupos compuestos exclusivamente por individuos egoístas.

El enfoque de gen egoísta puede parecer completamente razonable. De hecho, la mayoría de los biólogos evolutivos lo aceptaron como un dogma virtual... al menos hasta 2010. Aquel año, Martin Nowak, Corina Tarnita y yo demostramos que la teoría de eficacia inclusiva, a menudo denominada teoría de selección de parentesco, es incorrecta tanto desde el punto de vista matemático como del biológico. Entre sus errores básicos figura el que trata la división del trabajo entre la reina madre y sus hijos como «cooperación», y su dispersión desde el nido de la madre como «defección». Pero, tal como he señalado, la fidelidad al grupo y la división del trabajo no son un juego evolutivo. Las obreras no son jugadoras. Cuando la eusocialidad está firmemente establecida, son extensiones del fenotipo de la reina, en otras palabras, expresiones alternativas de sus genes personales y de los del macho con el que la reina se apareó. Efectivamente, las obreras son robots que ella ha creado a su imagen y que le permiten generar más reinas y machos de lo que sería posible si fuera solitaria.

Si dicha percepción es correcta, y creo que lo es tanto por lógica como porque encaja con la evidencia, el origen y la evolución de

Los insectos eusociales pueden considerarse como procesos promovidos por la selección natural al nivel del individuo. Se le sigue mejor la pista de una reina a otra y de una generación a la siguiente, con las obreras de cada colonia producidas como extensiones fenotípicas de la reina madre. A menudo, a la reina y sus descendientes se les denomina superorganismos, pero pueden ser calificados igualmente de organismos. La obrera de una colonia de avispas o de una colonia de hormigas que nos ataca cuando perturbamos su nido es un producto del genoma de la reina madre. La obrera defensora es parte del fenotipo de la reina, como los dientes y los dedos son parte de nuestro propio fenotipo.

De inmediato, parece que en esta comparación hay un fallo. La obrera social, desde luego, tiene un padre al igual que una madre, y por lo tanto un genotipo parcialmente diferente del de la reina madre. Cada colonia comprende un conjunto de genomas, mientras que las células de un organismo convencional, al ser clones, componen solo el único genoma del cigoto del organismo. Pero el proceso de selección natural y el nivel único de organización biológica en el que tienen lugar sus operaciones son esencialmente los mismos. Cada uno de nosotros es un organismo constituido por células diploides bien integradas. Lo mismo cabe decir de una colonia eusocial. Cuando nuestros tejidos proliferaban, la maquinaria molecular de cada célula fue alternativamente conectada o silenciada para crear, pongamos por caso, un dedo o un diente. De la misma manera, las obreras eusociales, que se desarrollan en adultas bajo la influencia de feromonas procedentes de los demás miembros de la colonia y otras pistas ambientales, son dirigidas para convertirse en una casta determinada. Esta realizará una tarea o una secuencia de tareas a partir de un repertorio de funciones potenciales integradas en el cerebro colectivo de las obreras. Durante un período de tiempo, raramente durante toda su vida, es un soldado, una constructora de nidos, una nodriza, o una obrera para todo.

Desde luego, es un hecho que la diversidad genética de los rasgos entre las obreras de las colonias eusociales no solo existe, sino que funciona en beneficio de la colonia, como documenta la resis-

tencia a la enfermedad y el control climático del nido. ¿Haría esto de la colonia un grupo de individuos, cada uno de los cuales (en la perspectiva de la teoría de la selección de parentesco) busca maximizar la eficiencia de sus propios genes? Que esto no tiene por qué ser así resulta evidente si se considera que el genoma de la reina está constituido por partes relativamente bajas en la variedad de sus alelos (formas diferentes de cada gen) en aquellos casos en que los rasgos que prescriben necesitan ser inflexibles, pero que en el mismo genoma otras partes tienen una elevada variedad de sus alelos, siempre que dichos rasgos necesitan ser flexibles. La inflexibilidad genética es una necesidad de los sistemas de castas de obreras, y el medio por el que se organizan y por el que se distribuye su trabajo personal. En contraste, la flexibilidad genética en la respuesta de las obreras resulta favorecida en la resistencia a la enfermedad por parte de la colonia y en el control del clima dentro del nido. Cuantos más tipos genéticos existan en una colonia, más probable será que al menos algunos sobrevivan si una enfermedad se extiende por el nido. Y cuanto mayor sea el rango de sensibilidad a la hora de detectar desviaciones de la temperatura, la humedad y la atmósfera desecada, más cerca de su óptimo podrán mantenerse estos componentes del ambiente del nido para la vida de la colonia.

No hay una diferencia genética importante entre la reina y sus hijas en la casta potencial en la que pueden convertirse. Cada óvulo fecundado, desde el momento en que se unen los genomas de la reina y del macho, puede convertirse en una reina o en una obrera. Su destino depende de las particularidades del ambiente que experimenta cada miembro de la colonia durante su desarrollo, que incluyen la estación en que nace, el alimento que come y las feromonas que detecta. En este sentido, las obreras son robots, producidos por la reina madre como partes ambulatorias de su fenotipo.

En las colonias de himenópteros sociales (hormigas, abejas, avispas) que son «primitivamente» simples o, en otras palabras, con pocas diferencias anatómicas entre la reina y su prole de obreras, suele producirse una situación de conflicto cuando hay obreras que intentan reproducirse por su cuenta. Normalmente, las demás obreras frus-

tran a la usurpadora, protegiendo así la primacía de la reina. Pueden simplemente alejarla de la cámara de puesta cuando intenta poner allí sus huevos. Pueden amontonarse sobre la transgresora para castigarla, quizá de manera lo bastante grave para mutilarla o matarla. Si la transgresora consigue depositar sus huevos en la cámara de cría, las obreras que son sus colegas reconocen su olor distinto y los extraen y se los comen. Muchos estudios han demostrado que el grado de este conflicto está relacionado con la diferencia genética entre las usurpadoras en potencia y la reina. Parte de este fenómeno puede explicarse por una diferencia en el olor, de base genética, que entonces determina el grado de antagonismo. Incluso así, sigue planteada la cuestión de si dicho conflicto es una prueba en contra de la selección natural a nivel individual, de reina a reina. No es este el caso si se considera que las usurpadoras son equivalentes a las células cancerosas en el organismo de los maníferos. El complejo aparato celular de los maníferos, que comporta células T, receptores de células T, fabricación de células B y el complejo mayor de histocompatibilidad, sirve a las mismas funciones (resistir la infección y el crecimiento celular desenfrenado) que la variabilidad genética entre los descendientes de la reina.

La selección de grupo tiene lugar, en el sentido de que el éxito o el fracaso de la colonia dependen de lo bien que la colectividad de la reina y de sus descendientes se comporte en la competencia con los individuos solitarios y con otras colonias. La selección de grupo es una idea útil a la hora de identificar de forma precisa las dianas de la selección cuando las reinas (y las colonias que las rodean) compiten con otras reinas. Pero quizá la selección multinivel, en la que la evolución colonial se considera como el resultado del enfrentamiento entre los intereses de la obrera individual y los de su colonia, ya no sea un concepto útil sobre el que construir modelos de evolución genética en los insectos sociales.

Además, la idea misma de altruismo en el seno de una colonia de insectos, aunque es una bonita metáfora, resulta tener poco valor analítico en ciencia. Si el objeto de interés es el altruismo en el sentido del sacrificio de la reproducción personal, es probable que el

objetivo de explicarlo mediante la teoría de la selección multinivel sea ilusorio. La madre, con sus genes tamizados por la selección individual, tiene el poder de crear obreras para mejorar su eficiencia darwiniana. Si se elimina este poder, la reina fracasa:

Resulta notable que Darwin hallara el mismo concepto básico en *El origen de las especies*, aunque de una forma más elemental. Había pensado muy intensamente acerca del problema de cómo podían evolucionar las obreras estériles de las hormigas mediante selección natural. La dificultad, se lamentaba, «me pareció al principio insuperable, y en realidad fatal para toda mi teoría». Después resolvió el dilema con el concepto que en la actualidad denominamos plasticidad fenotípica, en la que la reina madre y su progenie, juntas, son el objeto de la selección por el ambiente externo. La colonia de hormigas es una familia, sugirió, y «la selección puede aplicarse a la familia lo mismo que al individuo, y lograrse de este modo el fin deseado. Así, una hortaliza de buen sabor es cocinada y el individuo es destruido; pero el horticultor siembra semillas de la misma población, y espera confiado que obtendrá casi la misma variedad. [...] Así creo que ha ocurrido con los insectos sociales: si ligeras modificaciones de estructura, o de instinto, se correlacionaron con la condición estéril de determinados miembros [...] y resultaron ser ventajosas, entonces los machos y las hembras fértiles de la misma comunidad prosperaron y transmitieron a sus descendientes fértiles una tendencia a producir miembros estériles con las mismas modificaciones».

La hortaliza de buen sabor es una bonita metáfora. El superorganismo es la reina, con sus hijas sirvientes que se afanan a su alrededor. Con la biología moderna podemos explicar ahora, así lo creo, de qué manera llegó a existir esta criatura.

¿Qué es la naturaleza humana?

Seguramente todos estaremos de acuerdo en que una definición clara de la naturaleza humana es la clave para comprender la condición humana como un todo. Pero resulta que conseguir esta definición es una tarea extraordinariamente difícil. La naturaleza humana es evidente a través de su manifestación en la vida cotidiana. Su expresión intuitiva es la esencia de las artes creativas y el socialce de las ciencias sociales. Pero su verdadera identidad sigue siendo escurridiza. Puede haber una razón emocional, muy humana, para esta ambigüedad persistente. Si se revelara la naturaleza humana no transformada, cruda, y se consiguiera así la piedra filosófal, ¿qué sería? ¿Qué aspecto tendría? ¿Nos gustaría? Una pregunta mejor puede ser: ¿queremos saberlo realmente?

Quizá la mayoría de las personas, incluidos muchos estudiosos, preferirían mantener la naturaleza humana al menos parcialmente en la oscuridad. Es el monstruo en el pantano fértil del discurso público. Su percepción es distorsionada por el amor propio y las expectativas idiosincrásicas y personales. Los economistas han navegado a su alrededor una y otra vez, mientras que los filósofos lo bastante osados para buscarla han perdido siempre su camino. Los teólogos tienden a rendirse, atribuyéndola en partes diferentes a Dios y al diablo. Los ideólogos políticos, desde los anarquistas hasta los fascistas, la han definido para su ventaja egoísta.

La existencia misma de la naturaleza humana fue negada durante el último siglo por la mayoría de los científicos sociales. Se aferraron al dogma, a pesar de la evidencia creciente, de que todo el com-

portamiento social es aprendido y toda la cultura es el producto de la historia transmitida de una generación a la siguiente. Los líderes de las religiones conservadoras, en cambio, han propendido a creer que la naturaleza humana es una propiedad fija otorgada por Dios... y que ha de ser explicada a las masas por los privilegiados que comprenden Sus deseos. Pablo VI, por ejemplo, en su encíclica de 1969 *Humanae vitae*, explicaba: «El hombre no puede hallar la verdadera felicidad, a la que aspira con todo su ser, más que en el respeto de las leyes grabadas por Dios en su naturaleza, y que debe observar con inteligencia y amor». En particular, dijo que las leyes divinas de la naturaleza humana prohíben cualquier uso de la contracepción artificial.

Creo que numerosas pruebas, que proceden de múltiples ramas del saber en las ciencias y las humanidades, permiten una definición clara de la naturaleza humana. Pero antes de sugerirla, permítame el lector que explique lo que no es. La naturaleza humana no es los genes que la sustentan. Estos prescriben las reglas de desarrollo del cerebro, del sistema sensorial y del comportamiento que producen la naturaleza humana. Ni tampoco pueden definirse colectivamente como naturaleza humana los rasgos universales de la cultura que los antropólogos han descubierto. Los que siguen, por ejemplo, son los sesenta y siete comportamientos e instituciones sociales comparados por todos los cientos de sociedades humanas, según los Archivos del Área de Relaciones Humanas, tal como se compilaron en el estudio clásico de 1945 de George P. Murdock,* y que aquí se listan por orden alfabético:

adestramiento de limpieza, adivinación, adornos corporales, alojamiento, arte decorativo, bromas, calendario, cirugía, cocina, comercio, conceptos del alma, concesión de regalos, control del clima, cortejo, cosmología, cosmumbres de la pubertad, cosmumbres del embarazo, cuidados posnatales, curación por la fe, danza, deportes atléticos, derechos de propiedad, diferenciación jerárquica, división del trabajo, educación, elaboración de utensilios, escatología, estilos de peinado, ética,

* *Outline of Cultural Materials*. (N. del T.)

etiqueta, etnobotánica, fiestas familiares, folclore, gestos, gobierno, graduación por edad, grupos familiares, higiene, horarios de comida, hospitalidad, interpretación de los sueños, juegos, lenguaje, ley, magia, matrimonio, medicina, nomenclatura de parentesco, nombres personales, obstetricia, organización de la comunidad, política demográfica, producción de fuego, propiciación de seres sobrenaturales, reglas de herencia, reglas de residencia, restricciones sexuales, ritos funerarios, ritual religioso, saludos, sanciones penales, supersticiones de suerte, tabúes alimentarios, tabúes de incesto, tejeduría, trabajo cooperativo y vistas.

Es tentador suponer que esta lista no solo es realmente diagnóstica para los seres humanos, sino inevitable para la evolución de cualquier especie en cualquier sistema estelar que alcance el nivel humano de inteligencia elevada y de lenguaje complejo, con independencia de las predisposiciones hereditarias que los apuntalen. Sin embargo, casi con toda seguridad no será así, porque es posible imaginar otros mundos en los que organismos terrestres grandes desarrollen por evolución combinaciones diferentes de rasgos culturales. Sería prematuro esperar que cada uno de estos rasgos universales teóricos fuera de naturaleza genética. En cualquier caso, es mejor considerar los rasgos universales humanos como los productos predecibles de algo más profundo.

Si el código genético que subyace en la naturaleza humana se halla demasiado cerca de su social molecular y los rasgos culturales universales se encuentran demasiado lejos del mismo, de ahí se sigue que el mejor lugar para buscar la naturaleza humana hereditaria es a medio camino, en las reglas del desarrollo que los genes prescriben, a través de las cuales se crean los rasgos culturales universales.

La naturaleza humana son las regularidades heredadas del desarrollo mental común a nuestra especie. Son las «reglas epigenéticas», que evolucionaron por la interacción de la evolución genética y cultural que tuvo lugar a lo largo de un prolongado período en la prehistoria profunda. Estas reglas son los sesgos genéticos en la manera en que nuestros sentidos perciben el mundo, la codificación simbó-

lica mediante la cual representamos el mundo, las opciones que automáticamente nos abrimos a nosotros mismos, y las respuestas que encontramos que son las más fáciles y más gratificantes de hacer. De maneras que empiezan a enfocarse a nivel fisiológico e incluso, en unos pocos casos, a nivel genético, las reglas epigenéticas alteran la manera como vemos y clasificamos lingüísticamente el color. Provoan que evaluemos la estética del diseño artístico según formas abstractas elementales y el grado de complejidad. Determinan los individuos que, como norma, encontramos sexualmente más atractivos. Hacen que adquiramos diferencialmente miedos y fobias relacionados con peligros del ambiente, como serpientes y alturas; que nos comuniquemos mediante determinadas expresiones faciales y formas de lenguaje corporal; que establezcamos lazos con los niños, que establezcamos lazos conyugales, y así sucesivamente a través de una extensa gama de otras categorías del comportamiento y el pensamiento. Es evidente que la mayoría de las reglas epigenéticas son muy antiguas, y se remontan a millones de años en nuestro linaje de mamíferos. Otras, como las fases de desarrollo lingüístico, solo tienen cientos de miles de años de antigüedad. Al menos una, la tolerancia del adulto a la lactosa de la leche, y en consecuencia el potencial de una cultura basada en los productos lácteos en algunas poblaciones, se remonta a unos pocos miles de años.

Tal como indica el prefijo *epi-* en la palabra «epigenética», las reglas del desarrollo fisiológico no están integradas genéticamente. No se hallan más allá del control consciente, como lo están los «comportamientos» autónomos del latido cardíaco y de la respiración. Son menos rígidos que los reflejos puros, como el parpadeo ocular y el espasmo rotuliano. El reflejo más complejo es la respuesta de sobresalto. Si uno se acerca por detrás a otra persona sin ser visto y emite un ruido súbito y fuerte (un grito, el choque de dos objetos), esta, en una fracción de segundo, más rápidamente de lo que la corteza frontal puede procesar la respuesta, relajará su cuerpo, cerrará los ojos, abrirá la boca, dejará caer la cabeza hacia delante y doblará ligeramente las rodillas. En la naturaleza y en la vida moderna, su respuesta la prepara de manera instantánea e inconsciente para

la colisión o el golpe que es probable que vengan después. La vida de esta persona puede ser salvada en otro momento del ataque de un enemigo o un depredador. La respuesta de sobresalto está rígidamente prescrita por los genes, pero no forma parte de la naturaleza humana como percibimos de manera intuitiva. Es un reflejo tipo, efectuado por completo fuera de la mente consciente.

Los comportamientos creados por reglas epigenéticas no son innatos como los reflejos. En cambio, son las reglas epigenéticas las que son innatas, y por ello componen el verdadero núcleo de la naturaleza humana. Estos comportamientos son aprendidos, pero el proceso es lo que los psicólogos denominan «preparado». En el aprendizaje preparado, estamos predispuestos de manera innata a aprender y, por lo tanto, reforzar una opción sobre otra. Estamos «contrapuestos» para hacer elecciones alternativas, o incluso para evitarlas activamente. Por ejemplo, estamos preparados para desarrollar con gran rapidez un temor a las serpientes, que fácilmente llega hasta el punto de ser una fobia, pero no estamos preparados por instinto a tratar a otros reptiles, como las tortugas y los lagartos, con ningún grado parecido de revulsión. El aprendizaje preparado nos atrae a encontrar la belleza en un terreno de parque cruzado por un arroyo, pero nos hallamos contrapuestos para hacer lo mismo para el interior de bosques oscuros. Tales respuestas nos parecen «naturales», aunque tienen que ser aprendidas, y esta es precisamente la cuestión.

¿Cómo han evolucionado estas reglas epigenéticas de aprendizaje? Empecé a pensar en profundidad sobre el proceso en la década de 1970, cuando las controversias acerca de la herencia frente al ambiente y a los genes frente a la cultura eran políticas y frenéticas. La raíz del problema, tal como yo lo veía, era la manera en que la evolución de los genes afecta a la evolución de la cultura. Esta interacción presentaba un reto teórico de dificultad excepcionalmente interesante.

En 1979 invité a Charles J. Lumsden, un joven físico teórico de capacidad demostrada, a unirse a mí en un estudio de esta cuestión. Pronto nos dimos cuenta de que el proceso solo podría desvelarse si tratábamos su misterio no como un problema no resuelto, sino como

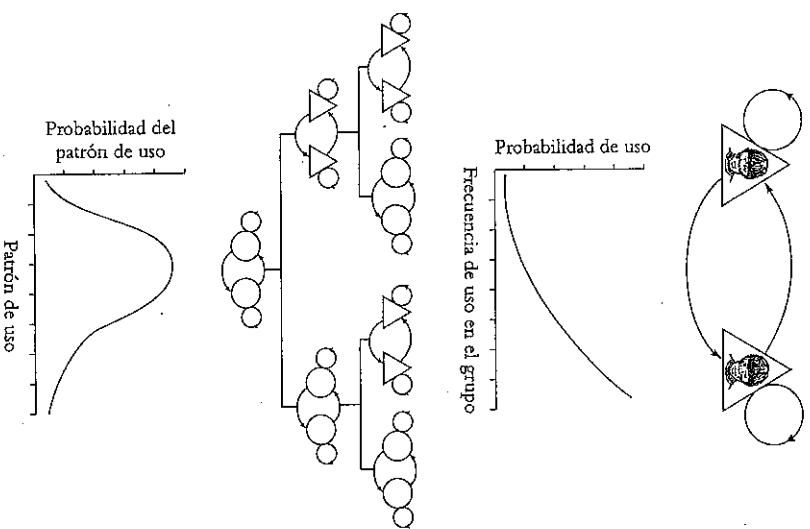


Figura 20.1. Dinámica de la coevolución gen-cultura. Los estados que llevan desde la toma de decisiones individuales a la creación de diversidad entre culturas, vienen ilustrados por la decoración corporal en los indios tapirapé de Brasil. Los procesos se expresan en forma abstracta, según se sigue de la teoría de la coevolución gen-cultura. De arriba abajo, la secuencia es como sigue: el individuo elige si adornará su cuerpo o no; y pasa de una opción a otra a una determinada tasa; su tasa de cambio depende de la frecuencia con que otros expresan una preferencia por una elección u otra; cada uno de los individuos en un grupo tribal (ilustrado en el tercer panel inferior) o sociedad, o bien utiliza el adorno corporal o no; a partir de toda esta información, el antropólogo (panel inferior) puede estimar la probabilidad de que un determinado porcentaje del grupo use adornos, es decir, de que exista un patrón de uso particular en un momento dado en el tiempo. (De Charles J. Lumsden y Edward O. Wilson, *Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1983.)

un par de ellos. El primer problema era identificar la base instintiva, y por ende no cultural, de la naturaleza humana. El segundo problema, menos tratable todavía, era la relación causal entre la evolución de los genes y la evolución de la cultura, o la «coevolución gen-cultura», como decidimos llamarla. Ya hacía tiempo que era evidente que muchas propiedades del comportamiento social humano se ven afectadas por la herencia, tanto para la especie en su conjunto como para diferencias entre miembros de la misma población. También era evidente que las propiedades innatas de la naturaleza humana tuvieron que haber evolucionado como adaptaciones. Asimismo supusimos que la clave para la solución es la preparación y contrapreparación en la manera en que la gente aprende la cultura. En los dos años siguientes, Lumsden y yo construimos y presentamos la primera teoría de la coevolución gen-cultura.

Otros investigadores tomaron la idea de la coevolución gen-cultura, aunque pusieron especial énfasis en la evolución cultural. Consideraban que la evolución genética es principalmente una fuerza que ha dado origen a la capacidad para la cultura, o alternativamente como una fuerza en una senda doble y que corre más o menos separadamente a lo largo de la evolución cultural, prestando poca atención a las interacciones, las reglas epigenéticas o a los componentes genéticos por los que tiene lugar la coevolución.

Esta parcialidad es curiosa, dado que en las décadas de 1970 y 1980 ya se disponía de pruebas sustanciales de las propiedades genéticas del tipo que por lo general se cita como parte de la «naturaleza humana», con influencias palpables sobre algunos aspectos de la evolución cultural. El sesgo pudo haber surgido como un exceso de cautela en deferencia a la concepción de la mente como una «página en blanco» o una tabla rasa, que negaba totalmente la existencia del instinto humano. La preferencia general en las décadas de 1970 y 1980 favorecía, en cambio, lo que podía denominarse hipótesis del «gen de Prometeo». La evolución genética produjo la cultura, según los defensores de esta idea, pero solo en el sentido de que creó la capacidad para la cultura. Durante este período, los científicos sociales, con unas pocas excepciones notables, aceptaron a la vez el cere-

bro como página en blanco y el gen de Prometeo como una manera de afirmar la autonomía de las ciencias sociales y las humanidades. Esta visión biológicamente adimensional de la evolución social se deducía además de una segunda hipótesis clave, la unidad psíquica de la humanidad. Esta opinión sostenía que la cultura humana evolucionó durante un tiempo demasiado corto para que se hubiera producido evolución genética, al menos más allá del genotipo prometeico de uso múltiple que separa a la humanidad de todas las demás especies animales.

A primera vista, podría parecer que la evolución cultural tendería, efectivamente, a inhibir o incluso invertir la evolución genética. El uso de fuegos de campamento, de moradas cerradas y de ropa de abrigo permitió a los humanos sobrevivir y reproducirse en partes del mundo en las que, de otro modo, la supervivencia durante el invierno hubiera sido imposible. Además, los métodos mejorados de caza y de plantación de cosechas permitieron que la gente prosperara en hábitats en los que normalmente se hubieran enfrentado al hambre. Entonces puede preguntarse de manera razonable: ¿por qué ser gobernado por los genes si los cambios culturales pueden seguir de manera tan rápida el mismo resultado?

De hecho, es cierto que la evolución cultural tiende indudablemente a reprimir la evolución genética. Aun así, existen abundantes nuevos retos y nuevas oportunidades en los muchos hábitats del mundo que también pueden abordarse (o, al menos, abordarse de manera más efectiva) por un cambio en los genes conducido por la selección natural, incluidos alimentos, enfermedades y regímenes climáticos extraños y nuevos. La explosión de nuevas mutaciones que tuvo lugar después de la salida de África hace unos 60.000 años creó un gran número de estos nuevos genes potencialmente adaptativos. Sería sorprendente que no hubiera ocurrido evolución genética en las diferentes poblaciones a medida que colonizaban el resto del mundo.

El ejemplo de referencia de coevolución gen-cultura que se ha producido en milenios recientes es el desarrollo de la tolerancia a la lactosa en los adultos. En todas las generaciones humanas previas, la producción de lactasa, la enzima que convierte el azúcar lactosa en

azúcares digeribles, se hallaba presente solo en los niños. Cuando se destetaba a los niños de la leche de su madre, su cuerpo automáticamente interrumpía la producción ulterior de lactasa. Cuando se desarrolló la ganadería hace de 9.000 a 3.000 años, de forma diversa e independiente en el norte de Europa y África oriental, se extendieron culturalmente mutaciones que mantenían la producción de lactasa en la vida adulta, permitiendo así el consumo continuado de leche. La ventaja de utilizar leche y sus productos derivados para la supervivencia y la reproducción resultó ser enorme. Los rebaños de vacas lecheras, cabras y camellos se cuentan entre los recursos alimentarios más productivos, fiables y disponibles todo el año para los seres humanos. Los genetistas han descubierto cuatro mutaciones independientes que prolongan la producción de lactasa, una en Europa y tres en África.

La tolerancia a la lactosa es un ejemplo de lo que los ecólogos y los investigadores de la evolución humana denominan «construcción del nicho». En el caso de la coevolución gen-cultura de la producción de la lactosa, el nicho se creó para incluir la domesticación del ganado como una fuente alimentaria principal y nueva. Los genes mutantes se hallaban disponibles en frecuencias muy bajas, y rápidamente sustituyeron a las otras variantes, más antiguas. Además, eran genes que codificaban proteínas, que es el principal medio por el que se dan cambios en tejidos específicos, en este caso en el tubo digestivo.

A lo largo del último medio siglo, antropólogos y psicólogos han descubierto un gran número de estos procesos coevolutivos entrelazados. En su conjunto, forman una clase de cambios genéticos de tipo diferente a la adquisición de tolerancia a la lactosa. Son universales en la humanidad moderna, y también antiguos, pues sus orígenes son anteriores a la aparición del *Homo sapiens* moderno y, al menos en algunos casos, incluso a la separación humano-chimpancé de hace más de seis millones de años. Operan al nivel de la cognición y de la emoción, y su efecto sobre la evolución del lenguaje y la cultura ha sido a la vez profundo y amplio. Constituyen gran parte de lo que intuitivamente se denomina «naturaleza humana».

Uno de los ejemplos más importantes y mejor conocidos es la evitación del incesto. Los tabúes sobre el incesto son un rasgo cultural universal. Todos los cientos de sociedades que los antropólogos han estudiado toleran, y ocasionalmente incluso fomentan, el matrimonio entre primos hermanos, pero lo prohíben entre hermanos y medio hermanos. En tiempos históricos, unas poquísimas sociedades han institucionalizado el incesto hermano-hermana para algunos de sus miembros. El elenco incluye los incas, hawaianos, algunos tatis, los antiguos egipcios, los monomotas de Zimbabue, los ankole, buganda y bunyoro de Uganda, los nyanza del Congo, zande y shilluk de Sudán, y dahomeyanos. En cada caso la práctica estaba rodeada de ritual y limitada a la realeza o a otros grupos de estatus social elevado. El poder político se transmitía a través de la línea masculina, y a los hombres se les consentía que tuvieran múltiples esposas, lo que les permitía engendrar niños separados, no incestuosos.

En todos los demás lugares el incesto hermano-hermana se evita de manera estricta. Una revulsión personal contra él es reforzada en la mayoría de las culturas mediante tabú y ley. Se comprende perfectamente el riesgo de tener hijos deficientes debido al incesto. De promedio, cada persona porta en algún punto de sus veintitres pares de cromosomas al menos dos lugares que presentan genes recesivos que son defectuosos en algún grado, y en casos extremos letales. En cada lugar, el gen recesivo se encuentra en un cromosoma, y su contraparte en el otro es normal. Cuando ambos cromosomas presentan el gen defectivo, la persona que los porta desarrolla la enfermedad, o al menos tiene una gran probabilidad de adquirirla. El defecto puede darse incluso en el útero, lo que produce un aborto espontáneo. En cambio, si uno de los genes es normal, anula el impacto del gen defectuoso, y el individuo se desarrolla normalmente. De ahí el término «recesivo»: el gen está oculto en presencia de su contraparte normal, «dominante». Ahora se sabe que los lugares vulnerables incluyen tanto genes codificadores de proteínas como regiones reguladoras del ADN entre los genes. Tales enfermedades, ya sean del todo recesivas o principalmente recesivas en el control genético, incluyen la degeneración macular, la enfermedad inflamatoria intestinal, el cán-

cer de próstata, la obesidad, la diabetes de tipo 2 y la enfermedad cardíaca congénita.

La consecuencia destructiva del incesto es un fenómeno general no solo en los humanos sino también en plantas y animales. Casi todas las especies vulnerables a la depresión endogámica moderada o severa utilizan algún método programado biológicamente para evitar el incesto. En los simios, monos y otros primates no humanos, el método tiene dos niveles. En primer lugar, en las diecinueve especies sociales cuyos patrones reproductivos se han estudiado, los individuos jóvenes tienden a practicar el equivalente de la exogamia humana. Antes de llegar al tamaño adulto completo, abandonan el grupo en el que han nacido y se incorporan a otro. En los lémmings de Madagascar y en la mayoría de las especies de monos, tanto los del Viejo como los del Nuevo Mundo, son los machos los que emigran. En los colobos rojos, los papiones sagrados, los gorilas y los chimpancés de África, son las hembras las que se van. En los monos aulladores de América Central y del Sur, se van los dos sexos. Los jóvenes inquietos de estas diversas especies de primates no son expulsados del grupo por adultos agresivos. Por el contrario, su marcha parece ser enteramente voluntaria.

En los humanos, exactamente el mismo fenómeno se produce en la forma de exogamia, en la que jóvenes adultos, en general mujeres, se intercambian entre tribus. Las consecuencias de los intercambios exogámicos en la cultura son muchos, y han sido analizados en detalle por los antropólogos. Sin embargo, para la explicación del origen de la exogamia como instinto de profundo valor genético no hemos de ir más allá que el patrón universal que siguen todas las demás especies de primates.

Sea cual sea su origen evolutivo último, y con independencia de cómo afecte al éxito reproductor, la emigración de los jóvenes primates antes de alcanzar la madurez sexual completa reduce mucho el potencial para la endogamia. Pero la barrera contra la endogamia es reforzada por una segunda línea de resistencia. Esta es la evitación de la actividad sexual entre los individuos estrechamente emparentados que permanecen con su grupo natal. En todas las especies de prima-

tes no humanos sociales cuyo desarrollo se ha estudiado con detalle, entre ellos los tíes y tamarinos de Sudamérica, los macacos asiáticos y los papiones y chimpancés, los adultos, tanto los machos como las hembras, presentan el «efecto Westermarck»: en la actividad sexual rechazan a los individuos con los que estuvieron estrechamente asociados en su vida temprana. Madres e hijos casi nunca copulan, y los hermanos y hermanas mantenidos juntos se aparean con mucha menor frecuencia que los individuos más lejanamente emparentados.

Esta respuesta elemental la descubrió, no en monos y simios, sino en seres humanos, el antropólogo finlandés Edward A. Westermarck, e informó por primera vez de ella en su obra maestra de 1891, *Historia del matrimonio*. Desde aquella fecha, la existencia del fenómeno ha tenido un respaldo creciente por parte de muchas fuentes. Ninguna de ellas es más persuasiva que el estudio de los «matrimonios menores» en Taiwan por parte de Arthur P. Wolf, de la Universidad de Stanford, y sus colaboradores. Los matrimonios menores, antaño muy extendidos en la China meridional, son aquellos en los que niñas no emparentadas son adoptadas por familias, criadas con los hijos biológicos en una relación ordinaria de hermano-hermana, y después se casan con los hijos. La motivación de la práctica parece ser la de asegurar pareja para los hijos cuando se combinan una proporción sexual desequilibrada y la prosperidad económica para crear un mercado de matrimonio muy competitivo entre los machos para conseguir hembras núbiles.

A lo largo de cuatro décadas, de 1957 a 1995, Wolf estudió las historias de 14.200 mujeres taiwanesas contratadas para matrimonios menores durante la parte final del siglo XIX y la inicial del XX. Las estadísticas se complementaron con entrevistas personales con muchas de estas «pequeñas nueras», o *sim-pua*, tal como se las conoce en el lenguaje hokkien, así como con sus amigos y parientes.

Lo que Wolf encontró fue un experimento controlado (aunque originalmente no intencionado) sobre los orígenes psicológicos de una porción importante del comportamiento social humano. Las *sim-pua* y sus maridos no estaban emparentados biológicamente, de manera que se eliminaban todos los factores concebibles debidos a

semejanza genética elevada. Pero fueron criados en una proximidad tan íntima como la que experimentan los hermanos y hermanas en los hogares taiwaneses.

Los resultados respaldan de manera inequívoca la hipótesis de Westermarck. Cuando la futura esposa era adoptada antes de los treinta meses de edad, por lo general después se resistía al matrimonio posterior con su hermano *de facto*. A menudo los padres tenían que obligar a la pareja a consumar el matrimonio, en algunos casos mediante amenazas de castigo físico. Los matrimonios terminaban en divorcio con una frecuencia tres veces mayor que los «matrimonios mayores» en las mismas comunidades. Producían casi un 40 por ciento menos de hijos, y se informaba de que un tercio de las mujeres habían cometido adulterio, frente a un 10 por ciento aproximadamente de las esposas de los matrimonios mayores.

En una meticulosa serie de análisis cruzados, Wolf y sus colaboradores identificaron el factor inhibidor clave como la coexistencia cercana durante los primeros treinta meses de vida de cada una de las parejas o de ambas. Cuanto más prolongada e íntima fue la asociación durante este período crítico, más fuerte era el efecto posterior. Los datos permiten la reducción o eliminación de otros factores imaginables que pudieran haber tenido un papel, entre ellos la experiencia de la adopción, el nivel económico de la familia de acogida, la salud, la edad del matrimonio, la rivalidad entre hermanos y la aversión natural al incesto que pudiera haber surgido de confundir a la pareja con hermanos genéticos verdaderos.

Un experimento no intencionado paralelo se ha realizado en los kibbutzim israelíes, en los que los niños son criados juntos en jardines de infancia tan estrechamente como los hermanos y hermanas en las familias convencionales. El antropólogo Joseph Shepher y sus colaboradores informaron en 1971 que de 2.769 matrimonios de jóvenes adultos criados en este ambiente, ninguno fue entre miembros del mismo grupo de edad del kibutz que habían vivido juntos desde el nacimiento. No hubo siquiera ni un solo caso de actividad heterosexual, a pesar del hecho de que los adultos del kibutz no se oponían especialmente a ella.

A partir de estos ejemplos, y de una gran cantidad de pruebas anecdóticas adicionales obtenidas de otras sociedades, es evidente que el cerebro humano está programado para seguir una regla empírica sencilla: *No tengas interés sexual por los que conociste íntimamente durante los primeros años de tu vida.*

¿Es posible que los humanos no sean regidos por el efecto Westermarck pero que en cambio usen simplemente su inteligencia y su memoria para reconocer que el incesto entre hermanos y entre padres e hijos crea hijos deficientes? La respuesta es no. Cuando el antropólogo William H. Durham examinó las creencias de sesenta sociedades de todo el mundo en busca de referencias a cualquier forma de comprensión racional de las consecuencias, observó que solo veinte tenían un cierto grado de conocimiento. Los amerindios tlingit del noroeste del Pacífico, por ejemplo, comprendían de una manera directa que los niños con defectos suelen producirse a veces por matrimonios de parientes muy próximos. Otras sociedades no solo conocían esto, sino que también desarrollaron teorías populares para explicarlo. Los japones de Escandinavia hablaban del *mana*, la fatalidad generada por las parejas incestuosas, que se transmitía a sus hijos. Los kapanku de Nueva Guinea, con una percepción similar, creían que el acto incestuoso provocaba un deterioro de las sustancias vitales. Los habitantes de Sulawesi, Indonesia, eran más cósmicos en su interpretación. Decían que siempre que las personas que se casan tienen determinadas relaciones conflictivas, como ocurre con los parientes cercanos, la naturaleza es arrojada a la confusión.

Curiosamente, mientras que cincuenta y seis de las sesenta sociedades de Durham tenían motivos de incesto en uno o más de sus mitos, solo cinco contenían relatos de efectos nocivos. Un número algo mayor adscribía resultados beneficiosos a las transgresiones, en particular la creación de gigantes y héroes. Pero incluso en este caso el incesto se consideraba algo especial, si no anormal.

El efecto Westermarck es una regla epigenética de coevolución gen-cultura, en el sentido de que es la predisposición heredada de los individuos a seleccionar y transmitir a través de la cultura una de varias (en este caso, dos) opciones posibles. Su paralelismo en la ge-

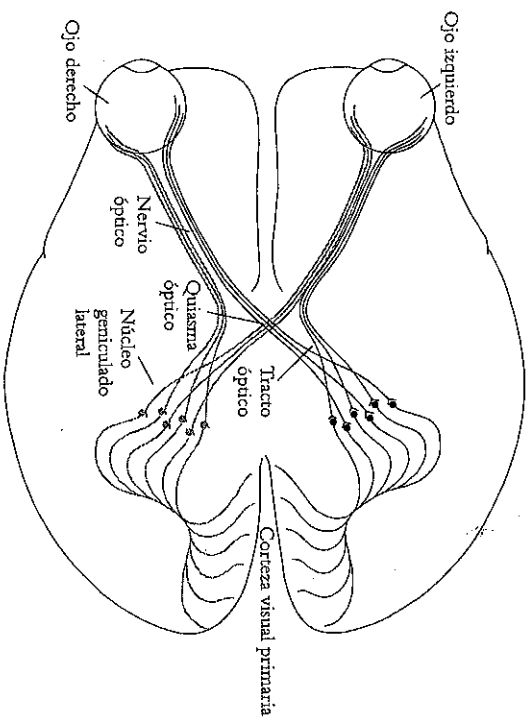


Figura 20.2. Creación del color por el cerebro. Las frecuencias de la luz son seleccionadas en la retina en categorías amplias destinadas a que el cerebro las clasifique como colores. Los impulsos neurales generados por la retina viajan a través del nervio óptico hasta los núcleos geniculados laterales en el tálamo, un importante centro de tránsito y organizador. Desde el tálamo, la información visual viaja a centros de procesamiento en la corteza visual primaria y otras regiones cerebrales. (Basado en David H. Hubel y Torsten N. Wiesel, «Brain mechanisms of vision», *Scientific American*, septiembre de 1979, p. 154; hay trad. cast.: «Mecanismos cerebrales de la visión», *Investigación y ciencia*, noviembre de 1979, p. 104.)

nética médica son los genes de «susceptibilidad» al cáncer, el alcoholismo, la depresión crónica y otras muchas de las más de mil enfermedades hereditarias. Los que poseen los genes no están absolutamente condenados a adquirir el rasgo, pero en determinados ambientes tienen más probabilidades de hacerlo que la persona promedio. Si uno es genéticamente propenso al mesotelioma y trabaja en un edificio que desprende polvo de asbesto, tiene más probabilidades de desarrollar la enfermedad que sus compañeros de trabajo. Si genéticamente uno es propenso al alcoholismo y socializa con bebedores empedernidos, tiene más probabilidades de convertirse en adicto que

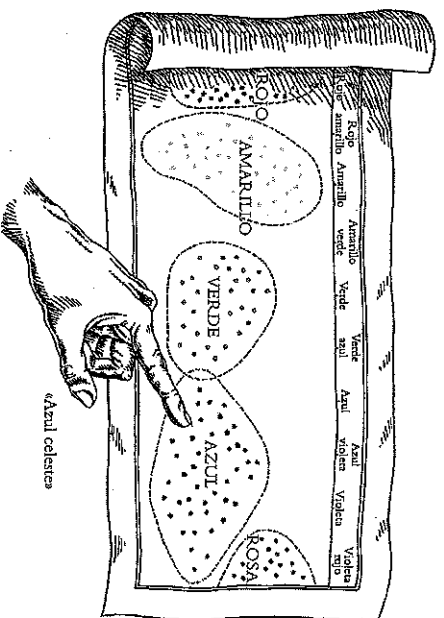


Figura 20.3. El experimento de Berlin-Kay, que demuestra que la percepción innata de los colores primarios guía la evolución de los vocabularios del color. Los hablantes de lenguajes nativos concentran sus términos allí donde la percepción del color es más estable cuando cambia la frecuencia de la onda luminosa. (De Charles Lumsden y Edward O. Wilson, *Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1983.)

sus amigos menos inclinados genéticamente. Las reglas epigenéticas del comportamiento que afectan a la cultura, y que han surgido por selección natural, actúan de la misma manera pero tienen el efecto opuesto. Son la norma, y las desviaciones fuertes de las mismas tienen grandes probabilidades de ser canceladas por la evolución cultural, por la evolución genética, o por ambas. Consideradas de esta manera, tanto las reglas genéticas de la coevolución gen-cultura como de la susceptibilidad a la enfermedad son consistentes con la definición amplia de «epigenética» que utilizan los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos: «Cambios en la regulación de la actividad y la expresión génicas que no dependen de la secuencia de genes», lo que incluye «tanto los cambios heredables en actividad y expresión génica (en la progenie de células o individuos) como también las alteraciones estables y a largo plazo del potencial transcripcional de una célula que no son necesariamente heredables».

En una categoría radicalmente diferente, un segundo caso de coevolución gen-cultura que ha sido asimismo bien investigado es el vocabulario del color. En esta cuestión, los científicos le han seguido la pista directamente desde los genes que prescriben la percepción del color hasta la expresión final de la percepción del color en el lenguaje.

El color no existe en la naturaleza. Al menos, no existe en la naturaleza de la forma que el cerebro ingenuo piensa. La luz visible está compuesta por diversas longitudes de onda, sin un color intrínseco en ella. La visión del color se impone sobre esta variación por unas células fotosensibles de la retina, los conos, y las neuronas cerebrales en conexión. Empieza cuando la energía luminosa es absorbida por tres pigmentos diferentes en los conos, que los biólogos han denominado células azules, verdes o rojas según los pigmentos fotosensibles que contienen. La reacción molecular desencadenada por la energía luminosa se transduce en señales eléctricas que son enviadas a las células ganglionares retinales que forman el nervio óptico. Allí la información de las longitudes de onda se recombina para producir señales distribuidas a lo largo de dos ejes. Posteriormente, el cerebro interpreta un eje como verde a rojo y el otro como azul a amarillo, definiendo el amarillo como una mezcla de verde y rojo. Una célula ganglionar concreta, por ejemplo, puede ser excitada por la entrada procedente de conos rojos e inhibida por la entrada procedente de conos verdes. En función de lo intensa que sea la señal que entonces se transmite, el cerebro es informado de cuánto rojo o verde está recibiendo la retina. La información colectiva de este tipo procede de un enorme número de conos y células ganglionares mediadas por es transmitida al cerebro, a través del quiasma óptico hasta los núcleos geniculados laterales del tálamo, que son masas de neuronas que componen una estación reguladora cerca del centro del cerebro, y finalmente hasta conjuntos de células de la corteza visual primaria, en la parte posterior extrema del cerebro.

En cuestión de milisegundos, la información visual, ahora codificada para el color, se extiende a diferentes partes del cerebro. La manera en que este respuesta depende de la entrada de otros tipos

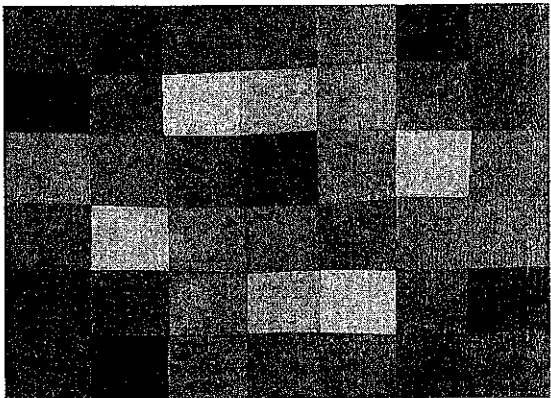


FIGURA 20.4. En *Nueva armonía* (1936), de Paul Klee, el ojo se ve atraído primero a los cuadrados rojos, y después tiende a pasar a los demás colores en una secuencia que aproximadamente es el orden que sigue la evolución de los vocabularios del color. Sin embargo, la posible relación entre los procesos fisiológicos y culturales no ha sido estudiada todavía. (Paul Klee, *Nueva armonía* [*Neue Harmonie*], 1936, óleo sobre tela [93,6 × 66,3 cm], Museo Solomon R. Guggenheim, Nueva York, 71.1960.)

de información y de los recuerdos que evocan. Los patrones invocados por muchas de dichas combinaciones, por ejemplo, pueden hacer que la persona piense en palabras que denotan los patrones, como «Esta es la bandera estadounidense; sus colores son rojo, blanco y azul». Téngase presente la siguiente comparación cuando se reflexione sobre la aparente obviedad de la naturaleza humana: un insecto que pasara volando percibiría diferentes longitudes de onda y las descompondría en colores diferentes, o ninguno en absoluto, dependiendo de su especie, y si de alguna manera pudiera hablar, sus palabras serían difícilmente traducibles a las nuestras. Su bandera sería muy distinta de la nuestra, gracias a su naturaleza insectil, opuesta a la nuestra. «Esta es la bandera de las hormigas; sus colores

son ultravioleta y verde» (las hormigas pueden ver el ultravioleta, que nosotros no podemos ver, pero no el rojo, que nosotros sí podemos).

La química de los pigmentos de los tres conos (los aminoácidos de que están compuestos y las formas en las que se pliegan sus cadenas) es conocida. También lo es la estructura del ADN en los genes del cromosoma X que los prescribe, así como la de las mutaciones de los genes que causan ceguera del color.

Así, mediante procesos moleculares heredados y razonablemente bien comprendidos, el sistema sensorial y el cerebro humanos rompen las longitudes de onda de la luz visible, que varían de manera continua, en la serie de unidades más o menos discretas que denominamos espectro del color. La serie es arbitraria en un sentido en último término biológico. Es solo una de muchas series que podrían haber evolucionado a lo largo de miles de milenios. Pero no es arbitraria en un sentido cultural. Al haber evolucionado genéticamente, no puede ser alterada ni por aprendizaje ni por decreto. Todos los rasgos humanos culturales que implican color derivan de este proceso unitario. Como fenómeno biológico, la percepción del color existe en contraste con la percepción de la intensidad de la luz, la cualidad primaria de la luz visible diferente de la frecuencia. Cuando variamos gradualmente la intensidad de la luz, por ejemplo moviendo despacio arriba o abajo un interruptor reductor de la luz, percibimos el cambio como el proceso continuo que realmente es. Pero si utilizamos una luz monocromática (que proyecta solo una longitud de onda en cada momento) y cambiamos de una longitud de onda a la siguiente en sucesión, no percibimos dicha continuidad. Lo que vemos al pasar del extremo de la longitud de onda corta al extremo de la longitud de onda larga es primero una amplia banda de azul (al menos una banda de longitud de onda que se percibe más o menos como dicho color), después verde, después amarillo y finalmente rojo. Añádase a los colores blanco, producido por los colores combinados, y negro, la ausencia de luz.

La creación de los vocabularios del color en todo el mundo está sesgada por esta misma limitación biológica. En un famoso experi-

mento realizado en la década de 1960, Brent Berlin y Paul Kay comprobaron los conceptos del color en hablantes nativos de veinte idiomas, entre ellos árabe, búlgaro, cantonés, catalán, hebreo, ibibio, tai, isel'tai y urdu. A los voluntarios se les pidió que describieran su vocabulario del color de una manera directa y precisa. Se les mostraba una serie de Munsell, un despliegue de fichas que varían a lo largo del espectro del color de izquierda a derecha y que aumentan en luminosidad de abajo arriba, y se les pedía que situaran cada uno de los principales términos de color de su idioma sobre las fichas más parecidas al significado de las palabras. Aunque los términos varían de manera asombrosa de un lenguaje a otro en origen y sonido, los hablantes los colocaron en grupos sobre la serie que correspondía, al menos aproximadamente, a los colores principales: azul, verde, amarillo y rojo.

La intensidad del sesgo de aprendizaje quedó de manifiesto de manera asombrosa en un experimento realizado sobre la percepción del color durante los últimos años de la década de 1960 por Eleanor Rosch. Al buscar «categorías naturales» de cognición, Rosch explotó el hecho de que el pueblo dani de Nueva Guinea no tiene palabras para denotar el color; hablan solo de *mili* (aproximadamente, «oscuro») y *mola* («claro»). Rosch consideró la siguiente cuestión: si adultos dani se dispusieran a aprender un vocabulario del color, ¿lo harían más fácilmente si los términos de los colores correspondieran a los principales tonos innatos? En otras palabras, ¿estaría la innovación cultural encauzada en alguna medida por las limitaciones genéticas? Rosch dividió a sesenta y ocho hombres dani voluntarios en dos grupos. Enseñó a los de uno una serie de términos de color recién inventados situados en las principales categorías de matices de la serie (azul, verde, amarillo, rojo), donde se sitúan la mayor parte de vocabularios de otras culturas. Enseñó a un segundo grupo de hombres dani una serie de nuevos términos situados descentrados, lejos de los principales grupos formados por otros idiomas. El primer grupo de voluntarios, siguiendo las propensiones «naturales» de la percepción del color, aprendió casi el doble de rápido que aquellos a los que se había dado los términos de color en competencia, menos

naturales. También seleccionaron dichos términos más fácilmente cuando se les dio la posibilidad.

Ahora viene la pregunta que hay que contestar para completar el tránsito de los genes a la cultura. Dada la base genética de la visión del color y su efecto general sobre el vocabulario del color, ¿cuán grande ha sido la dispersión de rasgos entre las diferentes culturas? Tenemos al menos una respuesta parcial. En el caso del efecto Wernicke y la evitación del incesto que crea, todas las sociedades son casi completamente consistentes. Sin embargo, los vocabularios del color son muy diferentes al respecto. A unas pocas sociedades les preocupa relativamente poco el color, y se las arreglan con una clasificación rudimentaria. Otras efectúan muchas distinciones finas de matiz e intensidad dentro de cada uno de los colores básicos. Han ampliado sus vocabularios.

¿Ha sido aleatoria esta ampliación de los términos del color? Evidentemente no. En investigaciones posteriores, Berlin y Kay observaron que cada sociedad usa de dos a once términos para los colores básicos, que son puntos focales que se extienden por los cuatro bloques elementales de color que se perciben en la serie de Munsell. El complemento completo, utilizando la terminología del idioma español, es negro, blanco, rojo, amarillo, verde, azul, pardo o marrón, morado o púrpura, rosa, anaranjado y gris. Cada uno de ellos puede hacerse coincidir en todas las culturas con un término para el color de entre los once, o con alguna combinación de términos. Por ejemplo, cuando decimos «rosa», puede haber en otro lenguaje dado un término equivalente o, pongamos por caso, un término que para nosotros significa «rosa» y/o «anaranjado». El idioma dani, por ejemplo, utiliza solo dos de dichos términos, el idioma inglés los once. Al pasar de sociedades con clasificaciones simples a las que tienen clasificaciones complejas, las combinaciones de términos de colores básicos aumentan como norma de la siguiente manera jerárquica:

Los idiomas con solo dos términos básicos para el color los usan para distinguir el negro y el blanco.

Los idiomas con solo tres términos tienen palabras para el negro, el blanco y el rojo.

Los idiomas con solo cuatro términos tienen palabras para el negro, el blanco, el rojo y el verde o bien el amarillo.

Los idiomas con solo cinco términos tienen palabras para el negro, el blanco, el rojo, el verde y el amarillo.

Los idiomas con solo seis términos tienen palabras para el negro, el blanco, el rojo, el verde, el amarillo y el azul.

Los idiomas con solo siete términos tienen palabras para el negro, el blanco, el rojo, el verde, el amarillo, el azul y el pardo.

No existe tal precedencia en los cuatro colores básicos restantes, púrpura, rosa, anaranjado y gris, cuando estos se añaden a los primeros siete.

Si los términos para los colores básicos se combinaran aleatoriamente, lo que claramente no es el caso, los vocabularios humanos para el color se extraerían sin orden ni concierto de un total de 2.036 secuencias matemáticamente posibles. La progresión Berlin-Kay sugiere que en su mayor parte se extraen de solo veintidós.

Otras investigaciones posteriores han confirmado la realidad de las once palabras básicas para el color, de modo que las de un idioma pueden hacerse coincidir con las de otros idiomas, ya sea una a una o bien muchas a una, o una a muchas. Sin embargo, la manera precisa en la que los términos se sitúan en cada uno de los colores focales difiere entre los idiomas. Su posición parece depender de la importancia del color en el punto del área focal básica en la que se coloca. También depende de lo bien que la posición distingue el color básico del que tiene al lado.

Una cuestión fundamental relacionada con la coevolución gen-cultura evolucionada por la relación entre categoría de color y lenguaje es la medida en que una afecta al otro. Una hipótesis influyente que expresó de manera efectiva Benjamin Lee Whorf a finales de la década de 1930 y principios de la de 1940 sugiere que el lenguaje no solo sirve para comunicar lo que percibimos en el resto del mundo, sino que también influye sobre lo que percibimos literalmente. En el caso de los vocabularios del color, hasta la actualidad el grueso de las

investigaciones ha favorecido la visión intermedia, que el cerebro filtra realmente y distorsiona el verdadero color de determinadas maneras, pero que no determina de forma exclusiva sus categorías.

Pruebas directas referidas a la relación del color con el lenguaje se han obtenido recientemente a partir de estudios de IRM* de la actividad cerebral. La percepción de categorías de color está más fuertemente correlacionada con el campo visual derecho del cerebro. Cuando a los sujetos se les mostraron varias secuencias de categorías de color, el patrón de la actividad cerebral fue más intenso en el campo visual derecho para los colores de las diferentes categorías de colores que para la misma categoría de color, como cabía esperar. Pero las diferentes categorías de colores también provocaron una mayor activación en la región del lenguaje del hemisferio izquierdo. Este resultado sugiere que las regiones del lenguaje proporcionan una cierta cantidad de control desde arriba de la actividad en la corteza visual.

Los biólogos evolutivos, por su parte, han empezado a sondear la cuestión de por qué las culturas humanas en general seleccionan una secuencia determinada de categorías de color cuando añaden términos a su repertorio. Una conjetura prometedora es la dominancia del color rojo, que hace su aparición muy pronto en la secuencia evolutiva. Una explicación probable, según André A. Ferrière y Molly R. Morris, es que el rojo y el anaranjado son colores que se encuentran característicamente en los frutos. Los primeros primates arborícolas encontrarían ventaja al moverse hacia este color en medio de un ambiente casi totalmente pardo y verde. Cuando algunas especies se hicieron sociales, continúa la hipótesis, eligieron estos colores para hacer notar su disponibilidad sexual. En la teoría general de la evolución de los instintos, los tonos rojos y rojizos fueron «ritualizados» en los primates ancestrales del Viejo Mundo para que sirvieran en la comunicación visual.

* Imagen por resonancia magnética. (N del T)

Cómo evolucionó la cultura

En el bosque del Triángulo de Gonalougo, en el Congo, un chimpancé rompe una delgada ramita de un pimpollo del sotobosque, arranca sus hojas y la inserta en un termintero cercano. Dentro del termintero, las blandas y blancas obreras huyen de la ramita, mientras que los termes soldado se abalanzan sobre ella y la agarran con sus mandíbulas puntiagudas como agujas. Se agarran al palo en un abrazo de muerte. El chimpancé lo sabe. Espera un poco hasta que se ha acumulado una masa de defensores, después extrae el palo, saca los soldados con los dedos y se los come. Esta práctica no tiene lugar en todas partes. Forma parte de la cultura local de los chimpancés en algunas poblaciones, pero no en otras, aprendidas cuando un individuo observa a otro.

En el país de los yanomamo, entre el río Negro y el río Blanco, en una región que se halla a caballo de Brasil y Venezuela, un pequeño grupo de aldeanos sale de una casa colectiva y se dirige a pie a un arroyo situado a tres kilómetros de distancia. Allí vierten veneno timbó en el agua, esperan y recolectan los peces que flotan en la superficie. Las capturas se transportan a casa para compartirlas con los demás habitantes de la aldea. Esta práctica se lleva a cabo en la estación veraniega. En otras épocas son las mujeres las que van solas hasta el arroyo. Allí cogen peces con las manos y les muerden en el cuello para matarlos. Frente a las costas de Alaska, a un nivel muy diferente, los pescadores profesionales de aguas profundas dejan caer palangres que llevan hileras de anzuelos sobre el fondo del océano Pacífico, a profundidades de 1.100 metros o más. Pescan pez sable,

también llamado bacalao negro* (o gindara cuando se transforma en sushi). Los peces son limpiados y refrigerados, transportados a los mercados de la costa y distribuidos por todo el mundo a restaurantes de primera categoría y a mesas privadas.

En realidad, la práctica de la pesca es una cultura particular que ha evolucionado a lo largo de lo que tal vez han sido millones de años, de manera extremadamente lenta al principio y después cada vez más deprisa, y al final con una rapidez explosiva. La ruta que lleva a una cena de gindara es solo una de una miríada de categorías culturales que han surgido de la mente del hombre, se han ramificado y anastomosado desde el alba del Neolítico, y que finalmente se han unido para crear la sustancia de la moderna civilización global. Nosotros no hemos inventado la cultura. La inventaron los antepasados comunes de los chimpancés y los prehumanos. Nosotros desarrollamos y complicamos lo que nuestros antepasados produjeron mediante evolución hasta convertirnos en lo que somos hoy en día.

Tal como la definen de manera amplia antropólogos y biólogos, la cultura es la combinación de rasgos que distinguen a un grupo de otro. Un rasgo cultural es un comportamiento que o bien fue inventado por primera vez en un grupo, o bien fue aprendido de otro grupo, y después se transmitió entre los miembros del grupo. La mayoría de los investigadores están asimismo de acuerdo en que el concepto de cultura debe aplicarse por igual a animales y humanos, con el fin de destacar su continuidad de unos a otros a pesar de la complejidad inmensamente mayor del comportamiento humano.

Las culturas más avanzadas que se sabe que tienen lugar en los animales son las de los chimpancés y sus parientes cercanos, los bonobos. Estudios comparados de poblaciones de chimpancés dispersas por África han revelado un número sorprendente de rasgos culturales, y que se encuentran diferencias en las combinaciones de dichos rasgos de una población a otra.

* *Anoplopoma fimbria*. (N. del T.)

El papel de la imitación de un miembro del grupo por otro en la extensión de los rasgos culturales se ha comprobado en experimentos en dos colonias de chimpancés. En el procedimiento, los investigadores seleccionaron a una hembra de nivel jerárquico elevado en cada uno de los dos grupos y le hicieron una demostración privada de cómo obtener comida de un contenedor especialmente diseñado. Al ser la recompensa comida, las chimpancés demostraron ser estudiantes que aprendían rápido. Una aprendió una técnica de «golpe», la otra una técnica de «levantar». Cuando volvieron a sus propios grupos, ambas continuaron practicando el método que se les había mostrado. Una gran mayoría de sus compañeros empezaron pronto a utilizar el mismo método de abrir el contenedor. La difusión pudo haber sido una imitación directa de la chimpancé maestra, pero es igualmente posible que los estudiantes aprendieran en cambio al observar los movimientos mecánicos del dispensador de comida. Si esto último resulta ser lo cierto, estudios posteriores pueden revelar que el aprendizaje social es muy diferente en los chimpancés que en los humanos.

La existencia de una cultura auténtica se ha documentado asimismo de manera convincente en orangutanes y delfines. Un ejemplo sorprendente de innovación y transmisión cultural en estos últimos animales es la pesca de esponjas por parte de los delfines mulares de Shark Bay, Australia. Una pequeña minoría de hembras fijan a su hocico un fragmento de esponja, y después lo empujan para hacer salir a los peces de sus estrechos escondrijos del fondo de los canales de la bahía. La cultura en los delfines no debería constituir una gran sorpresa. Figuran entre los animales más inteligentes, y al respecto se sitúan justo por detrás de monos y simios. Puesto que los delfines son asimismo profundamente imitadores durante sus interacciones sociales, parece muy probable que los innovadores de Shark Bay se dediquen a la transmisión cultural verdadera. Entonces, ¿por qué los delfines y otros cetáceos de cerebro grande, cuya evolución se remonta a millones de años, no han avanzado más en evolución social? Destacan tres razones. A diferencia de los primates, carecen de midos o de lugares de acampada. Sus extremidades anteriores son aletas.

Y en su reino acuático, el fuego controlado les ha sido negado para siempre.

La elaboración de la cultura depende de la memoria a largo plazo, y en esta capacidad los humanos se sitúan muy por encima de todos los animales. La vasta cantidad almacenada en nuestro cerebro anterior, inmensamente agrandado, nos hace narradores consumados. Evocamos sueños y recuerdos de experiencias de toda una vida, y los usamos para crear situaciones hipotéticas, pasadas y futuras. Vivimos en nuestra mente consciente con las consecuencias de nuestras acciones, ya sean reales o imaginadas. Situados en versiones alternativas, nuestros relatos internos nos permiten superar deseos inmediatos en favor del placer demorado. Mediante la planificación a largo plazo vencemos, al menos durante un tiempo, la urgencia de nuestras emociones. Esta vida interior es la razón por la que cada persona es única y preciosa. Cuando una muere, se extingue toda una biblioteca de experiencia y de imaginaciones.

¿Cuánto extingue la muerte? Creo que soy prototípico en concebir cuánto. A veces cierro los ojos y recuerdo cómo eran Mobile y la cercana costa del Golfo en Alabama en la década de 1940. Al llegar allí, de nuevo un muchacho, viajó desde un extremo del condado que me rodea hasta el otro, en mi bicicleta Schwinn de una sola marcha y de neumáticos hinchables. Siguen más detalles vívidos. Recuerdo mi extensa familia, cada miembro de ella en una red propia de personas, cada una de ellas con recuerdos compartidos en parte con las demás. Existían en lo que debía de parecerles que era el centro del mundo en el centro del tiempo. Vivían como si Mobile, tal como era entonces, nunca fuera a cambiar mucho. Todo era importante, todos los detalles, al menos por un tiempo. De alguna manera, en una u otra forma, todo lo que recuerdo colectivamente era importante para alguien. Ahora toda esa gente ha desaparecido. Casi todo lo que había en su extensa memoria colectiva se ha olvidado. Sé que cuando muera mis recuerdos, y con ellos este mundo antiguo, y la inmensidad de conocimientos que contenía, desaparecerá también. Pero sé además que todas esas redes, y toda aquella biblioteca de memoranzas, aunque desaparecidas, eran vitales para una

parte de la humanidad. Son la razón por la que sobrevivió, y siguió adelante.

Los animales poseen asimismo memorias a largo plazo que les sirven para la supervivencia. Las palomas pueden lograr la memorización de hasta 1.200 imágenes. El cascanece americano,* una especie de ave que en la naturaleza almacena bellotas a la manera de las ardillas, recordó cuando se le puso a prueba en cautividad hasta 25 escondrijos en una habitación que contenía 69 escondrijos, y conservó su recuerdo durante 285 días. Estas dos especies de aves, de forma nada sorprendente, son superadas por los papiones. Las pruebas han demostrado que estos primates evidentemente inteligentes pueden memorizar hasta 5.000 ítems y recordarlos durante al menos tres años. La memoria humana a largo plazo es, a su vez, mucho mayor que la de cualquier animal conocido. Hasta donde yo sé, no se ha diseñado ningún método para medir la capacidad de un ser humano individual, ni siquiera hasta el orden de magnitud más cercano.

El gran don del cerebro humano consciente es la capacidad (y con ella el impulso innato irresistible) de construir situaciones hipotéticas. Para cada relato a su vez, la mente consciente evoca solo una minúscula fracción de la memoria a largo plazo acumulada en el cerebro. La manera en que esto se hace sigue siendo controvertida. Un grupo de neurocientíficos aduce que los fragmentos de la memoria a largo plazo son transformados desde el almacenamiento a largo plazo y petrificados en la memoria funcional para construir situaciones hipotéticas. Una segunda escuela cree, a partir de los mismos datos, que el proceso se consigue simplemente por la excitación de la memoria a largo plazo, sin que sea necesaria la transferencia desde un sector del cerebro a otro.

Sea como sea, es evidente que durante un período relativamente cálido de tres millones de años de evolución, el género *Homo* generó algo a lo que nunca antes se había aproximado ninguna otra especie

* *Nucifraga columbiana*. (V. del T.)

de animal: un banco de memoria contenido en una enorme corteza cerebral de alrededor de 10.000 millones de neuronas, cada una de las cuales extiende por término medio 10.000 ramificaciones que se conectan con otras células similares. Estas conexiones, las unidades básicas del tejido cerebral, forman rutas intrincadas de circuitos y estaciones repetidoras integradoras. Redes de rutas y estaciones repetidoras, a las que a veces se denomina módulos, organizan de algún modo todos los instintos y la memoria de un cerebro humano.

Al principio, la inmensa complejidad de la arquitectura cerebral creó un difícil problema para aplicar los modelos teóricos de la genética a la teoría evolutiva. El genoma humano contiene pocos genes que codifiquen proteínas, solo 20.000. De estos, solo una fracción prescribe nuestros sistemas sensorial y nervioso. El problema que se plantea es este: ¿cómo puede una arquitectura celular tan complicada ser programada con tan pocos genes?

El dilema de la escasez de genes se ha resuelto mediante un concepto que se ha originado en la genética del desarrollo. Los investigadores han descubierto que pueden construirse módulos múltiples mediante instrucciones que primero los replican a partir de un único programa, seguido por programas distintos (y genes distintos) que ordenan que cada módulo de tejido se especialice según su localización en el cerebro. Puede conseguirse una especialización adicional por la entrada recibida desde el ambiente exterior al cerebro. En un paralelismo sencillo, un ciempiés no necesita un conjunto de cientos de genes para programar el desarrollo de su centenar de patas de patas. Solo algunos le bastan. Queda todavía mucho por descubrir acerca del control genético del desarrollo del cerebro, pero al menos se ha demostrado la capacidad teórica de los genes humanos para conseguirlo.

No siendo ya la codificación genética para el desarrollo del cerebro humano un dilema abrumador, ahora podemos dirigirnos al origen de la mente y el lenguaje. Hace tiempo que los científicos abandonaron la idea de que el cerebro es una página en blanco sobre la cual toda la cultura se inscribe por aprendizaje. Según esta concepción arcaica, todo lo que la evolución ha conseguido es una ca-

pacidad extraordinaria para aprender, basada en una capacidad extremadamente grande para la memoria a largo plazo. Ahora predomina una concepción distinta: el cerebro tiene una arquitectura compleja heredada. Como consecuencia de la manera en que se construyó, la mente consciente, uno de los productos de la arquitectura, se originó por coevolución gen-cultura, una interacción intrínseca entre la evolución genética y la cultural.

Los arqueólogos han unido esfuerzos con genetistas y neurocientíficos en la empresa de comprender el origen evolutivo del lenguaje y la mente. Con el fin de seguir los pasos y la cronología de estos acontecimientos esquivos, han iniciado un nuevo campo de estudio denominado «arqueología cognitiva». De entrada, puede parecer que esta disciplina híbrida tenga pocas probabilidades de éxito. Después de todo, además de huesos exhumados, los únicos indicios que dejaron los humanos antiguos consisten en las cenizas de fuegos de campamento, fragmentos de utensilios, restos desechados de comidas y otros restos. No obstante, mediante nuevos métodos de análisis y experimentación, los investigadores han podido llegar a la siguiente conclusión: el pensamiento abstracto y el lenguaje sintáctico surgió no más tarde de hace 70.000 años. La clave para esta conclusión reside en la existencia de determinados artefactos, y en la deducción del proceso mental necesario para fabricarlos. De especial importancia en el modo de razonar es el ensamble de puntas de piedra en el extremo de lanzas. La práctica se inició hace 200.000 años por parte de los neandertales en Europa y por los *Homo sapiens* primitivos en África. En sí misma, esta fue una invención tecnológica importante, pero todavía nos dice poco acerca del razonamiento y la comunicación. Sin embargo, hace 70.000 años, *Homo sapiens* había conseguido un avance nuevo y principal que, cuando se ha analizado en fecha reciente, arrojó luz sobre la evolución cognitiva. Para construir lanzas se emplearon una serie de pasos, desde someter al fuego y modelar la piedra descantillada hasta el uso de resina de acacia, cera de abejas y otros artefactos para mantener la punta en su sitio. Lo que esto nos dice acerca de la cognición lo ha resumido muy bien Thomas Wynn:

254

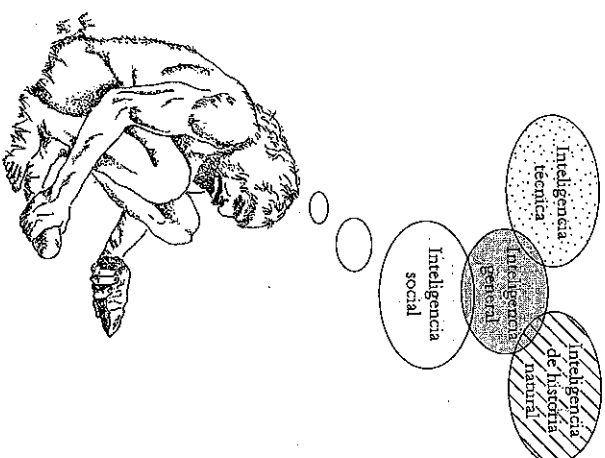


FIGURA 21.1. El hecho de que la cultura de los neandertales no avanzara de manera significativa durante la historia de la especie se debe probablemente a la incapacidad de conectar ámbitos de la inteligencia para crear nuevos patrones abstractos y para imaginar escenarios complejos (De Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362 [2007], pp. 705-718.)

Los artesanos necesitaban comprender las propiedades de sus ingredientes (por ejemplo, el grado de pegajosidad), ser capaces de juzgar los efectos de la temperatura, ser capaces de prestar atención sucesivamente a variables que cambiaban con rapidez, y ser lo bastante flexibles para ajustarse a la variabilidad inherente a los ingredientes que se encontraban en la naturaleza.

¿Y qué decir del habla? Una mente consciente capaz de generar abstracciones y de situarlas todas juntas en un escenario complejo podía, por lo que parece, generar asimismo un lenguaje sintáctico, con secuencias de sujeto, verbo y complemento.

255

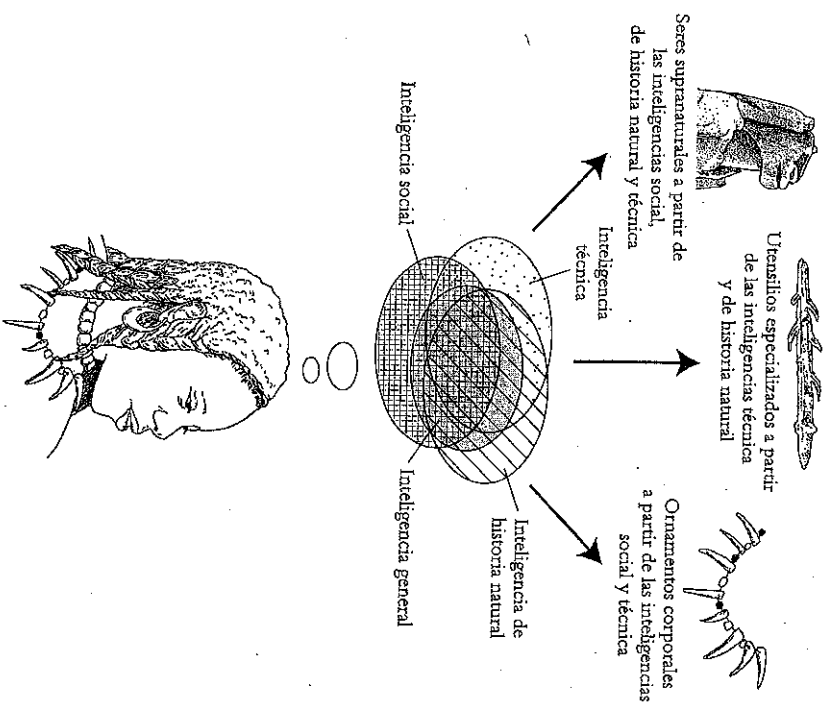


Figura 21.2. Se sugiere aquí el avance de la inteligencia y la cultura de *Homo sapiens* en el Paleolítico Tardío. El notable progreso de la cultura humana en el Paleolítico Tardío se debió evidentemente a la capacidad de conectar la memoria almacenada en diferentes ámbitos para crear nuevas formas de abstracción y metáfora. (De Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362 [2007], pp. 705-718.)

Al buscar los orígenes antiguos de cualquier especie es habitual recurrir a la biología comparada con el fin de descubrir cómo vivían y cómo pudieron haber evolucionado otras especies estrechamente relacionadas. La búsqueda de la génesis de la mente humana ha lle-

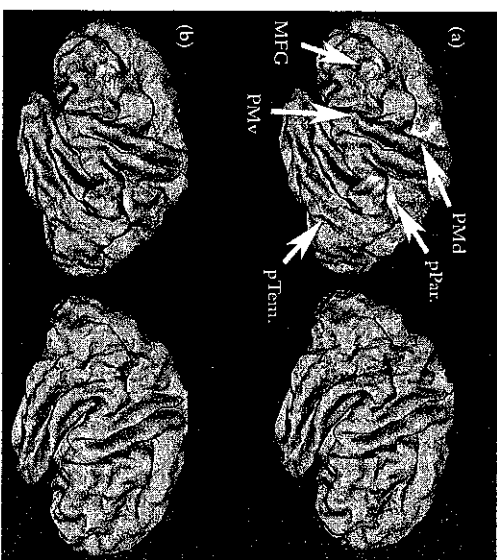


Figura 21.3. La compleja interacción de los diferentes ámbitos mentales en el cerebro del hombre moderno se ilustra por la actividad en partes distintas del cerebro mientras un adulto a) pensaba en el uso de herramientas, y b) comunicaba la misma herramienta con una pantomima. Los mapas de actividad se realizaron mediante imagen por resonancia magnética funcional (fMRI). (De Scott H. Frey, «Tool use, communicative gesture and cerebral asymmetries in the modern human brain», *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363 [2008], pp. 1.951-1.957.)

vado a los científicos a considerar detenidamente los neandertales (*Homo neanderthalensis*), de los que hemos llegado a saber muchas cosas. La especie hermana de los humanos modernos ocupaba Europa durante la época en la que *Homo sapiens* adquiría sus capacidades cognitivas avanzadas en África, donde perduró durante más de 200.000 años. El último neandertal del que tenemos noticias murió hace aproximadamente 30.000 años en el sur de España. Casi con toda seguridad, la especie fue empujada hacia la extinción por *Homo sapiens* cuando la especie más adaptable se extendió gradualmente por el continente europeo, hacia el norte y el oeste.

Al principio fue una lid justa. Los neandertales empezaron parejos con sus contrapartes *H. sapiens* mientras estos se encontraban todavía en África. Sus utensilios de piedra eran al principio tan ela-

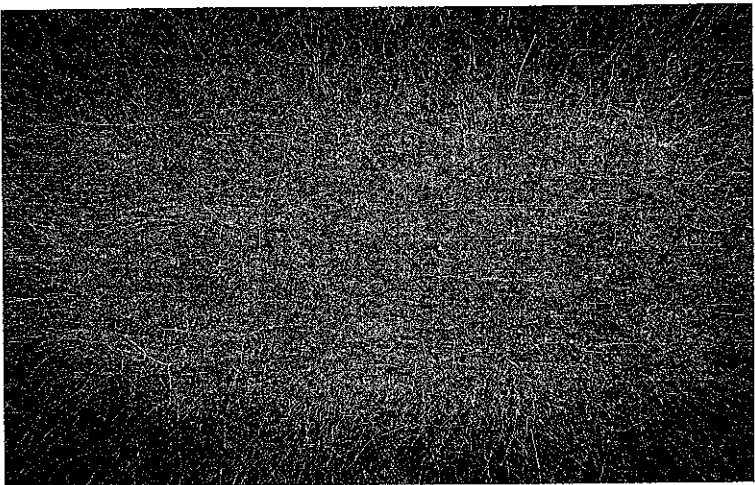


Figura 21.4. La inmensa complejidad del cerebro humano puede imaginarse a partir de este modelo de las 100.000 neuronas en una sección de un milímetro por dos milímetros de tamaño de un cerebro de roedor de dos semanas de edad. Unidades computacionales básicas de este tipo se repiten millones de veces en el cerebro humano. (Jonah Lehrer, «Blue brain», *Seed* 14 [2008], pp. 72-77. A partir de investigaciones realizadas por Henry Markham *et al.*, École Polytechnique Fédérale de Lausana.)

borados como los de *H. sapiens*. Sus cuchillos tenían bordes rectos y afilados, y probablemente se usaban para raspar. Otros tenían bordes aserrados, que probablemente se empleaban para serrar. Piezas de punta aguda se enmangaban de manera simple a palos para hacer lanzas. El juego de utensilios de los neandertales parece diseñado para la vida que la especie llevaba como cazadores de piezas de caza

mayor. Evidentemente, los neandertales se desplazaban mucho, como cabe esperar de carnívoros especialistas. Cocinaban la carne y quizá también la ahumaban, llevaban vestidos y durante el crudo frío invernal se mantenían calientes en sus pobres campamentos con ayuda del fuego. A partir de la secuenciación reciente de su código genético, que constituye por derecho propio un logro científico extraordinario, sabemos que poseían el gen FOXP2, asociado con la capacidad del lenguaje, y en una secuencia de código concreta que compartía de manera singular con *Homo sapiens*. Así, bien pudieron haber tenido lenguaje. En la edad adulta, el cerebro de los neandertales era de promedio algo mayor que el de *Homo sapiens*. El cerebro de sus bebés y niños crecía también más deprisa que el de *H. sapiens*.

Los neandertales eran fascinantes en todos los aspectos en tanto otra especie humana paralela a *Homo sapiens*: un experimento evolutivo disponible para su comparación con el nuestro. Pero quizá lo más interesante de los neandertales no es lo que fueron, sino lo que no consiguieron ser. Prácticamente no hubo progreso en su tecnología o cultura durante sus doscientos milenios de existencia. No chapucearon con la elaboración de utensilios, no tuvieron arte ni ornamentación personal (al menos, no existen en las pruebas arqueológicas de que disponemos hasta la actualidad).

Mientras tanto, *Homo sapiens* siguió avanzando, y aproximadamente hacia la época en la que los neandertales salieron de escena, los logros cognitivos de *H. sapiens* florecieron de manera espectacular. La primera población se abrió paso hacia el norte a lo largo del Danubio, hasta el centro de Europa, hace unos 40.000 años. Diez mil años después habían empezado las innovaciones que marcaron la era Paleolítica Tardía: arte rupestre de elegantes representaciones; escultura, incluida una cabeza de león en un cuerpo humano; flautas de hueso; quemas controladas con corrales para dirigir y capturar las piezas de caza, y charmanes con máscaras.

¿Qué catapultó a *Homo sapiens* hasta este nivel? Los expertos están de acuerdo en que el aumento de la memoria a largo plazo, especialmente la que se sitúa en la memoria funcional, y con ella la capacidad de construir situaciones hipotéticas y planear estrategias en

	Uso de piedras para abrir nueces y frutos	Mascar hojas para hacer esponja	Entrar en el agua	Pescar termes con ramitas	Bailar bajo la lluvia	Lanzar piedras	Cazar pequeños animales	Acicalar a otros con las manos apretadas sobre la cabeza	Cortar hojas con los dientes para llamar la atención
Assirik, Senegal	×	×	-	-	?	×	×	×	-
Fongoli, Senegal	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Guinea Bissau	×	×	×	-	×	×	×	-	×
Parque Tai Nat, Costa de Marfil	×	×	-	-	×	×	×	×	×
Triángulo Goualougo, Congo	-	×	-	×	×	-	-	×	-
Budongo, Uganda	-	×	-	-	×	-	×	-	-
Parque Nac. Kibale, Uganda	-	×	-	-	×	×	×	×	×
Gombe, Tanzania	×	×	-	×	×	×	×	×	-
Mahale-K, Tanzania	-	-	-	×	×	×	×	×	×
Mahale-M, Tanzania	-	×	×	×	×	×	×	×	×

TABLA 21.1: Las culturas de diferentes grupos de chimpancés salvajes en África se definen por sus combinaciones de comportamientos socialmente aprendidos. (Basado en el resumen de Mary Roach, «Almost human», National Geographic [abril de 2008], pp. 136-137.)



Figura 21.5. La estepa de los mamuts, teatro de la explosión creativa de la cultura, se conserva en praderas de valles y bosques montañosos similares a estos actuales en el Refugio Nacional de Vida Salvaje del Ártico. Durante la Edad del Hielo, el *Homo sapiens* primitivo avanzó a través de Eurasia al sur del glaciar continental, cazando grandes animales y sustituyendo a su especie hermana, *Homo neanderthalensis*. («The Oneiric Autumn», de *Arctic Sanctuary: Images of the Arctic National Wildlife Refuge*, University of Alaska Press, Fairbanks, 2010, p. 115. Fotografías de Jeff Jones, ensayos de Laurie Hoyle.)

períodos breves de tiempo, desempeñó el papel clave en Europa y en todas partes, tanto antes de la salida de África como posteriormente. ¿Cuál fue la fuerza impulsora que condujo al umbral de la cultura compleja? Parece que fue la selección de grupo. Un grupo con miembros que podían leer las intenciones y cooperar entre ellos al tiempo que predecían las acciones de grupos competidores habría tenido una ventaja enorme sobre otros menos dotados. Indudablemente había competencia entre los miembros del grupo, lo que conducía a la selección natural de rasgos que conferían ventaja a un individuo sobre otro. Pero más importante para una especie que penetraba en ambientes nuevos y que competía con rivales poderosos era la unidad y la cooperación en el seno del grupo. La moralidad, la aversión, el fervor religioso y la capacidad de luchar se combinaron con la imaginación y la memoria para producir el ganador.

Los orígenes del lenguaje

Seguramente, la explosión de innovaciones que elevaron a la humanidad al dominio mundial no resultó de una única mutación habilitadora. Menos probable todavía es que llegara en forma de alguna inspiración mística que descendió sobre nuestros esforzados antepasados. Tampoco pudo haberse debido al estímulo de nuevas tierras y recursos abundantes, porque también gozaron de ellos las especies relativamente poco progresivas de caballos, leones y simios. Lo más probable es que fuera el acercamiento gradual a un punto de inflexión y su consecución final, cruzar el umbral de aptitud cognitiva que dotó a *Homo sapiens* de una capacidad espectacularmente alta para la cultura.

El ascenso había empezado en África al menos dos millones de años antes, con los *Homo habilis* precursores de *Homo erectus*. En este punto, el cerebro anterior inició su crecimiento espectacular, nunca visto en ninguna otra estructura compleja durante los quinientos millones de años anteriores de evolución animal. ¿Qué fue lo que cristalizó este cambio? Las preadaptaciones para la eusocialidad, el nivel más avanzado de organización social, ya estaban todas en su sitio, pero esto también había sido así para las múltiples especies de australopitecinos que existieron hasta aquella época, ninguna de las cuales dio con la senda que conducía al rápido crecimiento cerebral. La clave para el avance hasta *Homo*, a mi juicio, reside en la preadaptación crítica que había llevado a las otras pocas especies animales evolucionadas de la historia de la vida que han conseguido atravesar el umbral de la eusocialidad. Cada una de ellas, sin excepción, desde

las dos docenas aproximadamente de linajes de insectos y crustáceos hasta las ratas topo desnudas, defendían un nido desde el cual los miembros podían ir en busca de alimento suficiente para sustentar a la colonia. En los raros casos en los que dichas colonias podían vencer en la competencia con los individuos solitarios, los animales permanecían en el nido en lugar de dispersarse para renovar el ciclo de la vida solitaria.

No es ninguna coincidencia que en la época del origen de *Homo erectus*, y muy probablemente antes, en la época de su antepasado inmediato, *Homo habilis*, pequeños grupos habían empezado a establecer lugares de campamento. Pudieron crear estos equivalentes de los nidos animales porque habían pasado de una dieta vegetariana a otra omnívora, con una fuerte dependencia de la carne. Eran carroñeros y cazadores, y con el tiempo llegaron a basarse en el elevado rendimiento calórico de la carne animal cocinada. Las pruebas arqueológicas indican que sus tropillas ya no vagaban constantemente por un territorio recogiendo frutos y otros alimentos vegetales, a la manera de los chimpancés y gorilas actuales. Ahora seleccionaban sitios defendibles y los fortificaban, y algunos permanecían en ellos por períodos prolongados para proteger a las crías, mientras otros cazaban. Cuando al campamento se añadió el fuego controlado, la ventaja de este modo de vida cuajó.

Aun así, la carne y el fuego de campamento no son suficientes por sí solos para explicar el rápido aumento que tuvo lugar en el tamaño del cerebro. Para la pieza que falta podemos recurrir, así lo creo con una cierta confianza, a la hipótesis de la inteligencia cultural de Michael Tomasello y sus colaboradores de antropología biológica que se ha desarrollado durante las tres últimas décadas.

Estos investigadores señalan que la diferencia principal y crucial entre la cognición humana y la de otras especies animales, incluidos nuestros parientes genéticos más cercanos, los chimpancés, es la capacidad de colaborar con el propósito de conseguir objetivos e intenciones compartidos. La especialidad humana es la intencionalidad, moldeada a partir de una memoria funcional enorme. Nos hemos convertido en expertos en leer la mente, y en campeones mundiales

en inventar la cultura. No solo interactuamos intensamente unos con otros, como hacen otros animales con organizaciones sociales avanzadas, sino que, en un grado único, hemos añadido el impulso de colaborar. Expresamos nuestras intenciones apropiadas para el momento, y leemos de manera brillante las de otros, cooperando de manera estrecha y competente para construir utensilios y refugios, para adiestrar a los jóvenes, para planear expediciones en busca de comida, para jugar en equipos, para conseguir casi todo lo que necesitamos para sobrevivir como seres humanos. Los cazadores-recolectores y los ejecutivos de Wall Street por igual se cuentan chismes en cada reunión social, evaluando a los demás, estimulando su veracidad y prediciendo sus intenciones. Nuestros líderes manipulan la estrategia política con las artes de la inteligencia social. Los hombres de negocios cierran tratos en función de la lectura de las intenciones, y la mayor parte de las artes creativas se dedican a su expresión. Como individuos, apenas podemos vivir un día sin el ejercicio de la inteligencia cultural, aunque solo sea en los frecuentes ensayos que invaden nuestros pensamientos privados.

Los seres humanos están atrapados en redes sociales. Al igual que el proverbial pez en el mar, nos resulta difícil concebir un lugar que sea diferente de este ambiente mental que nuestra evolución ha producido. Desde la infancia estamos predispuestos a leer las intenciones de los demás, y estamos prestos a cooperar a la mínima traza de interés compartido. En un experimento revelador, se enseñó a unos niños cómo abrir la puerta de un contenedor. Cuando unos adultos intentaron abrir la puerta aparentando no saber cómo hacerlo, los niños dejaron lo que estaban haciendo y cruzaron la habitación para ayudar. Chimpancés bajo las mismas circunstancias, pero mucho menos avanzados en consciencia cooperativa, no hicieron este esfuerzo.

En otro experimento, a los chimpancés se les realizaron pruebas de inteligencia, y sus resultados eran comparables a los de los niños de 2,5 años de edad que fueron sometidos a estas pruebas antes de ir a la escuela y de ser alfabetizados. A la hora de resolver problemas físicos y espaciales (por ejemplo, localizar una recompensa escondida,

discriminar cantidades diferentes, comprender las propiedades de herramientas, utilizar un palo para llegar a un objeto situado fuera del alcance), chimpancés y niños humanos eran aproximadamente iguales. En cambio, los niños mostraban habilidades más avanzadas que los chimpancés en diversas pruebas sociales. Aprendían más mientras observaban una demostración, comprendían mejor las pistas que ayudaban a localizar una recompensa, seguían la mirada de los demás hacia un objetivo, y comprendían la intención de las acciones de los demás al buscar una recompensa. Los humanos, a lo que parece, tienen éxito no debido a una inteligencia general elevada que aborda todos los retos, sino porque nacen para ser especialistas en habilidades sociales. Cooperando mediante la comunicación y la lectura de la intención, los grupos consiguen mucho más que el esfuerzo de cualquier persona solitaria.

Las primeras poblaciones de *Homo sapiens*, o sus antepasados inmediatos en África, se aproximaron al mayor nivel de inteligencia social cuando adquirieron una combinación de tres atributos concretos. Desarrollaron la atención compartida, en otras palabras, la tendencia a prestar atención al mismo objeto de acontecimientos en curso que los demás. Adquirieron un nivel elevado de la consciencia que necesitaban para actuar juntos para conseguir un objetivo común (o para impedir que otros lo intentaran). Y adquirieron una «teoría de la mente», el reconocimiento de que sus propios estados mentales serían compartidos por otros.

Cuando estas cualidades se hubieron desarrollado de forma suficiente, se inventaron lenguajes comparables a los que predominan en la actualidad. Este avance tuvo lugar ciertamente antes de la salida de África, hace 60.000 años. Por aquella época, los colonizadores tenían toda la capacidad lingüística de sus descendientes modernos y probablemente empleaban lenguajes sofisticados. La prueba principal para esta conclusión es que las poblaciones aborígenes actuales, descendientes directos de aquellos colonizadores que ahora se encuentran en poblaciones remotas y asentadas desde África hasta Australia, poseen todas ellas lenguajes de una calidad muy alta y los atributos mentales necesarios para inventarlos.

El lenguaje fue el grial alcanzado de la evolución social humana. Una vez instalado, confirió poderes casi mágicos a la especie humana. El lenguaje emplea símbolos y palabras arbitrarios para transmitir significado y generar un número de mensajes potencialmente infinito. En último término, es capaz de expresar, aunque sea de una manera tosca, todo lo que los sentidos humanos pueden percibir, cada sueño y experiencia que la mente humana puede imaginar, y todas las declaraciones matemáticas que nuestros análisis puedan construir. Parece lógico que no fue el lenguaje el que creó la mente, sino al revés. La secuencia en evaluación cognitiva fue desde la interacción social intensa en los primeros poblados hasta una sinergia con una capacidad creciente para leer la intención y actuar en consecuencia, hasta una capacidad para crear abstracción a la hora de tratar con los demás y con el mundo exterior y, finalmente, hasta el lenguaje. Los rudimentos del lenguaje humano pudieron haber aparecido como las cualidades mentales esenciales que se reunieron y coevolucionaron de una manera sinérgica. Pero es muy improbable que aquel precediera a estas. Michael Tomasello y sus coautores han planteado el caso como sigue:

El lenguaje no es básico; es derivado. Se asienta sobre las mismas habilidades cognitivas y sociales subyacentes que hacen que los niños señalen cosas y muestren cosas a otras personas de manera declarativa e informativa, de una manera que otros primates no hacen, y que les lleva a dedicarse a actividades colaborativas y de atención conjunta con otros de su clase, que también son únicas entre los primates. La pregunta general es: ¿qué es el lenguaje sino un conjunto de dispositivos de coordinación para dirigir la atención de los demás? ¿Qué podría significar decir que el lenguaje es responsable de comprender y compartir intenciones, cuando en realidad la idea de comunicación lingüística sin estas habilidades subyacentes es incoherente? Y así, aunque es cierto que el lenguaje representa una diferencia fundamental entre los humanos y otros primates, creemos que en realidad procede de las capacidades exclusivamente humanas de leer y compartir intenciones con otras personas, lo que también destaca otras habilidades exclusivamente humanas que surgen junto con el

lenguaje, tales como gestos declarativos, colaboración, pretensión y aprendizaje imitativo.

En ocasiones se describe que los animales tienen lenguaje. Las abejas melíferas, quizá el ejemplo más sorprendente, se dice que se comunican con señales abstractas durante sus danzas en los panales de la colmena, así como sobre los cuerpos hacinados de sus compañeras obreras durante la emigración a nuevos lugares de nidificación. La abeja danzarina transmite efectivamente la dirección y la distancia del objetivo, ya se trate de una fuente de néctar y polen o de un nuevo lugar de nidificación potencial. Pero el código está fijado, y lo ha estado probablemente durante millones de años. Asimismo, la danza no es un símbolo abstracto como los que componen las palabras y frases humanas. Es una representación del vuelo que las abejas a punto de partir han de emprender para llegar a su objetivo. Si la danzarina se desplaza en un círculo, ello significa que el objetivo está cerca del nido («viajad alrededor del nido para encontrar el objetivo»). La danza de cononeo, que resigue una y otra vez un número ocho, informa de un objetivo más distante. El segmento medio del 8, más parecido a la letra griega Θ , es la dirección que hay que tomar en referencia al ángulo del Sol, y la longitud del segmento medio es proporcional a la distancia al objetivo. Esto es impresionante, pero solo los humanos pueden decir algo parecido a: «Salga por la puerta, gire a la derecha, siga por la calle hasta que llegue al primer semáforo, y después busque el restaurante que se encuentra hacia la mitad de la manzana... ¡no, espere!, está en la esquina siguiente».

A diferencia de la comunicación en las abejas y en otros animales, el lenguaje humano fue capaz de una representación independiente, en la que se hace referencia a objetos y acontecimientos no presentes en la vecindad inmediata (o incluso inexistentes). Además, el habla humana añade información mediante prosodia, el énfasis en palabras concretas y el ritmo de su flujo con el fin de transmitir ironía, hacer hincapié o señalar el significado de una frase en oposición a otra. El lenguaje humano está cargado de ironía, un juego finamente ajustado de hipérbole y direcciones equívocas que transmiten un

significado diferente del que indica la frase si se considera literalmente. El lenguaje puede ser indirecto, insinuando un mensaje en lugar de declararlo directamente, y por lo tanto dejando abierto un desmentido plausible. Los ejemplos incluyen añagazas sexuales manifestadas, incluso manidas («¿Quieres subir conmigo y te enseñaré mis grabados?»); peticiones educadas («Si me ayuda usted a cambiar esta rueda pinchada, le estaré eternamente agradecida»); amenazas («Tienes un bonito almacén. Sería una lástima que le ocurriera algo»); sobornos («¿Caramba, agente!, ¿no podría yo pagar la entrada directamente aquí?»); solicitar una donación («Esperamos que ustedes se incorporen a nuestro Programa de Liderazgo»). Tal como explican Steven Pinker y otros estudiosos del tema, el lenguaje indirecto tiene dos funciones: transmitir información y negociar una relación entre el que habla y el que escucha.

Debido a que el lenguaje es fundamental para la existencia humana, es importante conocer su historia evolutiva. Al dedicarnos a este objetivo nos encontramos con la dificultad de que el lenguaje es asimismo el más perecedero de los artefactos. Las pruebas arqueológicas se remontan solamente al origen de la escritura, hace unos cinco mil años, época en la que los cambios genéticos críticos en *Homo sapiens* ya habían ocurrido y las reglas del habla ya se habían establecido de manera uniforme en todas las sociedades del mundo.

Incluso así, existen unos pocos patrones en el habla que pueden citarse como productos de la evolución. Uno de tales vestigios es el ritmo de los turnos en las conversaciones. Una impresión popular que hace tiempo que existe es que las culturas difieren en la extensión del hiato que se da entre los turnos. Se piensa, por ejemplo, que los nórdicos hacen largas pausas entre la persona que habla y la que contesta. Los judíos de Nueva York, tal como los comediantes los suelen representar, se cree que tienen una preferencia por hablar casi simultáneamente. Sin embargo, cuando se midieron realmente los intervalos conversacionales de hablantes de diez lenguajes de todo el mundo, se demostró que todos evitaban la superposición (pero no la interrupción), y resultó que la duración de los espacios entre con-

versación y conversación era casi la misma. En cambio, las conversaciones entre hablantes de idiomas diferentes producían una considerable variación en la extensión del hiato, pues los conversadores se esforzaban por descubrir el significado y la intención. Este efecto comprensible es probablemente el origen de la percepción de que las culturas difieren en el ritmo de la conversación.

Otro vestigio de evolución lingüística temprana que se ha documentado recientemente se encuentra en las vocalizaciones no verbales, exclamaciones que probablemente son más antiguas que el lenguaje. Se encontró, por ejemplo, que las vocalizaciones que comunican emociones negativas (cólera, disgusto, miedo y tristeza) eran las mismas para los hablantes nativos de inglés en Europa y los hablantes del idioma himba, que se halla limitado a aldeas remotas y culturalmente aisladas de Namibia septentrional. Por el contrario, las vocalizaciones no verbales que comunican emociones positivas (logros, diversión, placer sexual y alivio) no concuerdan de la misma manera. Las razones de esta diferencia se desconocen.

Sin embargo, la pregunta fundamental relacionada con el origen del lenguaje no tiene que ver con los turnos en las conversaciones ni con las exclamaciones prelingüales,* sino con la gramática. El orden en el que palabras y frases se encadenan, ¿es aprendido o de alguna manera es innato? En 1959 tuvo lugar un intercambio histórico entre B. F. Skinner y Noam Chomsky sobre esta cuestión. Tomó la forma de un ensayo extenso por parte de Chomsky que era la revisión del libro de Skinner *Verbal Behavior* publicado en 1957. Skinner, el fundador del conductismo, decía que el lenguaje es aprendido. Chomsky disenta. Decía que aprender un lenguaje, con todas sus reglas gramaticales añadidas, es demasiado complejo para todas sus reglas gramaticales añadidas, es demasiado complejo para que un niño lo memorice durante el tiempo de que dispone. Al principio parecía que Chomsky ganaba la discusión. Posteriormente re- forzó su punto de vista elaborando una serie de normas que, según propuso, son seguidas espontáneamente en el cerebro en desarrollo.

* Que preceden al habla. (N. del T.)

Sin embargo, dichas normas estaban expresadas de una manera casi incomprensible, como demuestra el desafortunado ejemplo que sigue:

Resumiendo, hemos llegado a las siguientes conclusiones, según la hipótesis de que la traza de una categoría de nivel cero ha de ser regida adecuadamente.

1. VP es marcada α por I.
2. Solo las categorías léxicas son marcadores L, de modo que VP no es marcada L por I.
3. El gobierno α está limitado a la hermandad sin la cualificación (35).
4. Solo el término de una cadena de X^0 puede marcar α o marcar la caja.
5. El movimiento cara a cara forma una cadena A.
6. El acuerdo cara-SPEC y las cadenas implican la misma indexación.
7. Coindexar la cadena contiene los eslabones de una cadena extendida.
8. No hay coindexación accidental de I.
9. Coindexar I-V es una forma de acuerdo cara a cara, si se limita a verbos aspectuales, entonces las estructuras generadas de base, de la forma (174), cuentan como estructuras de adición.
10. Posiblemente, un verbo no gobierna adecuadamente su complemento marcado α .

Los estudiosos se esforzaron por comprender lo que parecía ser un descubrimiento profundo y nuevo del funcionamiento del cerebro (yo fui uno de ellos en la década de 1970). La gramática profunda o universal, como se la llama indistintamente, era el tema predilecto de los *salonistas* perplejos y de los seminarios en las facultades. Durante mucho tiempo, Chomsky tuvo éxito debido a que, aunque no fuera por otra razón, rara vez padeció la indignidad de ser comprendido.

Al final, los analistas pudieron verter a un lenguaje y esquemas comprensibles lo que Chomsky y sus seguidores decían. Entre los

más accesibles y amables se cuenta *El instinto del lenguaje* (1994), de Steven Pinker, que fue un éxito de ventas.

Sin embargo, incluso después de descifrar a Chomsky, seguía planteándose la pregunta: ¿existe realmente una gramática universal? Sin duda, existe un instinto abrumadoramente poderoso para aprender el lenguaje. También hay un período sensible en el desarrollo cognitivo del niño en el que el aprendizaje es más rápido. En realidad, tan celeremente es la adquisición del lenguaje, tan impetuoso el esfuerzo del niño por aprender, que, después de todo, puede que el razonamiento de Skinner no sea tan descartable. Quizá hay una época en la infancia temprana, y la capacidad para aprender las palabras y el orden de las palabras es tan eficiente, que un módulo especial del cerebro para la gramática no es una necesidad.

Efectivamente, a medida que la investigación experimental y de campo ha avanzado en los últimos años, ha surgido una concepción de la evolución del lenguaje diferente de la «gramática profunda». La alternativa permite reglas epigenéticas, que conllevan «aprendizaje preparado», en la manera como evolucionan los lenguajes de culturas individuales. Pero las limitaciones que dichas reglas imponen son muy amplias. El psicólogo y filósofo Daniel Nettle ha descrito la aparición y las posibilidades que ofrece para nuevas orientaciones en la investigación sobre lingüística:

Todos los lenguajes humanos realizan la misma función, y el conjunto de distinciones que utilizan para hacerlo se halla probablemente muy limitado. Las limitaciones provienen de la arquitectura universal de la mente humana, que influye en la forma del lenguaje mediante la manera en que oye, articula, recuerda y aprende. Sin embargo, dentro de estas limitaciones, hay latitud para la variación de un lenguaje a otro. Por ejemplo, las categorías principales de sujeto, verbo y complemento varían en su orden normal, y algunos lenguajes señalan principalmente las distinciones gramaticales mediante la sintaxis o la combinación de palabras, mientras que otros lo consiguen principalmente mediante la morfología o la mutación interna de las palabras.

Existen ahora diversas rutas probablemente nuevas para penetrar más profundamente en el enigma del lenguaje, apartando a la lingüística de la contemplación de esquemas estériles y acercándola en la dirección de la biología. Una es la manera en que el ambiente externo abre o estrecha las limitaciones en la evolución del lenguaje, ya sea por evolución genética, ya por evolución cultural, o por ambas. Para poner un ejemplo sencillo, en climas cálidos, los lenguajes de todo el mundo han evolucionado para usar más vocales y menos consonantes, creando así combinaciones de sonidos más sonoras. La explicación de esta tendencia puede ser una simple cuestión de eficiencia acústica. Los sonidos sonoros llegan a mayores distancias, de acuerdo con la tendencia de los pueblos de climas cálidos de pasar más tiempo al aire libre y mantener mayores distancias entre sí.

Otro factor en la generación de la diversidad del lenguaje puede ser genético. Existe una correlación en patrones geográficos entre el uso del tono de voz para transmitir gramática y significado de las palabras, por un lado, y la frecuencia de los genes que técnicamente se denominan *ASPM* y *Microcephalin*, que afectan al desarrollo del tono de voz.

Las propiedades clave de la mente que guían la evolución del lenguaje aparecieron casi con toda seguridad antes del origen del propio lenguaje. Se cree que sus veneros se hallan en la arquitectura de la cognición más antigua y más fundamental. La flexibilidad en el desarrollo de la sintaxis se ha documentado en la variabilidad del orden de las palabras en los lenguajes de creación reciente: lenguas criollas, lenguas francas y lenguas de signos que son abundantemente utilizadas en todos los continentes. Concediendo que la sintaxis pueda verse falseada por un contacto temprano con idiomas convencionales, estas influencias sesgadas pueden descontrarse al menos en un caso, la lengua de signos de los beduinos al-Sayyid. Todos los miembros de este grupo viven en la región del Néguev de Israel, y todos son sordos congénitamente. El grupo fue fundado hace dos siglos por 150 individuos, y sus miembros son descendientes de dos de los cinco hijos del fundador. Todos padecían una profunda pérdida prelingual del oído en todas las frecuencias, causada por un gen re-

cesivo en el cromosoma 13q12. Como resultado de la endogamia descentuada de aquella época, los 3.500 al-Sayyid contemporáneos comparten ahora esta condición. La comunidad utiliza una lengua de signos desarrollada muy pronto en su historia, que emplea órdenes de palabras derivados de manera independiente. Estas estructuras diferentes de las que se encuentran tanto en los lenguajes hablados en la región en que viven y en los alrededores como en otros lenguajes de signos empleados en comunidades cercanas.

La variabilidad natural de la gramática se ha ilustrado además por investigaciones en las que se comparaba la secuencia de actividades que realizaban personas dedicadas a determinadas tareas con el orden de las palabras que usaban para describir la secuencia. En un estudio, a hablantes de cuatro idiomas (inglés, turco, español y chino) se les pidió que hablaran y también, separadamente, que reconstruyeran el acontecimiento mediante el uso de imágenes. Resultó que todos los sujetos empleaban el mismo orden de comunicación no verbal (actor-paciente-acto, que es análogo al orden sujeto-complemento-verbo en el habla). Esta, más o menos, es la manera en que las personas piensan realmente a través de un escenario de acción. Pero resultó ser menos que totalmente consistente a través de los lenguajes que usaban al hablar. El orden actor-paciente-acto era el mismo que se encuentra en muchos lenguajes del mundo (y, de manera más significativa, en los lenguajes de gestos desarrollados recientemente). De manera que sí que parece existir una regla genética sesgada para el orden de las palabras integrada en nuestra estructura cognitiva profunda, pero sus productos finales en la gramática son muy flexibles y aprendidos. De modo que parece que tanto Skinner como Chomsky tenían razón en parte, pero Skinner más.

La multiplicidad de rutas en la evolución de la sintaxis elemental sugiere que hay pocas reglas genéticas, si es que hay alguna, que guíen el aprendizaje del lenguaje por parte de los seres humanos individuales. La razón probable se ha revelado en modelos matemticos recientes de evolución gen-cultura contruidos por Nick Chater y sus colegas científicos cognitivos. Es simplemente que el ambiente rápidamente cambiante del habla no proporciona un ambiente esta-

ble para la selección natural. El lenguaje varía de manera demasiado rápida a través de las generaciones, y de una cultura a otra, para que tenga lugar dicha evolución. En consecuencia, hay pocas razones para esperar que las propiedades arbitrarias del lenguaje, entre ellas los principios sintácticos abstractos de las estructuras de las frases y el marcado de los genes, hayan sido integradas en un «módulo del lenguaje» especial del cerebro mediante evolución. «La base genética de la adquisición del lenguaje humano —concluyen los investigadores— no coevolucionó con el lenguaje, sino que ante todo es previa a la aparición del lenguaje. Tal como sugirió Darwin, el encaje entre el lenguaje y sus mecanismos subyacentes surgió debido a que el lenguaje ha evolucionado para encajar en el cerebro humano, y no al revés.»

Creo que no es ir demasiado lejos añadir que el fracaso de la selección natural a la hora de crear una gramática universal independiente ha desempeñado un papel principal en la diversificación de la cultura y, a partir de dicha flexibilidad y capacidad inventiva potencial, el florecimiento del genio humano.

La evolución de la variación cultural

La coevolución gen-cultura, el impacto de los genes en la cultura y, recíprocamente, de la cultura en los genes, es un proceso de igual importancia para las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades. Su estudio proporciona una manera de conectar estas tres grandes ramas con una red de explicaciones causales.

Si esta afirmación parece demasiado atrevida, considere el lector la variación cultural entre sociedades. Se cree por lo general que si dos sociedades poseen diferentes rasgos culturales en la misma categoría (monogamia frente a poligamia, pongamos por caso, o costumbres belicosas frente a costumbres pacíficas), entonces la génesis cultural de los patrones de variación e incluso la misma categoría han de haber sido de naturaleza totalmente cultural, y que los genes no han tenido nada que ver con ello.

Esta precipitación en el juicio se debe a una comprensión incompleta de la relación entre genes y cultura. Lo que los genes prescriben o ayudan a prescribir no es un rasgo en oposición a otro, sino la frecuencia de rasgos y el patrón que forman cuando la innovación cultural los hizo disponibles. La expresión de los genes puede ser plástica, permitiendo que una sociedad elija uno o más rasgos de entre una multiplicidad de opciones. O bien puede *no* ser plástica, permitiendo que solo un rasgo sea elegido por todas las sociedades.

Consideremos este ejemplo familiar de plasticidad variable en los rasgos anatómicos. Los genes que prescriben el desarrollo general de las huellas dactilares son de expresión muy plástica, lo que permite un enorme número de variantes entre las personas. No hay dos

personas en el mundo que posean huellas dactilares completamente idénticas. En cambio, los genes que prescriben el número de dedos de cada mano son bastante rígidos. El número es cinco, siempre cinco. Solo un accidente de desarrollo extremo o una mutación en los genes puede producir otro número.

El principio de la plasticidad variable puede aplicarse asimismo fácilmente a los rasgos culturales. La práctica general de la moda en el vestir, que va desde el taparrabo hasta la corbata blanca, tiene una base genética. Sin embargo, debido a la plasticidad extrema (pero ni mucho menos infinita) de los genes que la prescriben, y de las múltiples emociones que expresan de manera diversa, los individuos seleccionan de entre varias opciones (hasta cientos de ellas) a lo largo de su vida. En otro ejemplo, y en el extremo opuesto, el incesto es evitado de manera instintiva en todos los ambientes familiares normales debido al efecto Westermarck (los niños muy pequeños criados conjuntamente son psicológicamente incapaces de unirse sexualmente entre sí en la madurez).

Los biólogos que estudian el desarrollo han descubierto que el grado de plasticidad en la expresión de los genes, como la presencia o ausencia de los propios genes, está sujeto a evolución mediante selección natural. Es importante para el éxito de un individuo que siga la moda en el vestir de su grupo y que exhiba los distintivos correctos de su rango, ocupación y nivel social. Y esto todavía importaba más, hasta el punto de significar la vida o la muerte, en las sociedades más sencillas del tipo de las que se formaron durante la mayor parte de la evolución humana. En el caso del efecto Westermarck, ha sido también importante en todas partes y en todas las circunstancias, al proporcionar a la humanidad una defensa contra los efectos letales de la endogamia.

Todas las sociedades, y cada uno de sus individuos, juegan a juegos de eficiencia genética, cuyas reglas han sido modeladas a lo largo de innumerables generaciones mediante la coevolución gen-cultura. Cuando una regla es absoluta, como la destrucción mediante el incesto, solo hay una mano que jugar; en este caso, se denomina «exogamia». Cuando una parte del ambiente es impredecible, en cambio,

la persona es juiciosa si usa una estrategia mixta, conseguida mediante plasticidad. Si un rasgo o respuesta no funciona, hay que cambiar a otra dentro del repertorio genético. El grado de plasticidad que existe dentro de una categoría o cultura no depende de ningún juicio explícito de lo que ocurrirá en el futuro, sino del grado de desafíos a los que la categoría de rasgos o comportamientos tuvo que responder en generaciones pasadas, cuando estaba ocurriendo la coevolución gen-cultura.

Desde la década de 1970, los biólogos han sido conscientes de los procesos genéticos mediante los cuales es más probable que se construya la evolución de la plasticidad. Probablemente, no sea mediante mutaciones de los genes que codifican proteínas, que prescriben un cambio básico en la composición de los aminoácidos de las proteínas. Es más probable que sea por cambios en los genes reguladores, que determinan la tasa y las condiciones bajo las que se producen las proteínas. No parece que los pequeños cambios en los genes reguladores sean muy importantes, pero pueden alterar profundamente las proporciones de estructuras anatómicas y de la actividad fisiológica. También pueden actuar con mayor precisión sobre determinadas partes del cuerpo y sobre procesos fisiológicos concretos. Además, pueden programar sensibilidad a estímulos selectos que tienen efecto sobre el organismo en desarrollo, con el resultado de que diferentes ambientes evocan la producción de variantes concretas, mejor adaptadas a vivir en ellos. Finalmente, las mutaciones de los genes reguladores, debido a que afectan a interacciones en el proceso de desarrollo, tienen menos probabilidades de ser deletéreas que las mutaciones en los genes que codifican proteínas. No producen una nueva proteína, y con ella una estructura o comportamiento establecidos con la proteína, un cambio que puede perturbar fácilmente el desarrollo en el resto del organismo. Lo que hacen es alterar la cantidad de una proteína ya existente, permitiendo así cambios sutiles en una estructura o comportamiento previos.

Las hormigas y otros insectos sociales ilustran en grado extremo la evolución de esta plasticidad adaptativa. Las obreras de hormigeros o territeros difieren a veces tanto entre sí que fácilmente se

puede pensar que pertenecen a especies distintas. Pero, en colonias con una única reina que se apareó con un único macho, todas las castas de un género están muy cerca de ser idénticas desde el punto de vista genético. Son distintas en anatomía y comportamiento por que como formas inmaduras recibieron más alimento que las demás, o menos, lo que llevó a adultos mayores o menores. Mientras eran inmaduras, sus tejidos crecieron también a ritmos distintos, de modo que los individuos mayores y menores poseían diferentes proporciones corporales. Los inmaduros fueron asimismo sensibles a las feromonas procedentes de los miembros adultos de la colonia, lo que alteró la dirección del desarrollo y el tamaño hasta el que crecieron antes de llegar a la madurez. Los investigadores han documentado todavía otros factores que dividen a los miembros de la colonia en castas. Cada casta se especializa en su propio papel laboral durante su vida. Una colonia, sin que tenga una variación genética significativa, puede consistir en reinas vírgenes; obreras *minor* pequeñas y tímidas, y soldados gigantes con la cabeza y las mandíbulas agrandadas de manera grotesca.

En las hormigas en particular, la elaboración de castas de hormigas a partir de la plasticidad es solo una parte de un proceso complejo denominado «demografía adaptativa». Las castas no solo se dedican a tareas especializadas, sino que están programadas para ser creadas con una determinada frecuencia en función de su tasa de mortalidad natural, con el fin de producir proporciones de castas que sean óptimas para la colonia en su conjunto. Por ejemplo, los miembros de la casta grande *mayor* de hormigas tejedoras, que realizan la mayor parte del trabajo de la colonia fuera del nido, a la vez que defienden a la colonia contra los enemigos, tienen una tasa de mortalidad mayor que las obreras *minor*, que sirven como nodrizas en el interior del nido. Como consecuencia evidente, la colonia produce obreras *mayor* a una tasa per cápita superior a la de las *minor*, manteniendo así lo que parece ser un equilibrio óptimo en número entre las dos castas.

La variación cultural en los humanos está determinada principalmente por dos propiedades del comportamiento social, ambas su-

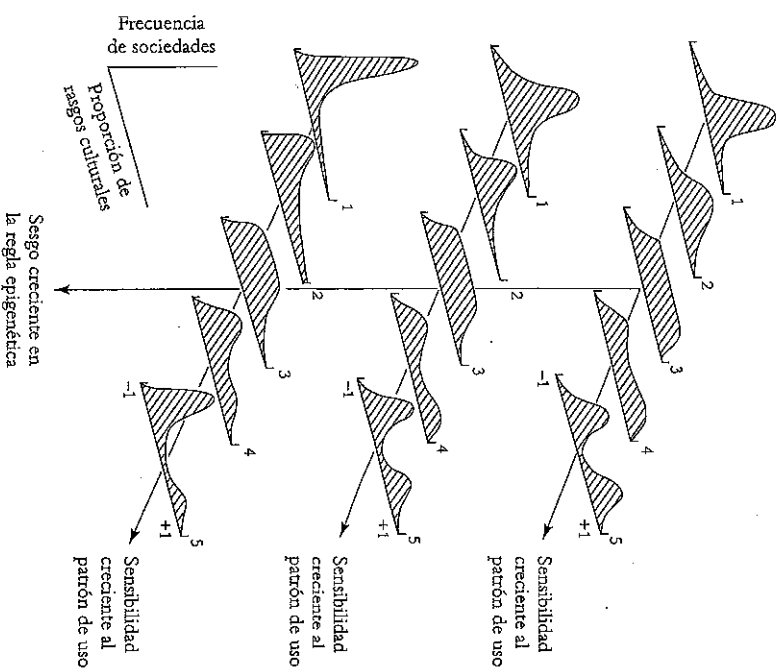


FIGURA 23.1. Evolución de la variación cultural, basada en el caso simple de dos rasgos en la misma categoría de la cultura (tales como evitación del incesto y moda en el vestir). La variación se mide como el número de sociedades que eligen uno de los dos rasgos en tres categorías de cultura (de arriba abajo). Se interpreta que la propensión a imitar a otros es la sensibilidad al uso por los demás. (Modificado de un modelo matemático de Charles J. Lumsden y Edward O. Wilson, «Translation of epigenetic rules of individual behavior into ethnographic patterns», *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 77, 7 [1980], pp. 4.382-4.386; véase también Charles J. Lumsden y Edward O. Wilson, *Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1981, p. 130.)

jetas a evolución mediante selección natural. La primera es el grado de sesgo en la norma epigenética: muy bajo en la moda en el vestir, muy alto en la evitación del incesto. La segunda propiedad de la variación cultural es la probabilidad de que miembros individuales del grupo imiten a otros de la misma sociedad que han adoptado el rasgo («sensibilidad al patrón de uso»).

Para ilustrar la solución del dilema «gen frente a cultura», advertimos en primer lugar que las tres filas de categorías culturales que se ilustran en la figura 23.1 difieren genéticamente entre sí. Elijamos uno de los tres y tomemos un punto bajo cada uno de los dos nodos que han aparecido (hacia la parte inferior, debido a una tendencia a imitar las acciones de los demás que se ha acrecentado con la evolución). Dejemos que los puntos representen dos sociedades. Es probable que ambas sociedades hayan escogido diferentes rasgos culturales, aunque sean genéticamente idénticas para las reglas que siguen a la hora de elegir. Las propiedades son las normas epigenéticas y la propensión a imitar a otros; ambas cosas se han originado por la coevolución gen-cultura.

Las complejidades de la coevolución gen-cultura son fundamentales para comprender la condición humana. Son intrincadas y al principio pueden parecer extrañas, por no ser familiares. Pero si la investigación emplea las medidas y los análisis adecuados, guiados por la teoría evolutiva, pueden ser diseccionadas hasta sus elementos esenciales.