

Carl Sagan y Ann Druyan

*Sombras  
de antepasados olvidados*

Traducción de  
Miguel Muntaner y María del Mar Moya

Planeta

**COLECCION: DOCUMENTO**

---

*Dirección:* Rafael Borrás Betriu

*Consejo de redacción:* María Teresa Arbó, Cristina Pagés,  
Marcel Plans y Carlos Pujol

*Título original:* Shadows of forgotten ancestors

*Diseño de colección y cubierta:* Hans Romberg (foto Don  
Carroll/The Image Bank)

- © 1992, Carl Sagan y Ann Druyan, publicado de acuerdo  
con Scott Meredith Literary Agency Inc., N.Y.
- © 1993, Miguel Muntaner y María del Mar Moya, por la  
traducción
- © 1993, Editorial Planeta, S.A. — Barcelona (España)

Reimpresión exclusiva para México de  
Editorial Planeta Mexicana, S.A. de C.V.  
Grupo Editorial Planeta de México  
Avenida Insurgentes Sur núm. 1162  
Col. Del Valle  
Deleg. Benito Juárez, 03100  
México, D.F.

ISBN: 0-394-53481-6 Random House, Edic. original  
ISBN: 84-08-00297-X España  
ISBN: 968-406-372-5 México

Tercera reimpresión (México): agosto de 1994

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de  
la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o  
transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea  
eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de  
fotocopia, sin permiso previo del editor.

Impreso y hecho en México-Printed and made in Mexico

Impreso en los talleres de: Litográfica Ingramex, S.A.,  
Centeno núm. 162, Col. Granjas Esmeralda,  
México, D.F.

# Índice

Introducción . . . . .	11
Prólogo	
LOS PAPELES DEL HUÉRFANO . . . . .	17
Capítulo 1	
ASÍ EN LA TIERRA COMO EN EL CIELO . . . . .	23
Capítulo 2	
COPOS DE NIEVE CAÍDOS EN LA TIERRA . . . . .	31
Capítulo 3	
«¿QUÉ ES LO QUE HACES?» . . . . .	43
Capítulo 4	
UN EVANGELIO DE SUCIEDAD . . . . .	59
Capítulo 5	
LA VIDA ES SÓLO UNA PALABRA DE TRES LETRAS . . . . .	79
Capítulo 6	
NOSOTROS Y ELLOS . . . . .	101
Capítulo 7	
CUANDO EL FUEGO ERA NUEVO . . . . .	123
Capítulo 8	
EL SEXO Y LA MUERTE . . . . .	143
Capítulo 9	
QUÉ FINAS DIVISIONES . . . . .	157
Capítulo 10	
EL PENÚLTIMO REMEDIO . . . . .	179
Capítulo 11	
DOMINACIÓN Y SUMISIÓN . . . . .	197
Capítulo 12	
LA VIOLACIÓN DE CENIS . . . . .	213

Capítulo 13	
EL OCÉANO DEL DEVENIR . . . . .	
Capítulo 14	
TIERRA DE BANDAS . . . . .	
Capítulo 15	
REFLEXIONES MORTIFICADORAS . . . . .	
Capítulo 16	
LAS VIDAS DE LOS SIMIOS . . . . .	
Capítulo 17	
AMONESTACIÓN AL CONQUISTADOR . . . . .	
Capítulo 18	
LA ARQUÍMEDES DE LOS MACACOS . . . . .	
Capítulo 19	
¿QUÉ ES LO HUMANO? . . . . .	
Capítulo 20	
EL ANIMAL DE DENTRO . . . . .	
Capítulo 21	
SOMBRAS DE ANTEPASADOS OLVIDADOS . . . . .	
Epílogo . . . . .	
<i>Notas . . . . .</i>	
<i>Agradecimientos . . . . .</i>	
<i>Índice temático . . . . .</i>	

*Para Lester Grinspoon,  
cuyo ejemplo nos confirma  
que nuestra especie puede conseguir  
lo que se proponga*

Así habló, y yo quise abrazar el fantasma de mi madre muerta. Tres veces intenté retener su imagen y tres veces escapó entre mis manos, como una sombra, como un sueño.

HOMERO, *Odisea*, canto XI

*Nosotros tuvimos mucha suerte. Nuestros padres se tomaron en serio la tarea de afianzar los eslabones de la cadena generacional. Podemos decir que la búsqueda que dio forma a este libro comenzó en la infancia, la etapa en que uno recibe amor y protección incondicionales frente a la auténtica adversidad: es una antigua costumbre que practican los mamíferos. Nunca fue fácil, pero en la sociedad humana moderna aún es más difícil. Hay demasiados peligros ahora y muchos de ellos no tienen precedentes.*

*La presente obra se inició a principios del decenio de 1980 cuando la rivalidad entre los Estados Unidos y la Unión Soviética estaba creando una coyuntura potencialmente fatídica con 60 000 armas nucleares acumuladas por razones de disuasión, coerción, orgullo y temor. Cada país se elogiaba a sí mismo y calumniaba a sus adversarios, presentándolos a veces como seres casi subhumanos. Los Estados Unidos se gastaron diez billones de dólares en la guerra fría: una cantidad suficiente para comprar todo lo que hay en el país excepto la tierra. Mientras tanto, la infraestructura se estaba hundiendo, el medio ambiente se deterioraba, el proceso democrático se subvertía, la injusticia se enconaba y el país pasaba de ser el principal prestamista al principal deudor del planeta. ¿Cómo nos metimos en ese lío?, nos preguntábamos. ¿Cómo podemos salir de él? ¿Podemos salirnos de él?*

*Nos embarcamos pues en un estudio de las raíces políticas y emocionales de la carrera de armamento nuclear, el cual nos llevó a la segunda guerra mundial, que por supuesto tuvo su origen en la primera guerra mundial, la cual a su vez fue consecuencia de la aparición de la nación-estado, que se remonta directamente a los inicios de la civilización, la cual fue un subproducto de la invención de la agricultura y de la domesticación de los animales, que cristalizó después de un largo período en el que los hombres fuimos cazadores y recolectores. No había divisiones claras por el camino, ningún punto en el que pudiéramos decir: aquí*

están las raíces de nuestra situación. Antes de que pudiéramos darnos cuenta, estábamos estudiando los primeros seres humanos y sus predecesores. Llegamos a la conclusión de que los acontecimientos de épocas remotas, muy anteriores a la existencia de los hombres, son esenciales para comprender la trampa que, al parecer, nuestra especie se está tendiendo a sí misma.

Decidimos mirar dentro de nosotros mismos, desandar todas las vueltas y rodeos que pudiésemos de la evolución de nuestra especie. Nos comprometimos a no retroceder, aunque la búsqueda nos llevara muy lejos. Habíamos aprendido mucho uno del otro a lo largo de los años, pero nuestras políticas no son idénticas. Había la posibilidad de que uno de nosotros o los dos tuviera que renunciar a alguna de las creencias que pensábamos que nos definían. Pero si lo lográbamos, aunque fuera en parte, quizá podríamos comprender muchas más cosas, además del nacionalismo, la carrera de armamentos nucleares y la guerra fría.

Hemos terminado este libro y la guerra fría ya no existe. Pero de algún modo no estamos a salvo. Nuevos peligros se abren camino hacia el centro del escenario, y otros peligros, viejos y conocidos, se reafirman. Nos enfrentamos con un brebaje infernal de violencia étnica, nacionalismo resurgente, dirigentes ineptos, educación inadecuada, familias que no funcionan, degradación ambiental, extinción de especies, exceso de población, y un número cada vez mayor de millones de personas sin nada que perder. Parece más apremiante que nunca comprender cómo nos metimos en este lío y cómo vamos a salir de él.

La presente obra estudia el pasado profundo, los pasos más formativos de nuestros orígenes. Más adelante ataremos los cabos expuestos aquí. La búsqueda nos ha llevado a los escritos de quienes nos precedieron en ella, a épocas lejanas y a otros mundos, y nos ha obligado a recorrer multitud de disciplinas. Quisimos tener presente el aforismo del físico Niels Bohr: «Claridad gracias a la riqueza del material.» Sin embargo, la cantidad de material requerido puede resultar un poco intimidante. Los hombres han levantado muros para separar las ramas del conocimiento que son esenciales a esta búsqueda: distintas ciencias, políticas, religiones y éticas distintas. Hemos buscado pequeñas puertas en estos muros, a veces hemos intentado saltar por encima de ellos o excavar por debajo suyo. Debemos disculparnos por nuestras limitaciones; somos muy conscientes de la insuficiencia de nuestros conocimientos y de nuestros criterios. Y sin embargo, esta búsqueda sólo dará resultado si los muros se rompen. Esperamos que allí donde nosotros hemos fallado, otros se sientan inspirados (o provocados) para hacerlo mejor.

Lo que vamos a decir en el presente libro se basa en los descu-

brimientos de muchas ciencias. Pedimos al lector que tenga presentes las imperfecciones de nuestros conocimientos actuales. La ciencia nunca termina; actúa por aproximaciones sucesivas, que nos acercan cada vez más a una comprensión integral y precisa de la Naturaleza, pero nunca lo logra completamente. El hecho de que se hayan realizado tantos descubrimientos importantes en el último siglo, incluso en el último decenio, significa que aún nos queda mucho trecho por recorrer. La ciencia está siempre sometida a discusiones, correcciones, refinamientos, reconsideraciones dolorosas y a visiones revolucionarias. Sin embargo, parece que ahora nuestros conocimientos nos permiten ya reconstruir algunos de los pasos esenciales que nos condujeron al lugar donde nos encontramos y que nos ayudaron a ser quienes somos.

En nuestro viaje hemos conocido a muchas personas que nos ofrecieron generosamente su tiempo, experiencia, conocimientos y estímulos; a muchas personas que leyeron detenida y críticamente todo el manuscrito o una parte de él. Gracias a su lectura, eliminamos faltas y corregimos errores de hecho o de interpretación. Agradecemos especialmente la colaboración de Dianne Ackerman; Christopher Chyba, del Centro de Investigación Ames de la NASA; Jonathan Cott; James F. Crow, del Departamento de Genética de la Universidad de Wisconsin, Madison; Richard Dawkins, del Departamento de Zoología de la Universidad de Oxford; Irvén de Vore, del Departamento de Antropología de la Universidad de Harvard; Frans B. M. de Waal, del Departamento de Psicología de la Universidad de Emory y del Centro de Investigaciones sobre Primates de Yerkes; James M. Dabbs, Jr., del Departamento de Psicología de la Universidad del Estado de Georgia; Stephen Emlen, de la Sección de Neurobiología y Comportamiento de la Universidad de Cornell; Morris Goodman, del Departamento de Anatomía y Biología Celular de la Escuela de Medicina de la Universidad del Estado de Wayne; Stephen Jay Gould, del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard; James L. Gould y Carol Grant Gould, del Departamento de Biología de la Universidad de Princeton; Lester Grinspoon, del Departamento de Psiquiatría de la Escuela de Medicina de Harvard; Howard E. Gruber, del Departamento de Psicología del Desarrollo de Columbia University; Jon Lomberg; Nancy Palmer, del Centro de Prensa y Política Shorenstein Barone, Escuela de Gobierno Kennedy de la Universidad de Harvard; Lynda Obst; William Provine, del Departamento de Genética e Historia de la Ciencia de la Universidad de Cornell; Duane M. Rumbaugh y E. Sue Savage-Rumbaugh, del Centro de Investigaciones del Lenguaje de la Universidad del Estado de Georgia; Dorion, Jeremy y Nicholas Sagan; J. William Schopf, del Centro de Estudios sobre la Evolu-



ción y el Origen de la Vida de la Universidad de California,, Los Ángeles; Morty Sills; Steven Soter, del Instituto Smithsonian; Jeremy Stone, de la Federación de Científicos Estadounidenses; y Paul West. Muchos científicos nos enviaron amablemente ejemplares de sus trabajos antes de su publicación. C. S. también da las gracias a sus primeros profesores en las ciencias de la vida, H. J. Muller, Sewall Wright, y Joshua Lederberg. Por supuesto, ninguno de ellos es responsable de los errores que han persistido.

Nos sentimos profundamente agradecidos a quienes repasaron los diversos borradores de la presente obra. Tenemos una especial deuda con la ayudante de A. D., Karenn Gobrecht, por su excelente trabajo de investigación bibliográfica, transcripción, ordenación de material, y mucho más, y con Eleanor York, la veterana ayudante administrativa de C. S. en Cornell. Damos también las gracias a Nancy Birn Struckman, Dolores Higareda, Michelle Lane, Loren Mooney, Graham Parks, Deborah Pearlstein y John P. Wolff. Los magníficos servicios del sistema bibliotecario de la Universidad de Cornell fueron un recurso esencial para la elaboración de la presente obra. Tampoco hubiéramos podido escribirla sin la ayuda de Maria Farge, Julia Ford Diamond, Lisbeth Collacchi, Mamie Jones y Leona Cummings.

Nos sentimos en deuda con Scott Meredith y Jack Scovil de la Agencia Literaria Scott Meredith por su estímulo y apoyo incansables. Nos alegramos de que Sombras se hiciese realidad mientras Ann Godoff era la encargada de su edición; y también damos las gracias a Harry Evans, Joni Evans, Nancy Inglis, Jim Lambert, Carol Schneider y Sam Vaughan de Random House.

Walter Anderson, el jefe de redacción de la revista Parade, ha hecho posible que presentemos nuestras ideas al público más amplio posible. Trabajar con él y con David Currier, su redactor-jefe, ha sido un puro placer.

La presente obra se ha escrito para una amplia gama de lectores. A veces, para ser lo más claros posible, hemos subrayado la misma idea más de una vez o en más de un contexto. Hemos tratado de indicar salvedades y excepciones. Algunas veces hemos utilizado el pronombre «nosotros» para referirnos a los autores del libro, pero generalmente para referirnos a la especie humana; el contexto debería dejar claro en cada caso su significado. Quienes deseen profundizar más pueden encontrar al final del libro las referencias a otras obras de divulgación y técnicas correspondientes a las notas. También hay comentarios, notas y aclaraciones adicionales. La obsesionante película de Sergei Parajanov, producida en 1964, nos inspiró el título del libro, aunque ambas obras apenas tengan nada más en común.

Durante los años de preparación de la presente obra nos sir-

*vió de inspiración esencial y nos proporcionó una mayor sensación de urgencia el nacimiento de nuestros hijos Alexandra Rachel y Samuel Democritus; nombres queridos de unos antepasados inolvidables.*

Ithaca, N. Y., 1 de junio de 1992.

## LOS PAPELES DEL HUÉRFANO

Después de haber visto una pequeña parte de la vida, y de morir rápidamente, los hombres se elevan y desaparecen como el humo, convencidos sólo de lo que cada uno ha conocido...

¿Quién puede decir que ha encontrado el todo?

EMPÉDOCLES, *Sobre la naturaleza*<sup>1</sup>

¿Quiénes somos nosotros? La respuesta a esta pregunta no es sólo una de las tareas de la ciencia, sino su tarea.

ERWIN SCHRÖDINGER, *Ciencia y humanismo*<sup>2</sup>

La inmensa, abrumadora negrura queda mitigada aquí y allí por un débil punto de luz, que con una mayor aproximación resulta ser un poderoso sol brillando con fuego termonuclear y calentando un pequeño volumen de espacio en torno suyo. El Universo es en su casi totalidad un vacío negro, y sin embargo el número de soles es asombroso. Los espacios inmediatamente próximos a estos soles son una fracción insignificante de la inmensidad del Cosmos, pero muchas de estas alegres, brillantes y clementes regiones circunestelares, quizá la mayoría de ellas, están ocupadas por mundos. Solamente en la galaxia de la Vía Láctea podría haber cien mil millones de mundos, ninguno demasiado cerca, ninguno demasiado lejos del sol local, alrededor del cual orbitan en un silencioso homenaje gravitatorio.

Ésta es la historia de uno de estos mundos, quizá no muy diferente a muchos otros; es, concretamente, la historia de los seres que evolucionaron en él y de una especie en particular.

Para que un ser esté vivo miles de millones de años, después del origen de la vida, debe ser resistente, inventivo y afortunado, porque en su camino acechaban demasiados peligros. Las formas vivas resisten gracias a su paciencia, por ejemplo, o a su voracidad o porque son solitarias y se camuflan o se prodigan dando descendencia o temen a los cazadores o son capaces de huir a lugar seguro o son brillantes nadadoras o excavadoras o porque despiden líquidos nocivos y desorientadores o porque saben infiltrarse en el propio material genético de otros seres sin que se enteren o porque accidentalmente están en otro lugar cuando los depredadores están al acecho o el río está envenenado o disminuye el suministro de comida. Los seres de los que nos vamos a ocupar en concreto eran, no hace demasiado tiem-

po, gregarios hasta el exceso, ruidosos, peleones, arbóreos, mandones, sexualmente atractivos, listos, utilizaban herramientas, tenían infancias prolongadas y cuidaban con ternura de sus crías. Una cosa lleva a la otra, y en un abrir y cerrar de ojos sus descendientes se multiplicaron por todo el planeta, eliminaron a todos sus rivales, inventaron tecnologías que transformaron el mundo y se convirtieron en una amenaza mortal para sí mismos y para los muchos otros seres que compartían su pequeño hogar. Al mismo tiempo, se pusieron a visitar los planetas y las estrellas.

¿Quiénes somos? ¿De dónde venimos? ¿Por qué somos de esta forma y no de otra? ¿Qué significa ser humano? ¿Seríamos capaces, en caso necesario, de introducir cambios fundamentales, o bien las manos muertas de antepasados olvidados nos están empujando en alguna u otra dirección, para bien o para mal, indiscriminadamente y sin que podamos controlarlo? ¿Podemos alterar nuestro carácter? ¿Podemos mejorar nuestras sociedades? ¿Podemos legar a nuestros hijos un mundo mejor que el mundo que nos legaron? ¿Podemos liberarnos de los demonios que nos atormentan y que obsesionan a nuestra civilización? ¿Tendremos a la larga la inteligencia suficiente para saber qué cambios necesitamos? ¿Puede confiársenos nuestro propio futuro?

Muchas personas reflexivas temen que nuestros problemas se hayan hecho demasiado grandes y creen que el corazón de la naturaleza humana se rige por razones que somos incapaces de controlar, que hemos perdido el camino, que las ideologías religiosas y políticas dominantes son incapaces de detener la deriva amenazadora y persistente a la que van los asuntos humanos, y que estas mismas ideologías han contribuido a provocar la deriva por su rigidez, su incompetencia y la inevitable corrupción del poder. ¿Es esto cierto? Y si lo es, ¿podemos hacer algo para evitarlo?

Para intentar comprender quiénes somos, cada cultura humana ha inventado un conjunto de mitos. Las contradicciones de nuestro interior se atribuyen a una lucha entre divinidades, rivales pero de igual poder, a un imperfecto Creador o, paradójicamente, a un ángel rebelde y al Todopoderoso, o incluso a una lucha más desigual todavía entre un ser omnipotente y los desobedientes humanos. También hay quienes sostienen que los dioses no tienen nada que ver con eso. Uno de ellos, Nanrei Kabori, antiguo abad del Templo del Dragón Radiante, un santuario budista de Kyoto, nos dijo:

Dios es una invención del Hombre. Por lo tanto la naturaleza de Dios no es más que un misterio poco profundo. El misterio profundo es la naturaleza del Hombre.

Si la vida y los hombres hubieran comenzado a existir hace unos centenares o unos miles de años, podríamos conocer casi todos los elementos importantes de nuestro pasado. Quizá quedarían ocultas muy pocas cosas importantes de nuestra historia. Podríamos llegar fácilmente a nuestros mismos comienzos. Pero nuestra especie tiene centenares de miles de años de antigüedad, el género *Homo* tiene millones de años de antigüedad, los primates, decenas de millones de años, los mamíferos, más de 200 millones de años y, la vida, unos cuatro mil millones de años. Los documentos escritos nos permiten recorrer sólo una millonésima parte del camino que nos llevaría al origen de la vida. Nuestros comienzos, los acontecimientos esenciales de nuestro desarrollo temprano, no nos son fácilmente accesibles. No han llegado hasta nosotros relatos de primera mano. No pueden encontrarse ni en la memoria viva ni en los anales de nuestra especie. Nuestra profundidad temporal es patética e inquietantemente somera. La inmensa mayoría de nuestros antepasados nos son totalmente desconocidos. No tienen nombres, ni rostros, ni manías. Ninguna anécdota familiar los indentifica. Nadie los reclama, los hemos perdido para siempre. No podemos distinguirlos de Adán. Si un antepasado nuestro de hace unas cien generaciones, no ya de mil o de diez mil generaciones, se nos acercara por la calle con los brazos abiertos, o nos tocara ligeramente el hombro, ¿qué haríamos? ¿Le devolveríamos el saludo? ¿Llamaríamos a la policía?

Nuestras propias historias familiares, las de los autores de la presente obra, tienen un alcance tan corto que sólo podemos mirar con claridad dos generaciones atrás, o vagamente hasta tres, y no sabemos apenas nada de las precedentes. Ni siquiera sabemos los nombres de nuestros tatarabuelos y mucho menos sus oficios, país de origen y las vidas personales. Creemos que la mayoría de personas en la Tierra están igualmente aisladas en el tiempo. En la mayoría de los casos, ningún documento ha conservado los recuerdos de nuestros antepasados de algunas generaciones atrás.

Una gran cadena de seres, humanos y no humanos, nos conecta a cada uno de nosotros con nuestros predecesores. Sólo los vínculos más recientes están iluminados por el débil proyector de la memoria viva. Todos los demás están inmersos en varios grados de oscuridad, más impenetrables cuanto más lejanos están en el tiempo. Incluso las familias afortunadas que han

logrado conservar registros meticulosos no llegan más allá de una docena de generaciones. Y sin embargo, cien mil generaciones atrás nuestros antepasados eran aún reconociblemente humanos, y detrás de ellos se extienden las edades del tiempo geológico. Para la mayoría de nosotros, el haz de luz avanza a medida que lo hacen las generaciones, y a medida que nacen los nuevos individuos, se pierde la información sobre los viejos. Estamos aislados de nuestro pasado, separados de nuestros orígenes, y no debido a algún tipo de amnesia o lobotomía, sino por la brevedad de nuestras vidas y las inmensas, insondables perspectivas de tiempo que nos separan de nuestro origen.

Las personas somos como bebés recién nacidos abandonados en un portal, sin ninguna nota que explique quiénes son, de dónde vienen, qué carga hereditaria de atributos y defectos pueden llevar, o cuáles podrían ser sus antecedentes. Desearíamos ver las fichas de estos huérfanos.

Hemos inventado repetidamente en muchas culturas fantasías tranquilizadoras sobre nuestros padres, cómo nos querían, y qué heroicos e importantes eran.<sup>3</sup> Tal como hacen los huérfanos, también a veces nos echamos la culpa a nosotros mismos de que nos hayan abandonado. Debió de ser por culpa nuestra. Quizá éramos demasiado pecadores, o moralmente incorregibles. La inseguridad nos obligó a aferrarnos a esas historias e impusimos severos castigos a quienes se atrevieran a ponerlas en duda. Eso era mejor que nada, mejor que admitir nuestra ignorancia sobre nuestros orígenes, mejor que reconocer que nos habían dejado desnudos y desamparados, como a un niño abandonado en el quicio de una puerta.

Se dice que los niños se consideran el centro de su Universo; del mismo modo también nosotros en otras épocas estuvimos seguros, no sólo de nuestra posición central, sino de que el Universo estaba hecho para nosotros. Esta antigua y cómoda presunción, esta perspectiva segura del mundo se ha ido derrumbando a lo largo de cinco siglos. Cuanto más comprendemos cómo se formó el mundo, menos necesitamos a un Dios o a dioses, y más remota en el tiempo y en la causalidad tuvo que haber sido cualquier intervención divina. El precio de la mayoría de edad es renunciar a la manta protectora y segura. La adolescencia es un paseo por la montaña rusa.

Cuando hacia 1859 comenzó a vislumbrarse que podríamos comprender nuestros propios orígenes mediante un proceso natural y no místico, que no requería Dios ni dioses, nuestra dolorosa sensación de aislamiento fue casi completa. En palabras del antropólogo Robert Redfield, el Universo comenzó a «perder su

carácter moral» y se volvió «indiferente, un sistema que abandonaba al hombre».<sup>4</sup>

Además, sin un Dios o dioses, sin la correspondiente amenaza del castigo divino, ¿no serían los hombres como bestias? Dostoyevsky advirtió que quienes rechacen la religión, por muy buenas intenciones que puedan tener, «acabarán bañando la tierra en sangre».<sup>5</sup> Otros han observado que ese baño de sangre ha estado produciéndose desde los inicios de la civilización, y a menudo en nombre de la religión.

La desagradable perspectiva de un Universo indiferente, o peor, de un Universo sin sentido, ha engendrado temor, rechazo, displicencia, y la sensación de que la ciencia es un instrumento alienador. Las frías verdades de nuestra era científica resultan desagradables para muchos. Nos sentimos desamparados y solos. Anhelamos tener un objetivo que dé sentido a nuestra existencia. No queremos oír que el mundo no se hizo para nosotros. No nos impresionan los códigos morales inventados por los simples mortales; queremos uno entregado directamente desde arriba. Nos resistimos a reconocer a nuestros parientes. Aún nos resultan forasteros. Nos sentimos avergonzados: después de haber imaginado a nuestro Antecesor como el Rey del Universo, ahora nos piden que reconozcamos que procedemos de lo más humilde de lo humilde: del barro y del cieno, y de seres sin inteligencia tan pequeños que no pueden verse a simple vista.

¿Por qué concentrarnos en el pasado? ¿Por qué disgustarnos con dolorosas analogías entre hombres y bestias? ¿Por qué no limitarnos a mirar al futuro? Estas preguntas no tienen respuesta. Si no sabemos de qué somos capaces, y no sólo de qué son capaces unos cuantos santos célebres y criminales de guerra famosos, no sabremos a qué atenernos, qué inclinaciones humanas debemos estimular y contra cuáles debemos protegernos. No podremos decidir qué líneas de acción propuestas son realistas y cuáles son poco prácticas y sentimentalmente peligrosas. La filósofa Mary Midgley escribe:

Saber que por naturaleza tengo mal genio no me hace perder los estribos. Por el contrario, debería ayudarme obligándome a distinguir el mal humor que me caracteriza de la indignación moral. Mi libertad, por lo tanto, no parece especialmente amenazada por el reconocimiento de mi mal genio, ni por cualquier esclarecimiento sobre el significado de mi mal genio en comparación con los animales.<sup>6</sup>

El estudio de la historia de la vida, el proceso evolutivo, y la naturaleza de los demás seres que, junto a nosotros, pueblan

este planeta ha comenzado a esclarecer un poco esos eslabones pasados de la cadena. No hemos encontrado a nuestros olvidados antepasados, pero comenzamos a sentir su presencia en la oscuridad. Reconocemos sus sombras a uno y otro lado. En su momento fueron tan reales como nosotros hoy. No estaríamos aquí de no haber sido por ellos. Nuestras naturalezas y las suyas están indisolublemente vinculadas a pesar de las eras de tiempo que puedan separarnos. La respuesta a quiénes somos está en esas sombras, esperando.

Cuando comenzamos esta búsqueda de nuestros orígenes, utilizando los métodos y descubrimientos de la ciencia, nos embargaba una sensación parecida al terror. Nos daba miedo lo que podíamos encontrar. Pero no sólo encontramos lugar para la esperanza sino también motivo para ella, tal como comenzamos a explicar en la presente obra. La documentación completa del huérfano es larga. Las personas hemos descubierto sólo trocitos, en ocasiones varias páginas consecutivas, nunca nada tan complejo como un capítulo entero. Muchas de las palabras están emborronadas, la mayoría se han perdido.<sup>7</sup>

Presentamos aquí una versión de algunas de las primeras páginas del historial del huérfano, la nota inexistente que debía de haber acompañado al niño abandonado en el umbral, algo sobre nuestros comienzos y sobre los antepasados olvidados de interés esencial para el desenlace de nuestra narración. Como la mayoría de historias familiares la presente narración comienza en la oscuridad; hace tanto tiempo, en un lugar tan lejano y en circunstancias tan poco prometedoras, que nadie podía haber adivinado a dónde llevaría todo aquello.

Vamos a rastrear la historia de la vida y el camino que condujo hasta nosotros: cómo llegamos a ser de la forma que somos. Es conveniente que empecemos por el principio. O un poco antes.



## ASÍ EN LA TIERRA COMO EN EL CIELO

Cuánto tiempo las estrellas han ido perdiendo su brillo y se ha achicado la luz de la lámpara.

NANSEN (748-834, China)<sup>1</sup>

Para dar forma a la tierra dijeron «Tierra». Y ella se levantó de repente, como una nube, como una niebla, formándose, desenvolviéndose...

*Popol Vuh: El libro maya del amanecer de la vida*<sup>2</sup>

Nada vive para siempre, ni en los Cielos ni en la Tierra. Incluso las estrellas envejecen, decaen y mueren. Las estrellas mueren y nacen. Hubo una vez una época, antes de que existiera el Sol y la Tierra, una época antes de que hubiera día o noche, mucho, mucho antes de que hubiera alguien presente tomando nota de los Inicios para quienes pudieran venir después.

Sin embargo, imaginemos que fuimos testigos de aquella época:

Una inmensa masa de gas y polvo se hunde rápidamente bajo su propio peso, girando cada vez más de prisa y pasando de una nube turbulenta y caótica a ser una especie de disco definido, ordenado y fino. En su centro exacto arde sin llama un cuerpo de color apagado, rojo cereza. Miremos desde arriba, por encima del disco, durante cien millones de años y veremos que la masa central se vuelve blanca y más brillante, hasta que después de un par de intentos abortados e incompletos estalla y empieza a irradiar, convertida en un fuego termonuclear constante. Ha nacido el Sol. Brillará fielmente a lo largo de los cinco mil millones de años siguientes, durante los cuales la materia del disco evolucionará y creará seres capaces de reconstruir las circunstancias del origen del Sol y de su propio origen.

Sólo están iluminadas las provincias más interiores del disco. La luz solar no logra penetrar hasta el exterior. Nos hundimos en los recovecos de la nube para ver qué maravillas se están desplegando. Descubrimos un millón de cuerpos pequeños apiñados circulando cerca del gran fuego central. Varios miles de mundos de considerable tamaño esparcidos en órbita, la mayoría dando vueltas cerca del Sol pero otros a grandes distancias, están destinados a encontrarse, a fundirse y a convertirse en la Tierra.

Este disco en rotación, a partir del cual se están formando mundos, se ha ido condensando con la materia dispersa presente en una gran región del vacío interestelar dentro de la galaxia Vía Láctea. Los átomos y granos de que está formada son los restos flotantes y los desechos de la evolución galáctica: ese átomo de oxígeno se fabricó con helio en el infierno interior de alguna estrella gigante roja muerta hace tiempo; aquel átomo de carbono fue expulsado de la atmósfera de alguna estrella rica en carbono en algún sector galáctico muy diferente del nuestro; y aquí hay un átomo de hierro que liberó una potente explosión de supernova, en un pasado aún más lejano, para construir la Tierra. Cinco mil millones de años después de los acontecimientos que estamos describiendo, estos mismos átomos podrían estar circulando por nuestro torrente sanguíneo. Nuestra historia comienza aquí, en un disco oscuro, denso y tenuemente iluminado: comienza la historia tal como fue realmente, y también un gran número de historias que habrían llegado a ser si las cosas hubieran sido sólo algo distintas; es la historia de nuestro mundo y sus especies, pero también la historia de muchos otros mundos y formas de vida destinadas a no ser nunca. En el disco palpitan futuros posibles.<sup>3</sup>

Las estrellas brillan durante la mayor parte de su vida porque convierten hidrógeno en helio. Esta conversión tiene lugar a gran profundidad en su interior, con presiones y temperaturas enormes. Las estrellas han estado naciendo en la Vía Láctea durante diez mil millones de años o más, dentro de grandes nubes de gas y polvo. Casi toda la placenta de gas y polvo que una vez rodeó y nutrió una estrella se pierde rápidamente porque su inquilino la devora o la expulsa hacia el espacio interestelar. Cuando las estrellas son un poco mayores, pero todavía en su infancia, puede discernirse un gran disco de gas y polvo, cuyas zonas interiores giran rápidamente alrededor de la estrella, mientras que las exteriores lo hacen de modo más lento y majestuoso. Pueden captarse discos parecidos en estrellas que apenas han salido de su adolescencia, pero los discos sólo son tenues restos de lo que habían sido: están constituidos principalmente por polvo sin apenas gas, y cada grano de polvo es un planeta en miniatura que orbita la estrella central. En algunos discos pueden distinguirse zonas oscuras, sin polvo. Quizá la mitad de las estrellas jóvenes del cielo, cuya masa es semejante a la del Sol, tienen discos así. Sin embargo, las estrellas más viejas ya no tienen disco, o al menos no lo hemos detectado aún. Nuestro propio sistema solar ha retenido hasta hoy una franja muy difusa de polvo

orbitando el Sol, llamada nube zodiacal, que es un sutil recordatorio del gran disco que creó los planetas.

Estas observaciones permiten postular la siguiente historia: las estrellas se formaron en hornadas dentro de enormes nubes de gas y polvo. Un denso cúmulo de material, que está atrayendo gas y polvo adyacentes, crece y adquiere más masa, con lo que ejerce una atracción más intensa sobre la materia y emprende el camino del estrellazgo. Cuando las temperaturas y presiones de su interior alcanzan un nivel determinado, los átomos de hidrógeno —el material, con mucho, más abundante del Universo— se condensan y se inician reacciones termonucleares. Si el proceso se desarrolla a gran escala, la estrella se enciende y la oscuridad cercana se desvanece. La materia se convierte en luz.

La nube empieza a hundirse sobre sí y a girar, se aplasta formando un disco y se aglutinan en él terrones de materia, adquiriendo sucesivamente el tamaño de partículas de humo, granos de arena, rocas, guijarros, montañas y pequeños mundos. Luego la nube pone orden en su interior con el sencillo expediente de que los objetos mayores se coman gravitatoriamente los desechos menores. Las zonas circulares sin polvo son los pastizales de los planetas jóvenes. Además, cuando la estrella central comienza a brillar despide grandes vendavales de hidrógeno que se llevan de nuevo los granos al vacío. Quizá dentro de miles de millones de años otro sistema de mundos, destinados a surgir en alguna región distante de la Vía Láctea, aprovechará estos bloques constructivos rechazados.

En los discos de gas y polvo que rodean muchas estrellas cercanas creemos ver los semilleros donde se acumulan y se aglutinan mundos lejanos y exóticos. Por toda nuestra galaxia hay grandes nubes interestelares irregulares, aterronadas y negras como boca de lobo que se desploman atraídas por su propia gravedad y que están engendrando estrellas y planetas. Esto sucede aproximadamente una vez al mes. En el Universo observable, que puede contener hasta cien mil millones de galaxias, quizá se estén formando cada segundo cien sistemas solares. Muchos de los mundos de esa multitud estarán yermos y desolados. Otros tal vez sean exuberantemente fértiles con seres adaptados exquisitamente a sus distintas circunstancias que crecen, llegan a la mayoría de edad y tratan de reconstruir sus inicios. La prodigalidad del Universo supera nuestra imaginación.

A medida que el polvo se asienta y el disco se afina empezamos a distinguir lo que está ocurriendo allí abajo. Una gran colección de pequeños mundos, todos en órbitas ligeramente dis-

tintas, giran a gran velocidad alrededor del Sol. Observemos pacientemente. Pasan las eras. Hay tantos cuerpos moviéndose a tal velocidad que las colisiones entre ellos son sólo cuestión de tiempo. Si miramos con más detenimiento, veremos colisiones casi en todas partes. El Sistema Solar empieza su historia en medio de una violencia casi inimaginable. A veces la colisión es rápida y frontal, y una explosión devastadora pero silenciosa no deja más que trozos y fragmentos. En otras ocasiones, cuando dos mundos pequeños recorren órbitas casi idénticas con velocidades casi iguales, las colisiones se reducen a suaves empujones; los cuerpos se mantienen juntos, y surge un mundo mayor, doble.

Al cabo de una era o dos más, observamos que están creciendo varios cuerpos mucho mayores, mundos que, por suerte, escaparon a una colisión desintegradora en los primeros días cuando eran más vulnerables. Estos cuerpos, cada uno afinado en su propia zona de pastoreo, se abren paso entre los mundos más pequeños y los engullen. Han crecido tanto que su gravedad ha aplastado las irregularidades; estos cuerpos mayores son esferas casi perfectas. Cuando un mundo pequeño se acerca a un cuerpo de mayor masa, aunque no esté lo bastante cerca para chocar con él, se desvía y su órbita se modifica. Su nueva trayectoria puede llevarlo a chocar con otro cuerpo y quizá hacerlo añicos; o puede morir en llamas al caer dentro del joven Sol, que está consumiendo la materia de su entorno; o la gravedad puede lanzarlo hacia el frío y oscuro espacio interestelar. Sólo unos cuantos ocupan órbitas afortunadas, donde no acaban devorados, ni pulverizados, ni calcinados, ni exilados. Estos cuerpos continúan creciendo.

Cuando estos mundos mayores superan una determinada masa, atraen no sólo polvo, sino también grandes corrientes de gas interplanetario. Los vemos desarrollarse, hasta que finalmente poseen una gran atmósfera de gas hidrógeno y helio sobre un núcleo de roca y metal. Serán los cuatro planetas gigantes: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Vemos surgir la estructura de sus nubes que forman bandas características. Las colisiones de cometas con sus lunas despliegan anillos elegantes, iridiscentes, estructurados y efímeros. Las piezas de un mundo que estalló se juntan de nuevo, dando una nueva luna abigarrada, confusa, de formas extrañas. Mientras miramos, un cuerpo del tamaño de la Tierra se hinca en Urano, y vuelca el planeta hacia un lado de modo que en un punto de su órbita los polos apuntan directamente al lejano Sol.

Más cerca del Sol, donde el disco de gas se ha limpiado ya, algunos de los mundos se están convirtiendo en planetas como

la Tierra, otra clase de supervivientes en este juego de ruleta gravitatoria aniquiladora de mundos. La acumulación final de los planetas terrestres no tarda más de 100 millones de años aproximadamente, que en la vida del Sistema Solar equivalen a los primeros nueve meses de vida de una persona normal. Hay una zona en forma de rosquilla que sobrevive con millones de pequeños mundos rocosos, metálicos y orgánicos: es el cinturón de asteroides. Billones de pequeños mundos helados, los cometas, orbitan lentamente alrededor del Sol en el espacio oscuro situado más allá del planeta más lejano.

Los principales cuerpos del Sistema Solar se han formado ahora. La luz solar, que se filtra ahora a través de un espacio interplanetario transparente y sin polvo, calienta e ilumina los mundos. Estos mundos siguen corriendo y volando cerca del Sol. Pero si miramos con mayor detenimiento, podemos descubrir que se están produciendo otros cambios.

Debemos recordar que ninguno de estos mundos tiene volición; ninguno intenta estar en una órbita determinada. Pero los que están en órbitas circulares y bien arregladas tienden a crecer y a prosperar, mientras que los que están en órbitas locas, excéntricas, vertiginosas y temerariamente inclinadas tienden a ser eliminados. A medida que pasa el tiempo, la confusión y el caos del Sistema Solar primitivo se va asentando y se forma un conjunto de trayectorias más ordenadas, simples, regularmente espaciadas y para nosotros cada vez más bellas. La selección escoge algunos cuerpos para la supervivencia, otros para la aniquilación o el exilio. Esta selección de mundos actúa mediante unas cuantas leyes muy simples del movimiento y la gravedad. A pesar de la política de buena vecindad que practican los mundos bien educados, de vez en cuando vemos aparecer un pequeño cuerpo claramente vagabundo empeñado en seguir una trayectoria de colisión. Ni siquiera el cuerpo con la órbita más circular y circunspecta está asegurado contra su posible aniquilación. Para que un mundo como la Tierra siga sobreviviendo también necesita tener suerte.

Es sorprendente la función que tiene en todo esto un factor muy parecido al azar. No es obvio cuál de los mundos acabará destruido o expulsado, y cuál crecerá sin problemas hasta convertirse en un planeta. Hay tantos objetos sometidos a un conjunto tan complicado de interacciones mutuas que es muy difícil adivinar cuál será la distribución final de mundos mirando simplemente la configuración inicial de gas y polvo, o incluso la de los planetas básicamente formados. Quizá un observador muy avanzado podría adivinarla y predecir su futuro, o incluso poner el proceso en marcha y miles de millones de años después,

mediante alguna secuencia de desarrollo intrincado y sutil, ver surgir lentamente el resultado deseado. Pero eso no está aún al alcance de los humanos.

Comenzamos con una nube caótica e irregular de gas y de polvo, que daba tumbos y se contraía en la noche interestelar. Terminamos con un Sistema Solar elegante como una joya, brillantemente iluminado, en el cual cada planeta está limpiamente separado de los demás, y el todo funciona como un mecanismo de relojería. Comprendemos que los planetas están cuidadosamente separados porque los que nos faltan desaparecieron.

Es fácil entender que algunos de los físicos que se adentraron por primera vez en la realidad de las órbitas coplanarias y que no se cortan de los planetas creyeran distinguir en ellos la mano de un Creador. Estos físicos no podían concebir una hipótesis distinta que explicara una precisión y un orden tan magníficos. Pero según la ciencia moderna, no hay aquí indicios de una dirección divina, o al menos no hay nada que esté más allá de la física y la química. Por el contrario, vemos pruebas de la existencia de una época de violencia despiadada y continua, cuando se destruyeron muchísimos más mundos de los que se conservaron. Hoy en día comprendemos en parte que la exquisita precisión que exhibe ahora el Sistema Solar fue extraída del desorden de una nube interestelar en evolución por la acción de leyes de la Naturaleza que podemos comprender: movimiento, gravitación, dinámica de fluidos y química, y física. La acción continuada de un proceso selectivo estúpido puede convertir el caos en orden.<sup>4</sup>

Nuestra Tierra nació en esas circunstancias hace unos cuatro mil quinientos o cuatro mil seiscientos millones de años, como un pequeño mundo de roca y metal, el tercero a partir del Sol. Pero no debemos pensar que emergió plácidamente a la luz solar a partir de sus orígenes catastróficos. No hubo un momento en que cesaron enteramente las colisiones de mundos pequeños con la Tierra. Aún hoy, objetos procedentes del espacio se abalanzan sobre la Tierra o la Tierra los adelanta. Nuestro planeta exhibe inconfundibles cicatrices de los impactos de colisiones recientes con asteroides y cometas. Pero la Tierra tiene mecanismos para rellenar o cubrir esas manchas: agua que corre, flujos de lava, levantamiento de montañas, tectónica de placas. Los cráteres muy antiguos se desvanecieron. La Luna, sin embargo, no lleva maquillaje. Cuando observamos nuestro satélite, o las altiplanicies meridionales de Marte o las lunas de los planetas exteriores, descubrimos una miríada de cráteres de impacto, que

se fueron acumulando unos sobre otros, y que son testimonio de catástrofes pasadas. Los astronautas han traído fragmentos de la Luna a la Tierra y han determinado su antigüedad, por lo que hemos podido reconstruir la cronología de la craterización y vislumbrar las dramáticas colisiones que en otras épocas esculpieron el Sistema Solar. Los testimonios conservados en las superficies de los mundos cercanos llevan a la inescapable conclusión de que no sólo hubo pequeños impactos ocasionales, sino colisiones enormes, pasmosas, apocalípticas.

Ahora, en la mediana edad del Sol, nuestra porción del Sistema Solar ha quedado libre de casi todos los mundos que incendiaban. Hay un puñado de asteroides pequeños que se acercan a la Tierra, pero la probabilidad de que alguno de los mayores choque pronto con nuestro planeta es reducida. Unos cuantos cometas visitan nuestra parte del Sistema Solar desde su patria lejana. El paso de una estrella o la presencia cercana de una gran nube interestelar produce de vez en cuando una conmoción y una lluvia de pequeños mundos helados, que cae vertiginosamente hacia el Sistema Solar interior. Sin embargo hoy en día es muy poco frecuente que choquen con la Tierra cometas grandes.

En breve enfocaremos un solo mundo, la Tierra. Examinaremos la evolución de su atmósfera, superficie e interior, y los pasos que condujeron a la vida, a los animales y a nosotros mismos. Nuestro objetivo se irá estrechando paulatinamente y resultará fácil imaginarnos que estamos aislados del Cosmos y que somos un mundo autosuficiente que va a lo suyo. De hecho, la historia y el destino de nuestro planeta y de los seres que hay en él se han visto influidos de modo profundo y crucial por lo que hay más allá de él, y no sólo en sus orígenes sino durante toda la historia de la Tierra. Nuestros océanos, nuestro clima, los bloques constructivos de la vida, las mutaciones biológicas, las extinciones masivas de especies, el ritmo y medida de la evolución de la vida, todo eso no puede comprenderse si imaginamos la Tierra herméticamente sellada del resto del Universo, con sólo un poco de luz solar filtrándose del exterior.

La materia que compone nuestro mundo se reunió en los cielos. Enormes cantidades de materia orgánica cayeron a la Tierra o fueron generadas por la luz solar, preparando el escenario para el origen de la vida. La vida, una vez iniciada, se transformó y se adaptó a un entorno cambiante, parcialmente dirigido por la radiación y las colisiones del exterior. Hoy en día, casi toda la vida en la Tierra funciona con energía que recogemos de la estrella más cercana. Lo de arriba y lo de abajo no son compartimentos estancos. De hecho, cada átomo de aquí abajo estuvo alguna vez allí fuera.<sup>5</sup>

No todos nuestros antepasados aplicaron la misma distinción pronunciada que nosotros trazamos entre la Tierra y el cielo. Algunos reconocieron una relación. Los abuelos de los dioses del Olimpo y por lo tanto los antepasados de los hombres fueron, en los mitos de la antigua Grecia, Urano,<sup>6</sup> dios del cielo, y su esposa Gea, diosa de la Tierra. Las religiones de la antigua Mesopotamia tuvieron la misma idea. En el Egipto dinástico el papel de los sexos se invirtió: Nut era la diosa del cielo, y Geb el dios de la Tierra. Los dioses principales de los konyak nagas, en la frontera del Himalaya y de la India actual, se denominan Gawang, «Tierra-Cielo», y Zangban, «Cielo-Tierra». Los mayas quiché (en lo que ahora es México y Guatemala) llamaban al Universo *cahuleu*, literalmente «Cielo-Tierra».

Ahí es donde nosotros vivimos. Ahí es de donde venimos. El cielo y la Tierra son una sola cosa.



## COPOS DE NIEVE CAÍDOS EN LA TIERRA

Aún no hay ni persona ni animal, ni pájaro, pez, cangrejo, árbol, roca, poza, cañón, prado, bosque. Solamente el cielo...

*Popol Vuh: El libro maya  
del amanecer de la vida*<sup>1</sup>

Antes de las Altas y Remotas Épocas, oh Queridísimo mío, hubo la Época del Comienzo Mismo, y fue en esos días cuando el Mago Más Anciano dispuso las Cosas. Primero preparó la Tierra; luego preparó el Mar; y luego dijo a todos los Animales que podían salir a jugar.

RUDYARD KIPLING,  
*El cangrejo que jugaba con el mar*<sup>2</sup>

Si pudiéramos conducir un vehículo verticalmente hacia abajo, al cabo de una o dos horas habríamos atravesado la capa superior de la Tierra, muy por debajo de los zócalos de los continentes, y estaríamos acercándonos a una región infernal donde la roca se convierte en un líquido viscoso, móvil y candente. Y si pudiéramos conducir durante una hora verticalmente hacia arriba, nos hallaríamos en el casi vacío del espacio interplanetario.<sup>3</sup> Veríamos a nuestros pies —azul, blanco, de una vastitud imponente y rebosante de vida— el bello planeta en donde creció nuestra especie y tantas otras más. Nosotros habitamos una zona poco profunda donde el entorno es clemente. Comparada con el tamaño de la Tierra, esta zona es más delgada que la capa de barniz que cubre una bola del mundo escolar de gran tamaño. Pero antes, hace mucho tiempo, ni siquiera esta estrecha frontera habitable entre el infierno y el cielo estaba preparada para recibir vida.

La Tierra se acumula en la oscuridad. El primitivo Sol está ardiendo ya, pero hay tanto gas y tanto polvo entre la Tierra y el Sol, que al principio ninguna luz puede penetrar hasta ella. La Tierra está sumergida en una nube negra de residuos interplanetarios. De vez en cuando, el destello de un relámpago permite vislumbrar un mundo asolado, cicatrizado y no completamente esférico. A medida que la Tierra va reuniendo cada vez

más materia, desde polvo hasta asteroides, se va haciendo más redonda y menos irregular.

La colisión con un asteroide que llega a gran velocidad produce una explosión destructora, que deja un gran cráter. La mayor parte del cuerpo interplanetario que produjo el impacto se desintegra, convertido en polvo y en átomos. Hay muchas colisiones así. El hielo se convierte en vapor. El planeta está cubierto de vapor, que conserva el calor de los impactos. La temperatura se eleva hasta que la superficie de la Tierra se funde completamente: un turbulento océano de lava cubre el mundo, que resplandece con su propio calor rojizo, y está coronado por una sofocante atmósfera de vapor. Éstas son las etapas finales de la gran formación.

En esta época, cuando la Tierra es nueva, se produce la catástrofe más espectacular de la historia de nuestro planeta: una colisión con un cuerpo interplanetario grande. No resquebraja del todo la Tierra, pero proyecta un fragmento de tamaño considerable hacia el espacio próximo. El anillo resultante de residuos, en órbita alrededor de la Tierra, se condensa en poco tiempo y se convierte en la Luna.

El día sólo tiene unas cuantas horas. Las mareas gravitatorias que se levantan en los océanos y en el interior de la Tierra debido a la Luna, y en el cuerpo sólido de la Luna debidas a la Tierra, reducen paulatinamente la rotación de la Tierra y alargan el día. La Luna ha estado separándose lentamente de la Tierra desde el momento de su formación. Y todavía ahora se cierne sobre nosotros como un funesto recordatorio de que si el mundo que chocó con nosotros hubiera sido mucho mayor la Tierra se habría esparcido en fragmentos por todo el sistema solar interior y habría sido un mundo de corta duración, desafortunado, como tantos otros. Y el ser humano no habría llegado a existir. Habríamos sido simplemente una anotación más en la inmensa lista de posibilidades no realizadas.

Poco después de que la Tierra se formara, su interior fundido se agitaba y circulaban en él grandes corrientes de convección: era un mundo en lenta ebullición. El metal pesado caía hacia su centro, formando un núcleo macizo fundido. Los movimientos en el hierro líquido comenzaron a generar un fuerte campo magnético.

Llegó un momento en que quedaron prácticamente eliminados del Sistema Solar el gas, el polvo y los impredecibles asteroides. En la Tierra, la pesada atmósfera que había contenido el calor se disipó. De hecho, las mismas colisiones ayudaron a

esparcir esa atmósfera por el espacio. La convección todavía transportaba magma caliente hasta la superficie, pero ahora el calor de la roca fundida podía irradiar al espacio. Poco a poco la superficie de la tierra comenzó a enfriarse. Parte de la roca se solidificó y se formó una corteza fina, inicialmente frágil pero luego gruesa y dura. El magma, el calor y los gases siguieron emanando del interior a través de burbujas y fisuras.

El bombardeo de cuerpos que caían del cielo, puntuado por ráfagas espasmódicas, se fue reduciendo. Cada impacto grande producía una gran nube de polvo. Al principio hubo tantos impactos que una capa de finas partículas envolvió la Tierra, impidió que la luz solar llegara a la superficie, y de hecho interrumpió el efecto de invernadero y congeló la Tierra. Al parecer hubo un período, después de que se solidificara el océano de magma y antes de que terminaran los bombardeos masivos, en que la Tierra que había estado fundida se convirtió en un planeta congelado, maltrecho. ¿Quién, de haber explorado este mundo desolado, lo habría declarado apto para la vida? ¿Qué insensato optimista podía haber previsto que algún día nacerían peonías y águilas en esta tierra baldía?

La implacable lluvia de cuerpos interplanetarios había expulsado al espacio la atmósfera original. Ahora una atmósfera secundaria subía gota a gota desde el interior de la Tierra y quedaba retenida sobre ella. A medida que los impactos disminuían, se hicieron menos frecuentes las capas de polvo que envolvían el planeta. Desde la superficie de la Tierra podía parecer que el Sol parpadeaba, como en una película a cámara muy lenta. Llegó un momento en que la luz solar atravesó por primera vez la capa de polvo, en que el Sol, la Luna y las estrellas pudieron percibirse por primera vez, si hubiera habido alguien para verlos. Hubo un primer amanecer y un primer anocheecer.

En los intervalos soleados, la superficie se calentaba. El vapor de agua emitido por el interior se enfrió y se condensó; se formaron gotitas de agua caliente que se deslizaron goteando hasta llenar las tierras bajas y las cuencas formadas por los impactos. Los icebergs siguieron cayendo del cielo, evaporándose a la llegada. Torrentes de lluvia extraterrestre ayudaron a formar los mares primitivos.

Las moléculas orgánicas están compuestas de carbono y de otros átomos. Toda la vida en la Tierra está formada por moléculas orgánicas. Es evidente que estas moléculas tuvieron que sintetizarse antes del origen de la vida para que la vida pudiera aparecer. Al igual que el agua, las moléculas orgánicas procedían tanto de aquí abajo como del cielo. La atmósfera primitiva adquirió energía de la luz ultravioleta y del viento del Sol, de

los destellos y estallidos de rayos y truenos, de los electrones de las auroras boreales, de la intensa radiactividad temprana y las ondas de choque de los objetos que caían hacia la Tierra. Cuando en el laboratorio se introducen estas fuentes de energía en atmósferas hipotéticas de la primitiva Tierra, se generan muchos de los bloques constructivos orgánicos de la vida, y con una sorprendente facilidad.

La vida empezó hacia el final del intenso bombardeo. Probablemente eso no sea una coincidencia. Las superficies llenas de cráteres de la Luna, Marte y Mercurio ofrecen un testimonio elocuente de la intensidad de aquel vapuleo y de las transformaciones que pudo causar. Puesto que los pequeños mundos que han sobrevivido en nuestra época —los cometas y asteroides— tienen proporciones considerables de materia orgánica, se deduce fácilmente que otros cuerpos similares, también ricos en materia orgánica pero mucho más numerosos, cayeron sobre la Tierra hace 4 000 millones de años y pudieron haber contribuido al origen de la vida.

Algunos de estos cuerpos, y sus fragmentos, se quemaron completamente al hundirse en la atmósfera primitiva. Otros sobrevivieron ilesos, y entregaron a la Tierra las cargas de moléculas orgánicas que traían. Pequeñas partículas orgánicas fueron cayendo poco a poco del espacio interplanetario como fina nieve manchada. No sabemos cuánta materia orgánica llegó de fuera y cuánta se generó en la primitiva Tierra, qué proporción hubo entre importación y producción interna. Pero parece que la primitiva Tierra estuvo muy sembrada con la materia de la vida:<sup>4</sup> incluidos aminoácidos (los bloques constructivos de las proteínas) y bases de nucleótidos y azúcares (los bloques constructivos de los ácidos nucleicos).

Imaginemos un período de centenares de millones de años durante el cual la Tierra se inunda con los bloques constructivos de la vida. Los impactos alteran el clima caprichosamente; las temperaturas descienden por debajo del punto de congelación del agua cuando los materiales proyectados por un impacto oscurecen el Sol, y luego suben cuando el polvo se asienta. Hay pozas y lagos que experimentan extrañas fluctuaciones en su estado: ora calientes, brillantes y bañados de luz solar ultravioleta, luego congelados y oscuros. De este paisaje variado y cambiante, y de este rico caldo orgánico, surge la vida.

Una enorme Luna presidía los cielos de la Tierra en el momento del origen de la vida. Potentes colisiones y océanos de lava habían esculpido los rasgos familiares de su superficie. Si la Luna de nuestras noches tiene el tamaño aparente de un céntimo sostenido en el extremo de un brazo extendido, aquella antigua Luna

podía haber parecido del tamaño de un platillo. Debió de tener una belleza desgarradora. Pero estaba a miles de millones de años de distancia de sus amantes más próximos.

Sabemos que el origen de la vida sucedió rápidamente, al menos en la escala temporal que rige la evolución de los soles. El océano de magma duró hasta hace casi 4 400 millones de años. La capa de polvo permanente o casi permanente duró un poco más. Después y durante centenares de millones de años continuaron produciéndose de modo intermitente impactos gigantescos. Los mayores fundieron la superficie, hicieron hervir y desaparecer los océanos, y lanzaron el aire hacia el espacio. Esta época más primitiva de la historia de la Tierra se denomina, apropiadamente, época del Hades o infernal. Quizá la vida surgió numerosas veces, sólo para ser barrida por una colisión con algún estrafalario y tambaleante mundillo acabado de llegar de las profundidades del espacio. Esta frustración del origen de la vida por los impactos parece haber continuado hasta hace unos 4 000 millones de años. Pero al llegar a los 3 600 millones de años la vida había comenzado ya a existir, y de modo exuberante.

La Tierra es un inmenso cementerio, y de vez en cuando sacamos de sus entrañas a algunos de nuestros antepasados. Podemos imaginar que los fósiles más antiguos que se conocen son microscópicos, descubiertos mediante concienzudos análisis científicos. Los hay así, pero algunos de los rastros más antiguos dejados por la vida en la Tierra son fácilmente visibles a simple vista, aunque los seres que los dejaron fueran microscópicos. Se les llama estromatolitos y a menudo están conservados meticulosamente. No son raros los ejemplares que tienen el tamaño de una pelota de baloncesto o de una sandía. Unos cuantos tienen una longitud de medio campo de fútbol. Los estromatolitos son grandes. Su edad se deduce de los relojes radiactivos de las antiguas lavas basálticas en donde están incrustados.

Los estromatolitos aún crecen y florecen hoy en día en las cálidas bahías, lagunas y calas de la Baja California, Australia Occidental o las Bahamas. Están compuestos de estratos sucesivos de sedimentos generados por capas de bacterias. Las células individuales viven juntas y tienen que saber llevarse bien con sus vecinas.

Vislumbramos las formas de vida más primitivas en la Tierra y el primer mensaje que comunican no es el de una Naturaleza enrojecida con dientes y garras, sino el de una Naturaleza de cooperación y armonía. Por supuesto, ninguno de los dos extremos es la pura verdad; y al examinar con mayor detenimien-

to estromatolitos modernos, encontramos microbios unicelulares nadando libremente dentro y alrededor de las capas. Algunos están muy ocupados devorando a sus compañeros. Quizá también ellos estaban allí desde el principio.

Algunas comunidades de estromatolitos son fotosintéticas: saben convertir la luz solar, el agua y el dióxido de carbono en alimento. Nosotros los hombres ni siquiera hoy podemos construir una máquina capaz de realizar esta transformación con la eficiencia de un microbio fotosintético, y mucho menos de una hepática. Sin embargo, hace 3 600 millones de años las bacterias de los estromatolitos ya sabían hacerlo.

Lo que pasó exactamente entre la época de los primeros mares, ricos en moléculas orgánicas y perspectivas de futuro, y la época de los primeros estromatolitos supera nuestra capacidad actual de reconstrucción. Los microbios formadores de estromatolitos difícilmente podían haber sido los primeros seres vivos. Antes hubo formas coloniales que, al parecer, eran organismos individuales, de vida libre y unicelulares. Y antes de eso, quizá había organismos más simples. Quizá antes de los primeros organismos fotosintéticos hubo pequeños seres que podían comer la materia orgánica esparcida por el terreno. La ingestión de alimentos parece exigir mucho menos que su fabricación. Y esos pequeños seres también tenían antepasados... y así sucesivamente, hasta remontarnos a la molécula o sistema molecular más primitivo capaz de realizar copias burdas de sí mismo.

¿Por qué se desarrollaron tan temprano las formas coloniales? Tal vez fue debido al aire. El oxígeno, generado actualmente por las plantas verdes, debió de haber escaseado antes de que la Tierra estuviera cubierta de vegetación. Pero el ozono deriva del oxígeno. Sin oxígeno no hay ozono. Si no hay ozono, la abrasadora luz ultravioleta del Sol penetraría hasta el suelo. La intensidad ultravioleta en la superficie de la Tierra en aquellos primeros días pudo alcanzar niveles letales para los microbios no protegidos, como pasa hoy en Marte. Nos preocupa, con razón, que los clorofluorocarbonos y otros productos de nuestra civilización industrial reduzcan la cantidad de ozono en un porcentaje muy elevado. Las consecuencias biológicas pronosticadas son espantosas. Mucho más grave debió de haber sido entonces que no existiera capa alguna de ozono.

En un mundo en que la mortífera luz ultravioleta alcanzaba la superficie de las aguas, la protección solar debió de ser la clave de la supervivencia, como tal vez vuelva a suceder. Los microorganismos de los estromatolitos modernos segregan una especie de cola extracelular que les ayuda a mantenerse unidos y les adhiere al suelo oceánico. Debió de existir una profundi-

dad óptima, no tan somera que la luz ultravioleta no filtrada abrasara las células, ni tan profunda que la luz visible fuera demasiado débil para la fotosíntesis. En aquel lugar convenía seguramente a los organismos resguardados parcialmente por el agua del mar interponer algún material opaco entre ellos y la luz ultravioleta. Supongamos que algunas células hijas de organismos unicelulares al reproducirse no se separaron y siguieron cada cual su camino sino que permanecieron unidas entre sí, y después de muchas reproducciones generaron una masa irregular. Las células exteriores sufrirían los peores efectos de los rayos ultravioleta, pero las interiores quedarían protegidas. Si todas las células estuvieran uniformemente esparcidas sobre la superficie del mar, todas morirían; si estuvieran apiñadas, la mayoría de las células interiores quedarían protegidas de la radiación mortífera. Éste podría haber sido un potente impulso inicial para una forma de vida comunal. Algunos morían para que otros pudieran vivir.\*

No se conocen fósiles más antiguos, en parte porque la superficie de la Tierra que ha sobrevivido desde hace más de 3 600 millones de años es muy reducida. Casi toda la corteza de aquella época ha sido arrastrada hacia las profundidades del interior de nuestro planeta y destruida. Los tipos de átomos de carbono presentes en un insólito sedimento de 3 800 millones de años en Groenlandia indican que ya entonces podía haberse propagado la vida. Si esto es cierto, la vida apareció en algún momento entre los 3 800 y quizá los 4 000 millones de años atrás. No pudo haber surgido mucho antes. El carácter inhóspito de la Tierra de Hades y la necesidad de un periodo de tiempo suficiente para la evolución de los microbios de los estromatolitos hacen pensar que el origen de la vida estuvo confinado a una ventana relativamente estrecha en la gran amplitud del tiempo geológico. La vida parece haber surgido muy rápidamente.

El huérfano está tratando de calcular de modo provisional y tortuoso, con una aproximación de centenares de millones de años, cuándo arraigó su árbol genealógico. El «cómo» es mucho más difícil que el «cuándo». Casi desde el principio fueron características de la vida los peligros ambientales mortíferos, una especie de amontonamiento para la protección mutua, y la muerte

\* Aunque no como resultado de ningún altruismo consciente. Cualquier individuo que adopta la disposición estromatolítica, es más probable que se encuentre seguro en el interior, fuera de alcance del peligro exterior. Un sistema común beneficia a la mayoría de las células, aunque no se halla enteramente libre de riesgos, ya que las que están en el exterior acabarán friéndose; es como si se hubiese realizado un balance de costes y beneficios para establecer el promedio de las células.

aquí si juntamos algunas piezas de un cuadro final, que debería abarcar eras de tiempo, millones de especies y una multitud de palabras. Desde esta perspectiva no es sorprendente que a menudo seamos un misterio para nosotros mismos y que, a pesar de nuestras pretensiones manifiestas, estemos tan lejos de ser los amos incluso en nuestra propia casita.

### SOBRE LA IMPERMANENCIA

La vida actual del hombre, oh rey, me parece a mí, en comparación con ese tiempo que desconocemos, como el raudo vuelo de un gorrión atravesando la sala donde os sentáis a cenar en invierno, con vuestros comandantes y ministros y con un buen fuego en la chimenea mientras que fuera persisten tormentas de lluvia y nieve. El gorrión, digo, entra volando por una puerta, y sale inmediatamente por otra: mientras está con vos, está a resguardo de la ventisca, pero después de este breve momento de calma desaparece inmediatamente de vuestra vista hacia el oscuro invierno de donde salió. Así también, la vida del hombre aparece por un tiempo corto, pero ignoramos completamente lo que hubo antes y lo que vendrá después.

BEDA EL VENERABLE, *Historia Eclesiástica*<sup>8</sup>



## «¿QUÉ ES LO QUE HACES?»

Dice la arcilla a quien la modela: «¿Qué es lo que haces?»

ISAÍAS, 45,9

El mundo y todo lo que hay en él fue hecho para nosotros, y nosotros fuimos hechos para Dios.

Durante los últimos miles de años, y especialmente desde el fin de la Edad Media, esta afirmación engreída y confiada fue una creencia cada vez más extendida, desde el emperador al esclavo, desde el Papa al párroco. La Tierra era un escenario profusamente decorado, diseñado por un director ingenioso pero inescrutable, que había logrado meter en él, sacándolo sólo Él sabía de dónde, un reparto multitudinario de tucanes, gusanos, anguilas, ratones campestres, olmos, yaks, y muchas, muchas cosas más. Los puso a todos delante nuestro, con sus trajes de gala, a punto para el estreno. Eran nuestros y con ellos podíamos hacer lo que nos apeteciera: arrastrar cargas, tirar de nuestros arados, vigilar nuestras casas, producir leche para nuestros bebés, ofrecer su carne para nuestras mesas e impartirnos enseñanzas provechosas (las abejas, por ejemplo, nos hablaban de las virtudes del duro trabajo y también del valor de la monarquía hereditaria). Nadie sabe por qué pensó Dios que íbamos a necesitar centenares de especies diferentes de garrapatas y cucarachas, cuando con una o dos habría habido más que suficiente, ni por qué hay más especies de escarabajos que de cualquier otro tipo de ser en la Tierra. No importa; el efecto combinado de la prodigiosa diversidad de la vida sólo podía comprenderse presuponiendo un Hacedor, cuyas razones no podíamos llegar a entender del todo pero que había creado el escenario, el decorado y los actores secundarios en beneficio nuestro. Durante miles de años, prácticamente todo el mundo, tanto teólogos como científicos, consideraron que esta versión era emocional e intelectualmente satisfactoria.

El hombre que destruyó este consenso lo hizo de muy mala gana. No era un ideólogo con tendencia a protestar ante las puertas de la clase establecida, ni un agitador. De no haber interveni-

do la casualidad, su vida probablemente habría transcurrido ejerciendo de párroco de la Iglesia de Inglaterra en un pintoresco pueblecito rural del siglo XIX. En cambio, desencadenó un huracán de fuego<sup>1</sup> que destruyó el viejo orden con más eficacia que cualquier levantamiento político violento. Este caballero a quien, al parecer, agotaba cualquier conversación animada, supo aplicar el método científico, de sorprendente poder, y convertirse en el más revolucionario de los revolucionarios. Durante más de un siglo, la simple mención de su nombre bastaba para incomodar a la gente piadosa y despertar de su inquieto sopor a los incineradores de libros.

Charles Darwin nació en Shrewsbury, Inglaterra, el 12 de febrero de 1809, y fue el quinto hijo de Robert Waring Darwin y de Susannah Wedgwood. Las familias Darwin y Wedgwood estaban unidas por la estrecha amistad de sus patriarcas, Erasmus Darwin, insigne autor, médico e inventor, y Josiah Wedgwood, quien se había elevado de la pobreza fundando la dinastía de ceramistas Wedgwood. Estos dos hombres compartían opiniones radicalmente progresistas, incluso llegaron al extremo de apoyar las colonias rebeldes durante la Revolución americana. «Quien permite la opresión», escribió Erasmus, «participa en ella».<sup>2</sup>

Su club se llamaba La Sociedad Lunar, porque solamente se reunían en los días de luna llena cuando el camino de regreso a casa, entrada la noche, estaba bien iluminado y era menos peligroso. Eran miembros de él William Small, que había enseñado ciencias a Thomas Jefferson (en la Universidad de William y Mary en Virginia y quien según Jefferson<sup>3</sup> «probablemente decidió el destino» de su vida); James Watt, cuyas máquinas de vapor propulsaron el Imperio británico; el químico Joseph Priestley, el descubridor del oxígeno; y un especialista en electricidad llamado Benjamin Franklin.

El poeta Samuel Taylor Coleridge consideraba a Erasmus Darwin «el hombre de ideas más originales» que había conocido nunca. Erasmus también se estaba ganando una gran fama de médico. Jorge III pidió que fuera su médico personal. (Erasmus declinó el honor debido, dijo, a su poca inclinación a abandonar su feliz hogar en el campo, pero quizá el defensor de los revolucionarios americanos tuviera asimismo motivos políticos.) Su verdadera fama, sin embargo, se debió al éxito de una serie de poemas enciclopédicos rimados que escribió.

Su obra en dos tomos, *El jardín botánico*, que comprende *Los amores de las plantas*, escrito en 1789, y su continuación ansio-

samente esperada, *La economía de la vegetación*, fue un auténtico best-seller. Fue tal su éxito que Erasmus decidió escribir a continuación sobre el reino animal. El resultado fue un volumen de 2 500 páginas, esta vez en prosa, titulado *Zoonomía, o las leyes de la vida orgánica*. En él formulaba esta pregunta profética:

Si, en primer lugar, aplicamos nuestras mentes a los grandes cambios que vemos producidos naturalmente en los animales después de su nacimiento, como la producción de la mariposa a partir de la oruga reptante o de la rana a partir del renacuajo subacuático; si, en segundo lugar, pensamos en los grandes cambios introducidos en varios animales por el cultivo artificial, como los caballos o los perros...; si, en tercer lugar, pensamos en las grandes similitudes de estructura que se dan en todos los animales de sangre caliente así como en los cuadrúpedos, aves, animales anfibios y en la humanidad, ¿sería demasiado audaz imaginar que todos los animales de sangre caliente han surgido de un filamento viviente (arquetipo, forma primitiva)?<sup>4</sup>

Erasmus Darwin creía que «Hay tres grandes objetos del deseo que han cambiado las formas de muchos animales en sus esfuerzos por satisfacerlos: el hambre, la seguridad y la lujuria». Especialmente la lujuria. El estribillo rítmico de su última producción, *El templo de la naturaleza: o, El origen de la sociedad*,<sup>5</sup> fue «Aclamemos LAS DIVINIDADES DEL AMOR SEXUAL». Las mayúsculas son suyas. En otro lugar, Erasmus menciona que el ciervo ha desarrollado cuernos para luchar con otros machos por «la posesión exclusiva de la hembra». No hay duda de que estaba sobre alguna pista. Pero la suya era una especie de originalidad desordenada, una genialidad que no podía pararse a realizar investigaciones metódicas. Para unirse a la ciencia y poder disfrutar de sus visiones hay que pagar una elevada cuota de ingreso, hecha de esfuerzos y tedios. Erasmus no estaba dispuesto a pagar esa cuota.

Su nieto Charles, que sí pagaría este precio, leyó *Zoonomía* dos veces; la primera vez a los dieciocho años, y luego un decenio más tarde, tras haber viajado por el mundo. Estaba orgulloso de la precoz anticipación de su abuelo en algunas ideas que veinte años después harían famoso a Jean-Baptiste de Lamarck. Sin embargo, Charles «estaba muy decepcionado» porque Erasmus no había llegado a investigar, con cuidado y rigor, si había algo de cierto en sus inspiradas especulaciones.

Lamarck había sido soldado, botánico autodidacta, y el zoólogo que había perseverado hasta crear el precursor del museo moderno de historia natural. Cuando todos los demás pensaban

en términos de miles de años, Lamarck pensaba en millones. Creía que la idea de un mundo vivo encerrado en compartimentos separados llamados especies era un engaño. Las especies se transforman lentamente unas en otras, enseñaba Lamarck, y esto nos resultaría inmediatamente obvio si nuestras vidas no fueran tan breves y efímeras.

Lamarck es más conocido por su afirmación de que un organismo podría heredar las características adquiridas de sus antepasados. En su ejemplo más famoso, la jirafa se estira para morder las hojas de las ramas más altas del árbol, y el cuello ligeramente alargado producido por este estiramiento se transmite de algún modo a la generación siguiente. Lamarck quizá no tenía conocimientos sobre la historia familiar de muchas generaciones de jirafas, pero tenía datos relevantes que decidió ignorar: Durante miles de años, judíos y musulmanes habían circuncidado ritualmente a sus hijos, sin solución de continuidad, y sin embargo no se conoce ningún caso de un niño judío o islámico que haya nacido sin prepucio. La abeja reina y los zánganos no trabajan, ni lo han hecho desde eras geológicas; sin embargo, las abejas obreras cuyos padres son reinas y zánganos (y nunca otras obreras) no parece que se vayan volviendo más indolentes de generación en generación; por el contrario, son proverbialmente laboriosas.<sup>6</sup> Se ha cortado la cola a los animales domésticos y de granja durante generaciones, se les ha recortado las orejas, se les ha marcado a hierro en los costados, pero los recién nacidos no muestran signo alguno de estas mutilaciones. Durante siglos, se ató cruelmente los pies de las mujeres chinas para deformarlos, sin embargo las niñas persistían obstinadamente en nacer con apéndices normales.<sup>7</sup> A pesar de estos contraejemplos, Charles se tomaría en serio, durante toda su vida, la noción de Lamarck y de su abuelo Erasmus de que los caracteres adquiridos podían heredarse.

El mecanismo por el cual las unidades hereditarias discretas, los genes, se reorganizan y se transmiten a la siguiente generación, la forma en que estos genes se alteran al azar, su naturaleza molecular, y su maravillosa capacidad para codificar largos mensajes químicos y repetir esos mensajes con precisión eran totalmente desconocidos para Darwin. Intentar comprender la evolución de la vida cuando la herencia era aún un misterio casi completo requería un científico excepcionalmente imprudente o excepcionalmente capaz.

Josiah Wedgewood y Erasmus Darwin habían abrigado durante tiempo la esperanza de que algún día sus hijos formaliza-

rían a través del matrimonio los lazos de afecto que ya unían a sus dos familias. De los dos, sólo Erasmus vivió para verlo. Su hijo, Robert, un médico generoso pero malhumorado, un hombre alto, gordo, como sacado de un personaje de Dickens, que tanto podía consolar como aterrorizar a los pacientes de su extenso territorio, se casó con Susannah Wedgewood. Susannah era muy admirada por su «naturaleza amable y compasiva» y por la activa participación que tuvo en los intereses científicos de su marido. Susannah sufrió una muerte dolorosa a causa de una afección gastrointestinal, que su hijo Charles de ocho años no presencié, pero sí pudo escuchar. Darwin escribió casi al final de su propia vida que no podía recordar nada acerca de su madre «aparte de su lecho de muerte, su vestido de terciopelo negro, y su mesa de trabajo de curiosa construcción». En estas memorias autobiográficas, concebidas como un regalo para sus hijos y nietos, y escritas «como por un hombre muerto que desde otro mundo contemplara en retrospectiva su propia vida», Charles Darwin reconoció que «en muchos aspectos había sido un niño travieso... Me gustaba mucho inventar falsedades deliberadas y lo hacía siempre para provocar». En cierta ocasión alardeó con otro muchacho de «poder producir narcisos y primulas regándolos simplemente con determinados líquidos de colores, lo cual era por supuesto una monstruosa fábula». Ya en aquella tierna edad había comenzado a especular sobre la variabilidad de las plantas. La dedicación de toda su vida al mundo de la naturaleza estaba ya en ciernes. Darwin se volvió un coleccionista apasionado de esos fragmentos de la Naturaleza que se vuelven arenilla en el forro de los bolsillos de todos los niños. Le chiflaban las cucarachas, pero su hermana le convenció de que era una inmoralidad quitar la vida a una cucaracha sólo para tenerla en la colección. Obediente, se limitó a reunir sólo las cucarachas fallecidas recientemente. Contemplaba las aves y tomaba notas de su comportamiento. «Recuerdo que en mi inocencia —escribió luego— me preguntaba por qué no eran ornitólogos todos los señores.»

A la edad de nueve años le enviaron a estudiar a la escuela privada del doctor Butler. «Nada podía haber sido peor para el desarrollo de mi mente», escribió Darwin posteriormente. Butler no pensaba que la escuela fuera un lugar para despertar la curiosidad o el interés por aprender. Por eso, Charles acudía a un manido ejemplar de *Las Maravillas del Mundo* y a los miembros de su familia, que pacientemente contestaban sus muchas preguntas. De viejo, aún recordaba el placer que sintió cuando un tío suyo le explicó el funcionamiento del barómetro. Su hermano mayor, Erasmus, que llevaba el nombre de su abuelo, trans-

formó el cobertizo de herramientas del jardín en un laboratorio de química y dejaba que Charles le ayudara en sus experimentos. Esto le valió en la escuela el apodo de *Gas* y una malhumorada reprimenda pública del doctor Butler.

Charles sacó tan malas notas en la escuela que cuando llegó el momento de que Erasmus fuera a la Universidad de Edimburgo, su padre decidió enviar a Charles con él. La intención era que ambos estudiaran medicina. También en la universidad a Charles las clases le parecían opresivas y aburridas. No podía resistir diseccionar ningún animal, y la experiencia de ver operar chapuceraamente a un niño, «mucho antes de los benditos días del cloroformo», le afectó para el resto de su vida. Pero fue en Edimburgo donde hizo por primera vez amigos que compartían su pasión por la ciencia.

Después de dos cursos en Edimburgo, Robert Darwin se tuvo que resignar a la evidencia de que Charles no estaba hecho para la carrera de medicina. ¿Será tal vez un buen cura? Charles, obediente, no puso objeciones, pero pensó que debía estudiar los dogmas de la Iglesia anglicana antes de dedicar su vida a imbuirlos en los demás. «Así pues leí con detenimiento lo que Pearson decía sobre el Credo, y varios otros libros sobre la divinidad; y como por entonces no dudaba en lo más mínimo de la verdad estricta y literal de cada palabra de la Biblia, pronto me convencí de que debíamos aceptar cabalmente nuestro Credo.»

Charles pasó los tres años siguientes en la Universidad de Cambridge y logró mejores calificaciones, pero se sentía inquieto e insatisfecho con el programa de estudios. Sus momentos más felices los pasó dedicado a sus adoradas cucarachas, ahora vivas o muertas.

Daré una prueba de mi entusiasmo: un día, al arrancar una vieja corteza, vi dos curiosos escarabajos, y me guardé uno en cada mano; luego vi un tercero, de un tipo distinto, que no podía resignarme a perder, así que me metí en la boca el que llevaba en la mano derecha. Pero, ¡ay de mí!, el animal soltó un líquido tan intensamente acre, que la lengua me empezó a arder: tuve que escupirlo y lo perdí; y de paso perdí también al tercero.<sup>8</sup>

La primera referencia que se publicó sobre Charles Darwin fue como coleccionista de escarabajos. «Ningún poeta se sintió tan satisfecho al ver su primer poema publicado como me sentí yo al ver, en la obra de Stephen *Ilustraciones de Insectos Británicos* las palabras mágicas: “capturado por el caballero Ch. Darwin”.»

En Cambridge le convencieron para que siguiera el curso de

geología que impartía Adam Sedgwick. Darwin contó al profesor Sedgwick la curiosa, pero creíble, historia de un obrero que había encontrado una «concha grande y gastada de *Voluta tropical*» (la concha en forma de espiral de un molusco) incrustada en un viejo cascajal de Shrewsbury. Sedgwick no mostró curiosidad alguna por el hecho y le quitó importancia: alguien debió de haberla tirado por allí. Darwin recordaba luego en su *Autobiografía*:

Pero de todos modos [añadió Sedgwick], si [la concha] hubiera estado realmente incrustada en aquel lugar, sería una gran desgracia para la geología, ya que echaría por los suelos todo lo que sabemos sobre los depósitos superficiales de los condados de la Región Central. Estos lechos de grava pertenecen en realidad al período glacial, y en años posteriores encontré en ellos trozos de conchas árticas. Pero en aquel momento me sorprendió muchísimo que Sedgwick no quedara fascinado por un hecho tan maravilloso como encontrar una concha tropical cerca de la superficie en medio de Inglaterra. Hasta entonces, y aunque había leído varios libros científicos, no había podido ver con claridad que la ciencia consiste en agrupar hechos de modo que puedan deducirse de ellos leyes o conclusiones generales.<sup>9</sup>

En aquella época aproximadamente, el primo de Darwin le llevó a una de las clases de botánica del reverendo John Steven Henslow. Fue ésta la «circunstancia que influyó más en mi carrera». Henslow, un hombre guapo de poco más de treinta años, tenía la habilidad de los grandes profesores de infundir vida en su asignatura, hasta el punto de que los estudiantes volvían año tras año a asistir a los cursos que ya habían aprobado. Además, Henslow tenía una sensibilidad excepcional por los sentimientos de sus estudiantes. Contestaba con respeto a las preguntas «tontas» de los principiantes. Todos eran bien recibidos en las reuniones que celebraba cada semana, y les invitaba regularmente a cenar con su familia. Darwin recuerda: «Durante la última mitad de mi estancia en Cambridge, daba largos paseos con él casi cada día y algunos de los catedráticos me conocían por “el muchacho que pasea con Henslow”». Darwin consideraba que Henslow sabía «muchísimo de botánica, entomología, química, mineralogía y geología». Además, Henslow era «profundamente religioso, y tan ortodoxo que según me dijo un día, le dolería mucho que se alterara una sola palabra de los Treinta y nueve Artículos (de la fe anglicana)». Fue paradójicamente Henslow quien dejó un mensaje «informándome de que el capitán Fitz-Roy estaba dispuesto a compartir su propio camarote con algún

joven que le acompañara como naturalista voluntario, sin cobrar, en el viaje del *Beagle*». Henslow escribió que se trataba de «un viaje a la Tierra del Fuego, y de regreso pasaría por las Indias Orientales... Dos años... Creo sinceramente que usted es justamente el hombre que están buscando». No es difícil imaginarse la escena: el muchacho de veintidós años sale corriendo de la escuela y llega a casa emocionado y sin aliento. Se agita inquieto en la silla mientras su padre, un personaje intimidante incluso en las mejores circunstancias, le arenga recordándole todas sus indulgencias pasadas y sus proyectos alocados. Primero médico, después cura, y ahora, esto. Y después, ¿qué congregación te aceptará? Seguramente ya ofrecieron la plaza a otros, y nadie la aceptó... Sin duda algo de malo tiene el barco... o la expedición...

Y luego, después de mucho discutir: «Si logras encontrar a una persona de sentido común que te aconseje ir, tendrás mi consentimiento.»<sup>10</sup> El hijo, después del sermón, no ve ninguna salida y envía a Henslow atentas excusas.

Al día siguiente monta a caballo y se va a visitar a los Wedgewood. Tío Josiah, bautizado con el nombre del compañero constante del abuelo de Charles, considera el viaje una oportunidad única en la vida. Deja lo que está haciendo para escribir al padre de Charles refutando punto por punto sus objeciones. Pero luego piensa que tal vez la presencia personal será más eficaz que una nota. Se lleva a Charles y galopan juntos hasta la casa de los Darwin para intentar convencer al padre de que le deje marchar. Robert cumple su palabra y consiente. Charles, conmovido por la generosidad de su padre, se siente un poco culpable por sus extravagancias pasadas, quiere reconciliarse con él y le dice: «Tendría que ser muy listo para poder gastar más de lo que permitirá mi sueldo a bordo del *Beagle*.»

«Pero todos me dicen que eres muy listo», le contesta su padre con una sonrisa.

Robert Darwin había dado su bendición, pero aún quedaban algunos obstáculos. El capitán FitzRoy no estaba ahora muy seguro de querer compartir un alojamiento tan estrecho durante un período tan largo. Un pariente suyo había conocido al joven Darwin en Cambridge, y le dijo que no era mal tipo. Pero, ¿sabía FitzRoy, un tory convencido, que iba a compartir la habitación durante dos años con un whig? Y además, existía el engorroso problema de la nariz de Darwin. FitzRoy creía en la frenología, como muchos de sus contemporáneos, y según ella la forma del cráneo demuestra la presencia de inteligencia y carácter o su ausencia. Algunos seguidores ampliaron esta doctrina y la aplicaron a las narices. Para FitzRoy, la nariz de Darwin señalaba



de entrada una grave deficiencia de energía y decisión. Sin embargo, después de haber pasado los dos cierto tiempo juntos, Fitz-Roy, a pesar de sus reservas, decidió probar suerte con el joven naturalista. Darwin escribió: «Creo que luego se convenció de que mi nariz había hablado en falso.»

La anterior misión de reconocimiento del *Beagle* por Sudamérica había sido una experiencia tan desagradable, el clima había sido tan horrible siempre, que su capitán se suicidó antes de terminar el viaje. La oficina del Almirantazgo británico en Río de Janeiro había confiado el mando del navío a Robert Fitz-Roy, que tenía por entonces veintitrés años. Según todos los informes, desempeñó su misión magníficamente. Llevaba el timón cuando el *Beagle* reanudó la exploración de la Tierra del Fuego y las islas cercanas. Tras el robo de uno de los botes balleneros, FitzRoy secuestró a cinco nativos, a quienes los británicos llamaban *fuegians*. Cuando perdió las esperanzas de recuperar la barca y humanitariamente liberó a los rehenes, uno de ellos, una niña pequeña, a quien llamaban Fuegia Basket, no quiso marcharse, o eso cuenta la historia. FitzRoy había pensado en la posibilidad de llevar algunos fueguinos a Inglaterra para que aprendieran su idioma, costumbres y religión. FitzRoy imaginó que al volver a su tierra servirían de vínculo con otros fueguinos y se convertirían en leales protectores de los intereses británicos en la estratégica punta meridional de Sudamérica. Los Comisarios del Almirantazgo concedieron a FitzRoy permiso para que llevara a fueguinos a Inglaterra. Aunque se les vacunó, uno de ellos murió de viruela. Fuegia Basket, un niño de diez años llamado Jemmy Button y un joven a quien pusieron York Minster sobrevivieron, estudiaron inglés y cristianismo con un clérigo de Wandsworth, y FitzRoy los presentó al rey y a la reina.

Había llegado el momento de que los fueguinos —cuyo nombre real nadie en Inglaterra se había preocupado en aprender— regresaran a su tierra, y de que el *Beagle* reanudara su expedición por Sudamérica y «determinara con mayor exactitud... la longitud de numerosas islas oceánicas y los continentes». La misión se amplió para realizar «observaciones de longitud alrededor del mundo». El navío bajaría por la costa oriental de Sudamérica, subiría por su costa occidental, cruzaría el Pacífico y circumnavegaría el planeta antes de regresar a Inglaterra. El capitán FitzRoy, al asumir de nuevo el mando de la misión del *Beagle*, tomó precauciones para que esta nueva expedición fuera muy diferente de la anterior. Renovó completamente aquel buque de cruz de 30 metros, casi todo por cuenta suya. Reparó el casco, elevó la cubierta, y festoneó el bauprés y los tres altos mástiles con pararrayos modernos. Intentó aprender todo lo que

pudo sobre el clima, convirtiéndose así en uno de los fundadores de la meteorología moderna. El 27 de diciembre de 1831, el *Beagle* estaba al fin listo para partir.

La víspera de su partida, Darwin había sufrido un ataque de ansiedad y palpitaciones cardíacas. Durante toda su vida experimentaría la aparición ocasional de estos síntomas: afecciones gastrointestinales y brotes profundos de agotamiento y depresión. Se ha especulado mucho sobre la causa de estos ataques. Se han atribuido a una reacción psicósomática por la traumática desaparición de su madre a tan temprana edad; a la ansiedad por las reacciones que el trabajo de su vida podía producir en Dios y en el público; a una tendencia inconsciente a la hiperventilación; y, extrañamente, porque los síntomas son anteriores en muchos años a su matrimonio, al placer que le daba el talento de su querida esposa para cuidar a los enfermos. La secuencia de los hechos tampoco permite aceptar el argumento de que contrajo su enfermedad de un parásito sudamericano durante el viaje del *Beagle*. Simplemente no sabemos qué afección era. Los síntomas obligaron a este intrépido explorador a quedarse básicamente en casa durante el último tercio de su vida.

La biblioteca personal que Darwin llevó al viaje incluía dos libros, ambos regalo de *bon voyage*. Uno era una traducción inglesa de los *Viajes* de Humboldt que Henslow le había regalado. Antes de dejar Cambridge, Darwin había leído la *Narración Personal* de Humboldt y la *Introducción al Estudio de la Filosofía Natural* de Herschel, y ambos libros despertaron en Darwin «un deseo ardiente de aportar una contribución, por humilde que fuera, a la noble estructura de la Ciencia Natural».<sup>12</sup> El otro regalo era del capitán: el primer volumen de los *Principios de Geología* de Charles Lyell, y FitzRoy acabaría lamentando amargamente haber elegido este regalo de despedida.

Las revelaciones científicas de la Ilustración europea habían planteado desafíos inquietantes a la explicación bíblica del origen y la historia de la Tierra. Hubo quienes intentaron reconciliar con su fe los nuevos datos y las nuevas concepciones. Dijeron que el diluvio de Noé fue el principal factor responsable de la configuración actual de la corteza de la Tierra. Pensaban que un diluvio bastante grande podía haber transformado la geología de la Tierra en sólo 40 días y 40 noches, un período compatible con una Tierra de sólo unos miles de años de antigüedad. Creían que habían logrado zanjar el asunto introduciendo algunos cambios en la interpretación literal del libro del Génesis.

Lyell había sido abogado durante el tiempo que pudo soportarlo. A los treinta años dejó la abogacía por la geología, su verdadera pasión. Escribió *Principios de Geología* donde proponía

la teoría «uniformista» de que la Tierra se había formado por los mismos procesos graduales que observamos hoy, los cuales habían estado actuando no durante unas semanas o unos miles de años, sino durante eras enteras. Algunos geólogos eminentes mantenían que los diluvios y otras catástrofes podían explicar los accidentes geográficos de la Tierra, pero que el Diluvio de Noé no era suficiente. Se necesitaban muchos diluvios, muchas catástrofes. Estos científicos catastrofistas se sentían a gusto con las largas escalas temporales de Lyell. Pero Lyell planteaba un incómodo problema para los literalistas bíblicos. Si Lyell tenía razón, las rocas estaban diciendo que había algún error en la historia de los seis días de Creación de la Biblia y en la edad de la Tierra que se deducía sumando los días en que «Dios creó». El *Beagle* iniciaría su singladura en la historia por este boquete abierto en el Génesis.

Darwin, contratado principalmente como compañero y caja de resonancia de FitzRoy, tuvo que soportar con ecuanimidad las arengas políticamente conservadoras, racistas e integristas del capitán. Durante la mayor parte del viaje, los dos hombres lograron mantener una tregua respecto a sus diferencias filosóficas y políticas. Sin embargo, Darwin no pudo dejar de desafiar la opinión de FitzRoy en un tema concreto:

[E]n Bahía, Brasil, FitzRoy defendía y elogiaba la esclavitud, que yo abominaba, y me dijo que acababa de visitar a un gran esclavista quien había traído a su presencia muchos de sus esclavos y les había preguntado si deseaban ser libres: todos habían respondido que no. Yo entonces le pregunté, quizá con cierta sorna, si él creía que las respuestas de los esclavos en presencia de su dueño valían algo. Esto le encolerizó excesivamente, y dijo que ya no podíamos seguir viviendo juntos, puesto que dudaba de su palabra.<sup>13</sup>

Darwin estaba seguro de que le echarían del navío. Pero cuando los oficiales de proa se enteraron de la pelea, rivalizaron unos con otros por el privilegio de compartir su camarote con Darwin. FitzRoy se tranquilizó y acabó disculpándose con Darwin y retirando su amenaza. Es posible que las ideas evolucionistas de Darwin se debieran en parte a su exasperación con el convencionalismo inflexible de FitzRoy y a los efectos de reprimir durante cinco años los contraargumentos que brotaban dentro del joven.<sup>14</sup>

Tal vez fue el legado de sus abuelos lo que permitió a Darwin captar las incoherencias e injusticias que otros miembros de su clase social no veían. Al comienzo mismo de su obra, *El viaje del Beagle*, habla de un lugar no lejos de Río de Janeiro:

Este lugar es célebre por haber sido, durante mucho tiempo, la residencia de algunos esclavos fugitivos que, cultivando un poco de terreno cerca de la cima, se las ingeniaron para ganarse a duras penas la subsistencia. Al final fueron descubiertos, se envió una partida de soldados y todos fueron atrapados, excepto una anciana que, antes de que se la llevaran de nuevo a la esclavitud, se arrojó desde lo alto de la montaña despedazándose. En una matrona romana, esto se llamaría el noble amor a la libertad; en una pobre negra es mera obstinación brutal.<sup>15</sup>

La perspectiva de descubrir nuevas aves y nuevos escarabajos fue lo que atrajo a Darwin a Sudamérica; pero no pudo evitar darse cuenta de la carnicería que los europeos estaban llevando a cabo. La arrogancia colonial, la institución de la esclavitud, la eliminación de incontables especies para el enriquecimiento y la diversión de los invasores, las primeras depredaciones del bosque pluvial tropical, en resumen, muchos de los delitos y de las estupideces que hoy nos inquietan, preocuparon a Darwin en un momento en que Europa estaba convencida de que el colonialismo era un puro beneficio para los incivilizados, que los bosques eran inagotables y que las plumas de garceta para las sombrererías de damas durarían hasta el Día del Juicio. *El viaje del Beagle* sigue siendo un libro de aventuras emocionante y accesible debido en parte a esta sensibilidad y en parte a que Darwin siempre escribió lo más clara y directamente posible, esforzándose por comunicarse con el mayor número de personas. Sin embargo, se considera que el libro traza una línea divisoria en la historia de la ciencia, porque fue en el transcurso de la expedición narrada cuando Darwin comenzó a acumular el gran conjunto de pruebas, no de intuiciones sino de datos, que demuestran la realidad de la evolución por selección natural. «Al final pude percibir algunos destellos de luz», escribiría más tarde, «y estoy casi convencido de que las especies (es como confesar un asesinato) no son inmutables». Las islas Galápagos son un archipiélago de trece islas de tamaño considerable y muchas otras menores situadas frente a la costa de Ecuador. Si todas las especies de la Tierra son inmutables, ¿por qué los picos de los pinzones, por lo demás muy parecidos, que habitan islas separadas por 80 o 100 kilómetros de océano, varían tan espectacularmente? ¿Por qué en una isla los picos de los pinzones son pequeños, estrechos y puntiagudos y en la isla siguiente son más grandes y curvados, como los del loro? «Cuando uno ve esta gradación y diversidad de estructura en un grupo pequeño de pájaros, íntimamente relacionados», escribió después Darwin en *El viaje*, «podría realmente imaginar que una especie fue elegida

entre un pequeño número de pájaros originales de este archipiélago y que fue modificada con fines diferentes». (Sabemos ahora que estas islas volcánicas tienen menos de 5 millones de años de antigüedad.) Y no eran sólo los pinzones los que planteaban tales problemas, sino también las tortugas gigantes y los sin-sontes.

En Inglaterra, Henslow y Sedgwick habían leído las cartas de Darwin en reuniones de sociedades científicas de Londres y Cambridge. Cuando Darwin regresó al país en octubre de 1836 se encontró con que había adquirido una cierta reputación de explorador y naturalista. Su padre estaba ahora contento con él y ya no habló más de parroquias. Ese mismo mes Darwin conoció al geólogo Lyell e inició con él una amistad que iba a durar toda la vida, a pesar de algunos escollos.

Darwin hizo importantes contribuciones a la geología. Su interpretación de que los arrecifes coralinos indican la situación de montañas submarinas que se hunden lentamente y que antes habían sido islas, aparece en el *Beagle* y se corresponde con la idea moderna. En 1838 publicó un artículo donde afirmaba que los terremotos, los volcanes y el levantamiento de islas tenían su origen en movimientos lentos e intermitentes, pero irresistibles, del interior semilíquido de la Tierra. Esta tesis «casi profética»,<sup>16</sup> dentro de sus límites, forma parte integrante de la geofísica moderna. En su «Discurso Presidencial ante la Sociedad Geológica», pronunciado en 1838, William Whewell citó el nombre de Darwin (en el contexto de este trabajo) con una frecuencia doble que el de cualquier otro geólogo, vivo o muerto. Darwin defendió la idea, tanto en geología, siguiendo a Lyell, como en biología, de que los cambios profundos se deben a acciones graduales que se desarrollan durante grandes intervalos de tiempo.

En 1839 Darwin se casó con su prima Emma Wedgwood. Durante más de cuatro decenios y durante la crianza de diez hijos, mantuvieron una tierna y profunda relación, casi completamente armoniosa. Al iniciar su vida matrimonial Darwin estaba escribiendo, aunque desde luego sin intención de publicarlo, su primer esquema provisional de una teoría de la evolución. Las pocas diferencias existentes entre ambos se debían a motivos religiosos. «Antes de comprometerme a casarme», escribió Darwin en su biografía, «mi padre me aconsejó que ocultara cuidadosamente mis dudas, pues dijo que había conocido casos de gran desdicha entre personas casadas». <sup>17</sup> Varias semanas después de la boda, su esposa le escribió:

¿No será que el hábito de la actividad científica, el no creer nada hasta no poder demostrarlo, ha influido demasiado en tu mente

y afecta otras cosas que no podemos demostrar del mismo modo, y que si son ciertas probablemente estén más allá de nuestra comprensión?

Años después, Darwin escribió al final de la carta de Emma:

Cuando haya muerto, sabed que muchas veces he besado estas palabras y he llorado sobre ellas.<sup>18</sup>

Darwin intentó evitar lo mejor que pudo que hubiera una versión pública de esta tensión familiar. El pasado del hombre era por entonces un oscuro y vergonzoso secreto. Revelarlo habría sido para muchos como una afrenta a las normas religiosas imperantes y como un ataque a la dignidad humana. Pero eliminarlo hubiera sido rechazar los datos sólo porque sus implicaciones eran molestas. Darwin sabía que si quería convencer a alguien, debía apoyar sus argumentos con pruebas convincentes.

En 1844, se publicó un libro sensacional, fundamentalmente pseudocientífico, llamado *Vestigios de la Historia Natural de la Creación*. Robert Chambers, enciclopedista y geólogo aficionado, era su autor anónimo y afirmaba haber rastreado el linaje humano hasta llegar a... las ranas. El razonamiento de Chambers era descabellado (aunque no más que el de Erasmus Darwin), pero su audacia provocó un gran interés. Dudas insistentes sobre la Creación comenzaban a salir burbujeando a la superficie, y Darwin sentía que debía exponer su propia teoría de la forma más irrefutable posible. Amplió un ensayo corto, iniciado dos años atrás, y lo convirtió en una obra en dos partes titulada *Sobre las variaciones de los seres orgánicos domesticados y en estado natural* y *Sobre la prueba favorable y contraria a la opinión de que las especies son razas formadas naturalmente, que descienden de un tronco común*. Sin embargo, no estaba preparado para publicar. Escribió una carta a Emma que debía considerarse como un codicilo de su testamento. En caso de fallecimiento, Darwin pedía a Emma lo siguiente:

Destina 400 libras a su publicación y además... ocúpate tú misma de promocionarlo. Deseo que entregues mi esquema a alguna persona competente, y que con esta cantidad le convenzas para que se ocupe de mejorarlo y ampliarlo.<sup>19</sup>

Darwin se daba cuenta de que estaba trabajando en algo importante, pero temía —quizá pensando en los frecuentes brotes de su enfermedad— que no viviría para completar la obra.

Su siguiente maniobra parece, al menos desde fuera, bastan-

te extraña: dejó de lado sus estudios sobre la evolución y durante los ocho años siguientes dedicó su vida casi exclusivamente a los percebes. Su gran amigo, el botánico Joseph Hooker, comentaría después a un hijo de Darwin, Francis: «¡Tu padre tuvo los percebes metidos en el cerebro desde Chile!»<sup>20</sup> Pero este proyecto exhaustivo le valió sus credenciales de naturalista. Otro buen amigo suyo, el anatomista y brillante polemista Thomas Henry Huxley, comentó que Darwin

... nunca hizo nada más sensato... Al igual que el resto de nosotros, no estaba bien preparado en ciencias biológicas, y siempre me pareció un ejemplo notable de su percepción científica que viera la necesidad de darse a sí mismo esa formación, y un ejemplo de su valor que no escatimara esfuerzos para conseguirla... Fue una demostración de autodisciplina crítica, cuyos efectos se manifestaron en todo lo que escribió posteriormente y que le salvó de infinitos errores de detalle.<sup>21</sup>

Darwin no había sido el único científico que reaccionó ante los *Vestigios* de Chambers. Alfred Russel Wallace, un topógrafo convertido en naturalista, no se impresionó por los argumentos de Chambers, pero le intrigó la idea de que en la evolución de la vida actuara un proceso reconocible. En 1847 viajó al Amazonas en busca de datos que apoyaran esta idea. Un incendio a bordo del navío que le llevaba de vuelta a Inglaterra consumió todos sus especímenes. Wallace perseveró, y partió hacia la península Malaya para reunir una nueva colección. En el número de septiembre de 1855 de *Annals and Magazine of Natural History* apareció su artículo titulado «Sobre la ley que ha regulado la introducción de nuevas especies».

En aquel momento, hacía dos decenios que Darwin luchaba con estos problemas. Era muy posible que otro le arrebatara el título de haber sido el primero en resolver el mayor misterio de la vida. Si la ciencia se ocupara de canonizar a alguien, el comportamiento de Darwin y Wallace los habría llevado a los altares. Darwin escribió una calurosa carta de felicitación a Wallace comentándole que había estado trabajando en el mismo problema durante mucho tiempo.

Los amigos de Darwin, Huxley y Hooker, le instaron a que se dejara de cuentos y escribiera el artículo que convertiría la evolución en una teoría a prueba de balas. Darwin accedió y en 1858 estaba a punto de terminarlo, mientras Wallace, ahora en Indonesia y enfermo de malaria, daba vueltas en la cama ponderando la cuestión «¿Por qué algunas mueren y otras viven?»<sup>22</sup> Al salir de su letargo comprendió la selección natural. Escribió

el artículo «Sobre la tendencia de las variedades a separarse indefinidamente del tipo original» y lo envió en seguida a Darwin, pidiéndole que juzgara él mismo qué debía hacerse con aquel material. A Darwin le dolió ver lo parecido que era el trabajo de Wallace a sus propios escritos de 1839 y 1842. En 1844 los había combinado en un único ensayo que seguía sin publicarse. Darwin pidió consejo a sus amigos sobre la forma de tratar este dilema de una manera ética. Hooker y Lyell ofrecieron una solución sensata: presentar a la vez el artículo de Wallace y una versión del ensayo no publicado de Darwin de 1844 a la próxima reunión de la Linnaean Society y publicarlos juntos en la revista *Proceedings* de la Sociedad.<sup>23</sup> Posteriormente, Wallace se refirió siempre a la evolución como si fuera la teoría de Darwin, y Darwin siempre atribuía a Wallace el mérito de haberla descubierto de modo independiente. Darwin emprendió entonces la tarea de escribir el libro que iba a provocar tantos conflictos.

El 24 de noviembre de 1859 se publicó *El origen de las especies*. Los libreros se disputaron la primera edición de 1 250 ejemplares. Darwin había tenido mucho cuidado en hacer una sola referencia al hombre en todo el libro: «Esto arrojará luz sobre el origen del hombre y su historia.»<sup>24</sup> Cualquier otro escrito suyo sobre este delicado tema esperaría doce años más, hasta la publicación de *La descendencia del hombre*. Su moderación no engañó a nadie. Era imposible reconciliar *El origen* y su formidable panoplia de datos con una versión literal del Génesis.



## UN EVANGELIO DE SUCIEDAD

Detesto todos los sistemas que desprecian la naturaleza humana. Si es una ilusión que la constitución del hombre contiene algo de venerable y digno de su autor, dejadme vivir y morir en esa ilusión, en lugar de abrirme los ojos para que vea a mi especie bajo una luz humillante y repugnante. Cada hombre bueno siente brotar la indignación cuando alguien menosprecia su pueblo o su país; ¿por qué no debería sentir lo mismo cuando menosprecian su género?

THOMAS REID, carta de 1775<sup>1</sup>

Pero cuando contemplo a todos los seres no como creaciones especiales, sino como los descendientes lineales de unos cuantos seres que vivieron mucho antes de depositarse el primer estrato del sistema (geológico) cámbrico, me parece como si se ennoblecieran.

CHARLES DARWIN,  
*El origen de las especies*, capítulo XV<sup>2</sup>

«La humanidad ha llevado a cabo un experimento de proporciones gigantescas», escribió Darwin en *El origen de las especies*. Le había impresionado la capacidad de la «cría de animales» para generar nuevas variedades de animales y plantas útiles al hombre. La Naturaleza proporciona las variedades y nosotros seleccionamos las que queremos reproducir, los rasgos que queremos propagar de modo preferente en generaciones futuras. Cuando los hombres transportan polen de flor en flor con un cepillo de pelo de camello, o aparean al semental con la yegüa, son ellos quienes deciden con quién se unirá cada cual. El hombre no favorece la reproducción de plantas incomedibles, caballos debilitados, pavos huesudos, ovejas con pelos enredados y vacas que dan leche de mala gana. Los hombres imprimen lo que les interesa, generación tras generación, en la herencia de las plantas y animales cuya crianza controlan mediante una selección acumulativa. Pero también la Naturaleza selecciona las plantas y los animales que según cree están adaptados más favorablemente que sus congéneres; estos seres afortunados se reproducen preferentemente, dejan más descendencia y, a medida que pasa el tiempo, eliminan a la competencia. La selección artificial nos ayuda a comprender cómo funciona la selección natural.

La capacidad del medio ambiente para alimentar y mantener grandes poblaciones, la denominada capacidad de carga, es por supuesto finita. Cuando el número de organismos aumenta, no todos pueden sobrevivir. Habrá una dura competencia por los recursos escasos. Pequeñas diferencias de capacidad, imperceptibles para un observador casual, pueden ser factores de vida o muerte para el organismo. La selección natural es un gran cedazo que deja fuera a la gran mayoría y permite sólo a una diminuta vanguardia transferir su herencia a la generación siguiente. La selección natural es mucho más despiadada a la hora de determinar la composición genética de las futuras generaciones que el criador de animales más insensible y expeditivo. Y en lugar de los miserables varios miles de años transcurridos desde que la domesticación de los animales comenzó en serio, la selección natural ha estado actuando durante miles de millones de años.

Pensemos en las especializaciones que la selección artificial ha permitido crear en los perros: galgos y barzois para la carrera, para que corran más que los lobos; pastores escoceses para cuidar de las ovejas; pachones, perdigueros, pointers y setters para la caza; perdigueros del Labrador para ayudar a los pescadores a sacar sus redes; perros lazarillo para los ciegos; sabuesos para seguir el rastro de los criminales; terrier para sacar a las presas de sus madrigueras; mastines para vigilar y pekineses originales (de los que sólo queda un resto enano) para la guerra. Hemos conseguido este resultado en sólo unos miles de años de entrometernos en la vida sexual de los perros. Creamos la coliflor, la rutabaga, el brécol, las coles de bruselas y la col, que ahora es común y exuberante, a partir de la triste col silvestre (estas verduras, como las diferentes razas de perros, siguen siendo interfértiles). Pensemos ahora en la selección mucho más rigurosa que ha estado actuando en toda la Naturaleza durante un tiempo un millón de veces más largo y no por el entrometimiento consciente de criadores de perros o de plantas con una idea concreta del tipo de perro o de planta que desean tener, sino por un entorno ciego, sin propósito y cambiante. Si la selección artificial representa un experimento de proporciones gigantescas, ¿cuáles debieron de ser las dimensiones del experimento que ha realizado la selección natural? ¿No es verosímil que toda la diversidad elegantemente adaptable de la vida sobre la Tierra pudiera cribarse y extraerse mediante este proceso? De hecho, éste es el único proceso conocido que adapta los organismos a su entorno.<sup>3</sup>

He aquí los pasajes de *El origen de las especies* de Darwin en donde desarrolla por primera vez los argumentos y contraargumentos de la selección natural:

Una de las características más notables de nuestras razas domesticadas es que vemos en ellas una adaptación, y no para el bien del propio animal o la planta, sino para uso o capricho del hombre. Algunas variaciones útiles para él probablemente hayan surgido de repente, o paulatinamente... Pero cuando comparamos el caballo de tiro con el caballo de carreras, el dromedario con el camello, los diversos tipos de oveja adaptados a las tierras cultivadas o a los pastos montañosos, con un tipo de lana que sirve para una cosa, y otro que sirve para otra; cuando comparamos las muchas razas de perros, cada una útil para el hombre en formas distintas; cuando comparamos los gallos de pelea, tan pertinaces en la batalla, con otras razas tan poco peleonas, con ponedoras continuas que nunca desean empollar, y con el gallo bantam tan pequeño y elegante; cuando comparamos las innumerables variedades de plantas agrícolas, culinarias, hortícolas y de jardinería floral, la mayoría útiles para el hombre en diferentes estaciones y por diferentes razones, o tan bellas a sus ojos, debemos, creo yo, mirar más allá de la simple variabilidad. No podemos suponer que todas las razas y tipos se produjeron de repente, tan perfectas y útiles como las vemos ahora; de hecho, en muchos casos, sabemos que su historia no ha sido ésa. La clave es el poder del hombre para proceder a una selección acumulativa: la Naturaleza proporciona sucesivas variaciones y el hombre las suma en ciertas direcciones que le son útiles. En este sentido puede decirse que ha hecho razas útiles para él mismo.

... No hay nadie tan descuidado que reproduzca sus peores animales...

Tal vez existen salvajes tan bárbaros que nunca piensan en el carácter heredado de las crías de sus animales domésticos, sin embargo durante las hambrunas y demás accidentes a que están tan expuestos, conservarán cuidadosamente a aquel animal que, por algún motivo especial, les resulte particularmente útil. Y estos animales elegidos de este modo generalmente criarán más que los inferiores, con lo que en este caso estará actuando una especie de selección inconsciente...

El hombre... nunca puede actuar por selección, excepto en las variaciones que la Naturaleza le da de entrada en un pequeño grado...

He llamado Selección Natural o Supervivencia del más Apto a esta conservación [en la Naturaleza] de diferencias y variaciones individuales favorables y a la destrucción de las que son

perjudiciales. Las variaciones que no son útiles ni perjudiciales no se verían afectadas por la selección natural...

Cuando vemos insectos verdes que comen hojas, y de color gris moteado los que comen cortezas; la perdiz alpina blanca en invierno, el urogallo rojo del color del brezo, debemos creer que estos tintes están al servicio de estas aves e insectos para preservarlos del peligro...

Si es provechoso para una planta que el viento disemine su semillas cada vez más lejos, no veo mayor dificultad en que esto se haga mediante la selección natural, en lugar de que el cultivador aumente y mejore por selección la pelusa de las vainas de sus algodonales...

No hay motivo alguno para que los principios que han actuado con tanta eficacia en el proceso de domesticación no hayan actuado también en la Naturaleza. En la supervivencia de individuos y razas favorecidos, durante la repetida y constante lucha por la existencia, vemos actuar de modo continuo una poderosa forma de selección. La lucha por la existencia deriva inevitablemente de la elevada tasa geométrica de incremento que es común a todos los seres orgánicos. Ésta se demuestra calculando el rápido incremento en el número de muchos animales y plantas que se da durante una sucesión de estaciones peculiares. Nacen más individuos de los que pueden sobrevivir. Un grano en la balanza puede determinar qué individuos vivirán y cuáles morirán; qué variedad de especies incrementará su número, y cuál disminuirá, o finalmente se extinguirá... La más ligera ventaja en determinados individuos sobre sus competidores, en cualquier edad o durante cualquier estación, o una mejor adaptación a las condiciones físicas circundantes, por muy pequeña que sea la diferencia, invertirá a la larga el equilibrio.<sup>4</sup>

En su artículo de 1858 para *Proceedings* de la Linnaean Society, Darwin nos pide que imaginemos a un ser que pudiera continuar seleccionando con una atención incansable una única característica deseada durante «millones de generaciones». La selección natural presupone —en sus efectos, pero no literalmente— la existencia de un ser así. «Tenemos un tiempo casi ilimitado» para la evolución, escribió en su artículo.

Darwin propuso luego que la selección natural, continuada durante períodos de tiempo tan inmensos, podría generar tal divergencia de un organismo respecto a su estirpe original, que llegaría a constituir una nueva especie. Las jirafas desarrollan cuellos largos porque las que tienen cuellos un poco más largos —debido a una variación genética casual— pueden ramonear en las copas más altas, pueden prosperar cuando otras están mal alimentadas, y dejan más descendencia que sus congéneres de

cuellos más cortos. Darwin describió un gran árbol genealógico como símbolo de las formas de vida variadas, que crecía lentamente, se ramificaba y se anastomizaba y en el cual los organismos evolucionaban para producir todas las «exquisitas adaptaciones» del mundo natural.

Es magnífico, pensó, el hecho de que «a partir de un comienzo tan simple hayan evolucionado y sigan evolucionando una infinidad de las más bellas y maravillosas formas».

La analogía me haría avanzar un paso más, es decir, me llevaría a creer que todos los animales y plantas descienden de otro prototipo. Pero la analogía puede ser una guía engañosa. Sin embargo, todos los seres vivos tienen mucho en común, en su composición química, su estructura celular, las leyes de su crecimiento, y la posibilidad de sufrir influencias perjudiciales... Según el principio de la selección natural con divergencia de carácter, no parece increíble que, a partir de una forma tan baja e intermedia, puedan haberse desarrollado animales y plantas; y, si aceptamos esto, debemos igualmente aceptar que todos los seres orgánicos que han vivido hasta ahora en esta tierra podrían descender de alguna forma primordial.

¿Y cómo surgió esta forma primordial? En 1871, Darwin imaginó nostálgicamente en una carta a su amigo Joseph Hooker el siguiente panorama:

Pero si pudiéramos concebir (y este «si» es realmente grande) que en una pequeña charca caliente, con la presencia de todo tipo de sales de amoníaco y fosfóricas, luz, calor, electricidad, etc., se formó químicamente un compuesto proteínico listo para experimentar cambios aún más complejos...<sup>5</sup>

Si fuera posible un fenómeno así, ¿por qué no lo vemos actuar también hoy? Darwin inmediatamente previó un motivo: «En el momento actual, tal materia acabaría devorada o absorbida instantáneamente, lo cual no se habría producido antes de que estuvieran formados los seres vivos.» Además, ahora sabemos que la ausencia de moléculas de oxígeno en la atmósfera de la primitiva Tierra aumentó mucho la probabilidad de que se formaran y sobrevivieran moléculas orgánicas. (Y caían del cielo muchísimas más moléculas orgánicas de las que caen hoy en nuestro ordenado y regulado Sistema Solar.) Los experimentos de laboratorio demuestran que en aquella pequeña charca caliente —o en algo parecido— podrían haberse producido rápidamente aminoácidos. Si se agrega una cierta energía a los aminoácidos, éstos se unen fácilmente y crean una especie de «com-

puesto proteínico». En experimentos de este tipo se crean ácidos nucleicos simples. Las suposiciones de Darwin, hasta donde llegaron, están hoy bastante confirmadas. Los bloques constructivos de la vida abundaban en la primitiva Tierra, aunque desde luego aún no podemos decir que comprendamos totalmente el origen de la vida. Pero nosotros, los hombres, comenzando con Darwin, apenas hemos empezado a estudiar el tema.

Como cabía esperar, la publicación de *El origen de las especies* provocó respuestas apasionadas, tanto a favor como en contra, entre ellas una turbulenta sesión de la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia celebrada poco después de la publicación de la obra. Quizá el debate básico puede captarse mejor desenterrando las revistas literarias del momento. Esas publicaciones, generalmente mensuales, abarcaban la gama más amplia de temas: ficción y no ficción, prosa y poesía, política, filosofía, religión y ciencia. No eran raros los comentarios de 20 páginas impresas. Casi ningún artículo aparecía firmado, aunque muchos estaban escritos por las principales personalidades de cada especialidad. No parece que hoy en día haya muchas publicaciones comparables en lengua inglesa, aunque el suplemento literario del *Times* de Londres y la reseña dominical de libros del *New York Times* tal vez se acerquen un poco.

La *Westminster Review* de enero de 1860 reconocía que el libro de Darwin podría tener una importancia histórica:

Si el principio de la Modificación por Selección Natural pudiera admitirse hasta el extremo al que pretende llevarlo el señor Darwin... se habría abierto un campo de estudios magnífico y casi virgen... Nuestras clasificaciones se convertirán, dentro de lo posible, en genealogías, y entonces nos ofrecerán realmente lo que podría llamarse el plan de la creación.<sup>6</sup>

La *Edinburgh Review* de abril de 1860 (en una crítica anónima del anatomista Richard Owen) adopta una perspectiva menos benévola:

Las consideraciones necesarias para intentar desvelar el origen de los gusanos no son apropiadas para las condiciones del problema más elevado del origen del hombre... Es cierto que quien se considera a sí mismo desprovisto de alma e igual a la bestia que perece puede contentarse con cualquier especulación que apunte, con la más pequeña viabilidad, a una noción inteligible de la forma de proceder de una especie organizada inferior, y no necesita preocuparse más por sus propias relaciones con un

Creador... El señor Darwin nos ofrece... paja intelectual... apoyada por su firme creencia en la suficiencia nutritiva de ésta.<sup>7</sup>

El comentarista elogia a los científicos «que inquietan poco al mundo intelectual con sus creencias, pero lo enriquecen mucho con sus pruebas», y los compara con Darwin, de quien dice que no tiene más que un «conocimiento digresivo y superficial de la naturaleza». El profesor Owen se muestra muy impresionado por la labor de Cuvier con los ibis, gatos y cocodrilos momificados «conservados en las tumbas de Egipto» que demuestran «que no hubo cambio alguno en sus características específicas durante los miles de años... transcurridos... desde que los individuos de esas especies estuvieran sometidos a la habilidad del momificador». El artículo dice que los datos de Cuvier son de «un valor muy superior» a las «especulaciones» de Darwin. Pero los animales momificados del antiguo Egipto caminaron por la Tierra hace sólo una fracción de segundo en la escala del tiempo geológico; un intervalo insuficiente para observar importantes cambios evolutivos, que suelen requerir millones de años. Los comentarios de Owen vibran con un florido menosprecio: «Las mentes prosaicas —dice— están dispuestas a aburrirnos preguntándonos por nuestras pruebas, y cuando intentan seducirle acercándole a los labios la bebida del saber prohibido que ellos [los evolucionistas] ofrecen, a uno casi le gustaría que expertos mejor informados y con una opinión distinta tiraran al suelo la copa de Circe.»

Otros comentaristas presentaron objeciones más sólidas: No se conocen ejemplos de una mutación o de un cambio hereditario beneficioso; Darwin tenía que invocar enormes intervalos de tiempo anteriores a la época de los dinosaurios, y sin embargo no podía encontrarse señal de vida en los registros geológicos anteriores; en el registro geológico no había ninguna forma de transición entre una especie y otra. De hecho Darwin subrayó la casi total ignorancia que había en su época sobre la naturaleza de la transmisión hereditaria y de las mutaciones, y él mismo mencionó la escasez de datos geológicos como un problema para la teoría (aunque también dijo que él presentaría los fósiles de transición cuando sus oponentes le mostraran todas las formas intermedias entre los perros salvajes y los galgos, por ejemplo, o los bulldogs). Desde entonces, no sólo se han estudiado detenidamente las leyes de la herencia fundadas en los genes y los cromosomas (que están formados enteramente por ácidos nucleicos), sino que se conoce al detalle su estructura molecular; incluso comprendemos cómo puede causarse una mutación mediante la sustitución de un átomo sencillo por otro. El registro geológico

se ha ampliado no sólo hasta llegar a eras anteriores a la de los dinosaurios, sino que ahora tenemos datos discontinuos sobre la vida durante los tres mil quinientos millones de años precedentes. Darwin no conocía ni un solo caso de selección natural en estado salvaje a pesar de sus estudios exhaustivos sobre la selección artificial; nosotros hoy en día conocemos centenares de casos.<sup>8</sup> Sin embargo, los datos fósiles siguen siendo escasos: se conocen algunas formas más de transición —*Archaeopteryx*, por ejemplo, que es un alto en el camino entre reptil y ave—, pero ni siquiera bastan para demostrar la mayoría de caminos evolutivos importantes. La prueba más poderosa de la evolución procede, como veremos, de una ciencia cuya misma existencia se desconocía en la época de Darwin: la biología molecular.

Una crítica, publicada en *The North American Review* de abril de 1860, intenta refutar a Darwin mediante una especie de sofisma inconsciente, consistente en declarar «prácticamente infinitos» los períodos muy prolongados de tiempo geológico que necesita la evolución. El propio Darwin utilizó de modo parecido un lenguaje matemático impreciso. Luego la crítica afirma que «la diferencia entre este concepto y el de estrictamente infinito, si es que la hay, es inapreciable». El infinito, sin embargo, no pertenece a la ciencia sino a la metafísica, por lo cual el comentarista llega a la conclusión de que la teoría de la evolución no es científica sino metafísica, «puesto que se basa enteramente en la idea de “infinito” que la mente humana no puede ni ignorar ni comprender».<sup>9</sup> Esto último podría aplicarse, especialmente, al comentarista. Dos números cualesquiera, por grandes o pequeños que sean, están igualmente distantes del infinito, y 4 500 millones de años es un período de tiempo respetablemente finito. El infinito no entra en la perspectiva evolutiva. La falsedad de este argumento (y de otras críticas) nos da una idea del enorme interés que tenía la gente por rechazar las ideas de Darwin. (Su sugerencia posterior de que todas las cosas vivas, incluidos los hombres, siguen evolucionando, y de que en el futuro lejano nuestros descendientes no serán humanos, fue considerada demasiado audaz incluso por los comentaristas favorables.)

El adversario de Darwin, Samuel Wilberforce, obispo anglicano de Oxford, publicó en la *London Quarterly Review* de julio de 1860 un artículo anónimo titulado «El origen de las especies de Darwin», en el que censura entre otras muchas cosas «lo caprichoso de sus conjeturas» y «la extravagante libertad de sus especulaciones». El obispo condena su «forma de tratar la Naturaleza» porque es terriblemente deshonrosa para toda la ciencia natural, ya que la reduce de su actual y elevado nivel como uno de los más nobles maestros del intelecto humano e instructores



de su mente, y la convierte en un simple juguete ocioso del capricho, sin la base de los hechos ni la disciplina de la observación.

El obispo acusa a Darwin de eludir la «obstinación de los hechos», de agitar una varita mágica y decir: «Pongamos unos centenares de millones de años más o menos. ¿Por qué no serían posibles entonces todos esos cambios?» La terrible conclusión a que llega Wilberforce es que Darwin suponía tácitamente que «el hombre» sólo podía ser «un mono mejorado». (En este sentido el articulista no se equivocaba mucho, pues es una idea semejante a la de Darwin.) El obispo denuncia como «absolutamente incompatible» con «la Palabra de Dios» la posible aplicación al hombre de la selección natural. Además, «los conceptos de la supremacía derivada del hombre sobre la Tierra, la capacidad humana de hablar, el don humano del razonamiento, la libre voluntad y la responsabilidad humanas, la caída y la redención del hombre, la Encarnación del Hijo Eterno; la presencia del Espíritu Eterno, son igual y absolutamente irreconciliables con la noción degradante de que quien fue creado a imagen de Dios y redimido por el Hijo Eterno tenga un origen animal». La idea de la evolución tiende «inevitablemente a suprimir de la mente la mayoría de los atributos peculiares del Todopoderoso». El autor compara las ideas de Darwin con la «frenética inspiración del inhalador de gas mefítico». El obispo Wilberforce contrasta las opiniones de Darwin con las de un «filósofo muy superior», el profesor Owen, de quien reproduce, un poco tangencialmente, una cita en la que aconseja a los adolescentes lo siguiente:

¡Oh, vosotros! que poseéis todo el flexible vigor de la juventud lozana, pensad bien en lo que Él ha dado para vuestro mantenimiento. ¡No derrochéis sus energías; no las desechéis por pereza; no las malgastéis con placeres! La labor suprema de la creación se ha hecho realidad: lograr que vosotros podáis poseer un cuerpo, el único erecto, el más libre de todos los cuerpos animales, y ¿para qué? para el servicio del alma... No la deshonréis.<sup>10</sup>

La *North British Review* de mayo de 1860, no menos hostil, comienza su crítica diciendo: «Si la notoriedad es prueba de autoría afortunada, el señor Darwin ha tenido su premio.» El artículo compara a Darwin con escritores que «parecen desconfiar siempre de las opiniones sobre la Naturaleza que tienden a ponerlos, aunque sea remotamente, a ellos o a sus lectores en relación directa con un Dios personal». Como muchas de las reseñas negativas, la presente reconoce la reputación de Darwin como

naturalista experto y elogia la gracia de su estilo. Sin embargo, le califica de charlatán y le acusa de «no creer en el Creador que nos gobierna». «La aparente profundidad del libro es sólo oscuridad.» Se acusa a Darwin de poner un trono «en algún lugar, por encima del Olimpo, y donde se sienta la diosa de la devoción del autor». Esa diosa es la selección natural. «Las “posibilidades” del paganismo han aumentado y adquirido una forma superior: ... la obra del señor Darwin»; la *North British Review* acaba diciendo que esta obra «está en directo antagonismo con todos los descubrimientos de una teología natural, fundada en deducciones legítimas del estudio de las obras de Dios, y supone violentar todo lo que el Propio Creador nos ha dicho de verdadero en las Escrituras». El artículo afirma que la publicación de *El origen de las especies* fue una «equivocación». «El autor hubiera hecho un bien a la ciencia, y a su propia fama, si, en caso de haberse empeñado en escribir la obra, la hubiera dejado apartada entre sus papeles, y hubiera anotado encima: “Una contribución a la especulación científica en 1720”.» Así calculaba el comentarista lo retrógrado y pasado de moda que estaban los argumentos de Darwin.<sup>11</sup>

El proceso de la selección natural, que extraía orden del caos como por arte de magia, era contraintuitivo y molesto para muchos, y se acusó repetidamente a Darwin de incurrir en algo no muy alejado de la idolatría. Él respondió a la acusación con estas palabras:

Se ha dicho que yo hablo de la selección natural como de una potencia activa o Divinidad; pero ¿quién pone objeciones a un autor cuando afirma que la atracción de la gravedad rige los movimientos de los planetas? Todo el mundo sabe lo que quieren decir y lo que implican tales expresiones metafóricas; y son casi necesarias en mor de la brevedad. También es difícil evitar la personificación de la palabra Naturaleza; pero por Naturaleza entiendo sólo la acción agregada y el producto de muchas leyes naturales, y por leyes entiendo la secuencia de hechos comprobada por nosotros. Con un poco de familiaridad, estas objeciones superficiales quedarán olvidadas...

Si el hombre puede producir, y sin duda ha producido, un gran resultado mediante sus medios metódicos e inconscientes de selección, ¿qué no podrá conseguir la selección natural? El hombre puede actuar sólo sobre caracteres externos y visibles; la Naturaleza, si se me permite personificar la preservación natural o la supervivencia del más apto, no se preocupa en absoluto por las apariencias, excepto en la medida en que sean útiles a algún ser. Puede actuar en cada órgano interno, en cada matiz de diferencia constitucional, en la maquinaria integrante

de la vida. El hombre selecciona sólo por su propio bien: la Naturaleza sólo por el bien del ser que cuida...

Puede decirse metafóricamente que la selección natural está escrutando diariamente y a cada hora, en todo el mundo, las más ligeras variaciones, rechazando las que son malas, preservando y acumulando todas las que son buenas, trabajando silenciosa e insensiblemente. De este proceso lento de cambio no vemos nada hasta que la mano del tiempo ha marcado el paso de las eras, y entonces nuestra visión de las eras geológicas del pasado lejano es tan imperfecta que sólo vemos que las formas de vida son diferentes ahora de lo que eran antes.

Algunos criticaron a Darwin tachándolo de teleólogo —de creer que la Naturaleza funciona con la perspectiva de algún fin a largo plazo—, y otros, a la inversa, porque construía una Naturaleza en que variaciones casuales y sin propósito eran la clave. («La ley del revoltijo», la llamó despectivamente el astrónomo John Herschel.) La gente tenía verdaderas dificultades en comprender el concepto de selección natural. Se pusieron en tela de juicio los motivos, sinceridad, honestidad y saber de Darwin. Muchos de los que le criticaban no comprendían sus argumentos o el poder acumulativo de los datos que invocaba para apoyarlos. Muchos —incluidos algunos de los científicos más distinguidos de la época, entre ellos, lamentablemente, Adam Sedgwick, su antiguo profesor de geología— rechazaron la hipótesis de Darwin, no porque las pruebas estuvieran en contra, sino por el lugar a donde conducía: conducía, al parecer, a un mundo en el que se degradaba al hombre, se le negaba el alma, se despreciaba a Dios y la moralidad, y se elevaba la categoría de los monos, los gusanos y el fango primitivo; «un sistema que desamparaba al hombre». Thomas Carlyle lo llamó «un evangelio de suciedad».

Darwin, Huxley y otros se esforzaron en demostrar que ninguna de estas críticas morales y teológicas era convincente. En astronomía, ya no creemos que haya un ángel empujando cada planeta alrededor del Sol: bastan la ley del cuadrado inverso de la gravitación y las leyes del movimiento de Newton. Pero nadie considera esto una demostración de la no existencia de Dios, y el propio Newton era un adepto de la cristiandad convencional de su época, aparte de una reserva personal sobre la noción de la Trinidad. Somos libres de postular, si así lo deseamos, que Dios es el responsable de las leyes de la Naturaleza y que la divina voluntad actúa mediante causas secundarias. En biología estas causas tendrían que incluir la mutación y la selección natural. (Sin embargo, para muchas personas resultaría insatisfactorio adorar la ley de la gravedad.)

A medida que los debates proseguían a lo largo de los años, la selección natural iba pareciendo menos extraña y amenazadora. Un número cada vez mayor de científicos, figuras literarias, e incluso clérigos fueron convenciéndose, pero no todos ni mucho menos. En julio de 1871, la *London Quarterly Review*, que once años antes había publicado la diatriba anónima del obispo Wilberforce, sigue demostrando una intransigencia vehemente. «¿Por qué la selección natural debería favorecer sólo la conservación de las variedades útiles? Una acción así no puede atribuirse a la fuerza ciega; sólo puede proceder de una mente.» La revista no sólo rechaza la evolución y la selección natural, sino también la recientemente descubierta ley de la conservación de la energía,<sup>12</sup> uno de los pilares de la física moderna.

El dramaturgo George Bernard Shaw expresó más tarde gráficamente algunos de los motivos emocionales profundos que impulsaban a rechazar la selección natural:

El proceso darwiniano puede describirse como un capítulo de accidentes. Como tal, parece simple, porque uno al principio no se da cuenta de todas sus consecuencias. Pero cuando uno comienza a comprender su significado cabal, el corazón se le hunde en una montaña de arena dentro suyo. Es un proceso de un horrible fatalismo que reduce de modo espectral y detestable la belleza y la inteligencia, la fuerza y la intención, el honor y la aspiración, dando cambios tan casualmente pintorescos como los que puede producir una avalancha en un paisaje, o un accidente de ferrocarril en una faz humana. Llamar a esto selección natural es una blasfemia, aceptable para muchos que consideran la Naturaleza como una agregación casual de materia inerte y muerta, pero eternamente imposible para los espíritus y las almas de los honrados... Si este tipo de selección pudiera convertir un antílope en jirafa, sería también concebible que un estanque lleno de amebas se convirtiera en la Academia Francesa.<sup>13</sup>

Bellas palabras. Pero, ¿y si en la «materia inerte y muerta» yacieran ocultos poderes insospechados? Tales objeciones, que distan mucho de ser convincentes, se refieren sólo a las implicaciones filosóficas y sociales de la selección natural y no a sus pruebas.

Darwinistas ingenuos, incluidos muchos capitalistas, han argumentado en interés propio que la opresión de los débiles y los pobres es una aplicación justificada a los asuntos humanos de la selección natural. Ingenuos literalistas bíblicos, incluidos algunos altos funcionarios encargados de salvaguardar el medio ambiente, han argumentado en interés propio que la destrucción

de la vida no humana está justificada porque el mundo de todos modos se acabará en breve o porque el Génesis nos ha dado «dominio... sobre todos los seres vivos».<sup>14</sup> Ni la evolución ni los libros sagrados de varias religiones han quedado invalidados porque se haya sacado erróneamente de ellos conclusiones peligrosas.

En los decenios de 1870 y de 1880, las pruebas reunidas por Darwin estaban cambiando muchas mentalidades. Algunos comentarios reconocían «la certeza de la acción de la selección natural» e incluso la posibilidad de que los humanos hubieran evolucionado de algún animal inferior.<sup>15</sup> Sin embargo, algunas de las conclusiones expuestas por Darwin en su libro publicado en 1871, *La descendencia del hombre*, se les atragantaron incluso a los comentaristas más comprensivos. Vemos que el debate se ha trasladado a un nuevo escenario:

Negamos [a los animales]... la capacidad de reflexionar sobre su propia existencia, o de preguntarse por la naturaleza de los objetos y sus causas. Negamos que sepan que saben, o que se sepan conocedores. Dicho de otro modo, les negamos la razón.

Volveremos a este nuevo nivel de debate más tarde, y aquí observemos sólo con qué rapidez muchas de las reservas teológicas sobre la evolución se habían disipado a medida que se comprendían mejor los argumentos de Darwin. «No hay nada tan notable —escribió Darwin en su *Autobiografía*—, «como la difusión del escepticismo o del racionalismo durante la última mitad de mi vida.»<sup>16</sup>

De los innumerables ejemplos modernos de la selección natural en el mundo real, seleccionamos uno: es un ejemplo interesante porque afecta a los hombres y porque es el resultado de un experimento, si bien realizado inadvertidamente y en circunstancias trágicas. La malaria es endémica entre casi la mitad de la población mundial (sólo antes de la segunda guerra mundial, la cifra era de dos tercios). Es una enfermedad grave que provoca una elevada mortalidad si falta el medicamento apropiado o la inmunidad natural. Aún hoy en día millones de personas mueren cada año a causa de la malaria. Cuando el parásito plasmodio que causa la malaria es inyectado en el torrente sanguíneo (generalmente por una picadura de mosquito), invade los glóbulos rojos de la sangre que llevan el oxígeno de los pulmones a todas las células del cuerpo. Los glóbulos rojos de la sangre se vuelven pegajosos, se adhieren a las paredes de vasos sanguíneos

muy pequeños y no pueden seguir circulando hasta el bazo, que destruye los parásitos del plasmodio. Esto es bueno para los parásitos y malo para los hombres.

Los pueblos de las zonas maláricas del África tropical, como los de otras regiones, tienen una adaptación a la malaria: el carácter del glóbulo rojo falciforme. Algunos de los glóbulos rojos de la sangre vistos al microscopio parecen hoces o *croissants*. Pero en una persona con el carácter del glóbulo rojo falciforme, los glóbulos rojos alterados de la sangre están rodeados por filamentos microscópicos en forma de aguja que actúan como las púas de un puercoespín. Los parásitos quedan empalados o en todo caso dañados, y luego los glóbulos rojos —protegidos de las pegajosas proteínas de los parásitos— son transportados al bazo para someterse a su «dura clemencia»; cuando los parásitos mueren, muchos de los glóbulos rojos de la sangre recuperan su estado normal, sin que les haya afectado la experiencia.<sup>17</sup> Sin embargo, cuando los genes de este carácter se heredan a la vez del padre y de la madre, suelen aparecer anemias graves, obstrucción de los vasos sanguíneos pequeños y otras enfermedades. Es natural pensar que resulta ventajoso tener una parte de la población gravemente anémica, en lugar de que la mayoría muera de malaria.

En el siglo xvii llegaron traficantes holandeses de esclavos a la Costa de Oro del África Occidental (actualmente Ghana). Compraron o capturaron a numerosos esclavos y los transportaron a dos colonias holandesas: Curaçao en el Caribe y Surinam en Sudamérica. No hay malaria en Curaçao, de modo que el carácter de los glóbulos rojos falciformes siguió provocando anemia entre los esclavos allí llevados, pero sin ninguna ventaja que los compensara. En cambio, en Surinam la malaria es endémica, y tener el carácter falciforme suponía a menudo la diferencia entre vida y muerte.

Si ahora, unos tres siglos después, examinamos a los descendientes de aquellos esclavos, vemos que en los de Curaçao apenas hay incidencia alguna del carácter, pero que sigue siendo común en Surinam. En Curaçao la selección actúa en contra del carácter de los glóbulos rojos falciformes; en Surinam, como en África Occidental, la selección actuó a favor de él. Vemos actuar aquí a la selección natural en escalas temporales muy cortas, incluso con seres de reproducción tan lenta como las personas.<sup>18</sup> Como siempre, en una población determinada, hay toda una gama de predisposiciones hereditarias; el medio ambiente elimina algunas, pero no otras. La evolución es el producto de una estrecha interacción entre la herencia y el medio ambiente.

Al final de su vida, Darwin se consideró a sí mismo un teísta, un creyente en una Primera Causa. Sin embargo tenía sus dudas:

«¿Puede darse crédito a la mente del hombre cuando saca conclusiones tan elevadas, habiéndose desarrollado, como creo cabalmente, a partir de una mente tan inferior como la que posee el más inferior de los animales?»<sup>19</sup>

La evolución no supone en forma alguna ateísmo, aunque es consecuente con el ateísmo. Pero la evolución contradice claramente la verdad literal de ciertos libros venerados. Si creemos que la Biblia fue escrita por personas, y no dictada palabra a palabra a un taquígrafo intachable por el Creador del Universo, o si creemos que Dios podía a veces recurrir a las metáforas en aras de la claridad, entonces la evolución no plantea problema teológico alguno. Pero tanto si plantea un problema como si no, las pruebas de la evolución son aplastantes, concretamente las pruebas de que hubo evolución al margen de saber si la selección natural uniformista explica completamente cómo se produjo.

La perspectiva darwinista es esencial para toda la biología moderna, desde las investigaciones de la estructura molecular del ADN a los estudios sobre el comportamiento de monos y personas.<sup>20</sup> Es una perspectiva que nos conecta con nuestros antepasados olvidados hace tiempo y con nuestro enjambre de parientes, los millones de otras especies con quienes compartimos la Tierra. Pero el precio que hemos debido pagar ha sido alto, y aún hay, especialmente en los Estados Unidos, quienes se niegan a pagarlo, y por razones muy humanas y comprensibles. La evolución sugiere que si Dios existe le gustan las causas secundarias y los procesos autónomos. Dios puso en funcionamiento el Universo, estableció las leyes de la Naturaleza, y luego abandonó la escena. No hay, al parecer, un Ejecutivo trabajando a pie de obra: el poder ha quedado delegado. La evolución sugiere que Dios no intervendrá, tanto si suplicamos como si no, para salvarnos de nosotros mismos. La evolución sugiere que estamos solos; y que si hay un Dios, ese Dios debe de estar muy lejos. Esto basta para explicar gran parte de la angustia y enajenación que la evolución ha producido. Nos gustaría imaginar a alguien al frente del timón.

La visión transcendentamente democrática de Darwin de que todos los seres humanos descienden de los mismos antepasados no humanos, que todos somos miembros de una familia, queda inevitablemente distorsionada cuando se contempla con la visión

deteriorada de una civilización impregnada de racismo. Los supremacistas blancos se apropiaron la idea de que las personas con gran abundancia de melanina en la piel debían de estar más cerca de nuestros parientes los primates que las personas más blanquecinas, con menos melanina. Los oponentes del fanatismo, temiendo quizá que pudiera haber una pizca de verdad en una tal tontería, también prefirieron no insistir en nuestro parentesco con los simios. Pero ambos puntos de vista están situados en el mismo continuo: nuestra relación con los primates es selectivamente válida en el veld africano y en el ghetto, pero nunca jamás —¡no lo permita Dios!— en la junta de directores, la academia militar o —¡Dios nos libre de ello!— en el Senado o la Cámara de los Lores, en el palacio de Buckingham o en Pennsylvania Avenue. En esto radica el racismo, y no en el ineludible reconocimiento de que los hombres, para mejor o para peor, somos sólo una pequeña ramita en el amplio y frondoso árbol de la vida.

La selección natural ha sido explotada equivocadamente por capitalistas y comunistas, blancos y negros, nazis y muchos otros, deseosos de llevar el agua a su particular molino ideológico. No es de extrañar que las feministas temieran que la perspectiva darwinista pusiera un palo más en manos de los científicos para aporrear a las mujeres, con la excusa de una supuesta inferioridad en matemáticas o política. Pero, por lo que sabemos, una perspectiva así podría revelar que los incontenibles desequilibrios hormonales que impulsan a los hombres a la violencia no los hacen muy adecuados para dirigir un estado moderno. Si creemos que el sexismo es un error basado en prejuicios, el examen científico permitirá descubrirlo, y deberíamos apoyar su investigación rigurosa con los métodos de la ciencia.

Gran parte de las recientes controversias sobre la aplicación de las ideas darwinistas al comportamiento humano se han debido al temor de que abusen de ellas racistas, sexistas y otros fanáticos; como de hecho sucedió ya en la segunda guerra mundial, con espantosas y trágicas consecuencias. Sin embargo, el remedio contra el abuso de la ciencia no es la censura, sino una explicación más clara, un debate más enérgico y una ciencia más accesible a todos. Si algunas de nuestras propensiones son innatas, como probablemente son, eso no significa que no podamos aprender a modificar, mitigar, incrementar o redirigir el comportamiento resultante.

El vicealmirante FitzRoy había sido meteorólogo del Ministerio de Comercio británico durante más de un decenio cuando



su pronóstico a largo plazo para 1865 falló de modo total y catastrófico. El orgulloso y colérico FitzRoy recibió un auténtico vapuleo en los periódicos. Cuando ya no pudo soportar más el ridículo, se cortó el cuello y se convirtió en un protomártir de los fracasos de los pronósticos meteorológicos. Aunque FitzRoy había hablado públicamente contra Darwin en la controversia del «creacionismo», y a pesar de que los dos hombres no se habían visto cara a cara durante ocho años, Darwin se afectó mucho por la noticia del suicidio de FitzRoy. ¿Qué imágenes de las aventuras de juventud que compartieron debieron de acudir a la mente de Darwin? «Su carrera ha acabado muy melancólicamente —comentó Darwin a Hooker— a pesar de sus espléndidas cualidades.»<sup>21</sup>

También Darwin era un experto en melancolía. Durante esos años Darwin pasaba la mayor parte del tiempo deprimido, agotado y enfermo. Durante ese desgraciado período, su producción fue constante, y no parece que esto perjudicara en absoluto su relación con Emma, con los hijos, de diez nacidos, que les habían quedado, y con sus numerosos amigos. Al menos, las cartas que intercambiaron y sus recuerdos escritos son testimonio de su sinceridad, del valor que daba a los sentimientos, de su respeto hacia los niños, y de una vida familiar armoniosa. Su hija recordó que Darwin confiaba en que ninguno de sus hijos creería algo sólo porque lo había dicho él. «Mantuvo una agradable y afectuosa relación con nosotros toda su vida», escribió su hijo Francis. «A veces me sorprende que pudiera mostrarse así con una raza tan poco efusiva como la nuestra; pero confío que supiera lo mucho que nos gustaban sus palabras y sus gestos de afecto... Permitía a sus hijos, cuando eran mayores, reírse con él y de él, y solía hablarnos en términos de perfecta igualdad.»<sup>22</sup>

Muchos se consolaban pensando que en los últimos momentos Darwin renunciaría a sus herejías evolutivas y se arrepentiría. Hoy todavía hay gente piadosamente convencida de que fue precisamente así. Pero Darwin se encaró a la muerte con serenidad y al parecer sin arrepentirse. En su lecho de muerte dijo: «No tengo ningún miedo a morir.»<sup>23</sup>

La familia deseaba enterrarle en su finca de Down, pero veinte diputados del Parlamento, con el beneplácito de la Iglesia de Inglaterra, pidieron que lo enterraran en la Abadía de Westminster, a unos metros de Isaac Newton. Hay que reconocer que en esto la Iglesia de Inglaterra actuó con una gracia consumada. A ti, parecían estar diciendo, que has hecho lo posible para despertar dudas sobre la veracidad de lo que nosotros afirmamos, te reservamos el más alto de los honores; fue una demostración

de respeto por la corrección del error, que es, por lo demás, una característica de la ciencia cuando se mantiene fiel a sus ideales.

## HUXLEY Y EL GRAN DEBATE

Thomas Henry Huxley nació en una familia numerosa, luchadora y conflictiva, de la Inglaterra de 1825, donde la clase dictaba el destino de casi todo el mundo. Su educación oficial se limitó a dos años de enseñanza elemental. Pero tenía un hambre insaciable de conocimientos y una legendaria autodisciplina. A los 17 años, y obedeciendo a un impulso, Huxley participó en un concurso abierto organizado por una universidad local, y recibió la Medalla de Plata de la Sociedad Farmacéutica y una beca para estudiar medicina en el Hospital de Charing Cross. Cuarenta años después era presidente de la Royal Society, por entonces la organización científica más importante del mundo. Realizó contribuciones fundamentales a la anatomía comparada y a otras muchas disciplinas y, de paso, inventó las palabras «protoplasma» y «agnóstico». Dedicó toda su vida a enseñar ciencia al pueblo. (Se sabía que más de un miembro de las clases altas se había puesto vestidos viejos para que le admitieran en las lecciones que impartía a gente trabajadora.) Huxley decía en sus clases que un examen científico y justo de los hechos acabaría con las pretensiones europeas de superioridad racial.<sup>24</sup> Al final de la guerra civil americana escribió que si bien los esclavos ya podrían ser libres, quedaba por emancipar la mitad de la especie humana: las mujeres.\*

Uno de los intereses de Huxley había sido la idea de que todos los animales, incluidos nosotros, éramos «autómatas», robots basados en el carbono, cuyos «estados de conciencia... están causados de modo inmediato por cambios moleculares de la sustancia cerebral».<sup>25</sup> Darwin terminó la última carta que le escribió con estas palabras: «Una vez más, acepte mi cordial agradecimiento, mi querido y viejo amigo. Ojalá hubiera en el mundo más autómatas como usted.»<sup>26</sup>

\* «Se educa a las chicas o bien para que sean esclavas del trabajo o juguetes, siempre por debajo de los hombres; o para que sean una especie de ángeles, por encima de ellos... La posibilidad... de que las mujeres estén hechas... para ser camaradas de los hombres, sus compañeras y sus iguales, en la medida en que la Naturaleza no ponga obstáculos a esa igualdad, no parece haber entrado en las mentes de quienes han tomado las riendas de la educación de las chicas.» Huxley dijo que el primer paso para un mundo mejor era «emancipar a las chicas». No por tener un cerebro en el interior de sus cabezas «caerían menos graciosamente sus cabellos formando bucles sobre ellas».<sup>27</sup>

«Si se me recuerda de alguna manera —dijo Huxley al final de su vida— prefiero que sea como a un hombre que hizo lo que pudo para ayudar a los demás, en lugar de cualquier otro título.»<sup>28</sup> Pero hoy se le recuerda más por haber dado el golpe de gracia en el debate decisivo en el que se impusieron las ideas de Darwin.

El debate entre Huxley y Wilberforce es la gran escena culminante en una imaginaria versión cinematográfica de la vida de Darwin producida en el Hollywood de los años 1930:

*Aparece publicada una pequeña nota en la primera página del Daily Oxonian: «Mañana se celebrará la reunión anual de la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia.» La fecha es el 29 de junio de 1860. La primera página comienza a girar como una ruleta.*

*Fundido para mostrarnos que estamos siguiendo a Robert Chambers (interpretado por Joseph Cotten), un personaje muy imaginativo pero algo turbio, que baja por una calle de Oxford. Otro hombre le da un empujón y cuando él se gira irritado, ve que se trata del mismísimo Thomas Henry Huxley (Spencer Tracy), un hombre belicoso y tan ferozmente convencido de la certeza de la polémica teoría de su amigo Darwin que un día se ganará el apodo de «bulldog de Darwin».*

*Chambers es un pillo y no puede evitar preguntarle a Huxley si asistirá a la conferencia que Drapers pronunciará en la reunión de la Asociación Británica. El título va a ser «El desarrollo intelectual de Europa en relación con las opiniones del señor Darwin». Huxley replica que está demasiado ocupado.*

*Chambers revela maliciosamente a su interlocutor:*

*—El cobista de Sam Wilberforce irá con toda seguridad.*

*Huxley, cada vez más a la defensiva, repite que no desea perder su tiempo.*

*Chambers comenta intencionadamente:*

*—¿Está desertando de la causa, no es así Huxley?*

*Huxley, ofendido, se excusa y se va. Es el día siguiente. Las puertas de la gran sala están abiertas de par en par. El local está atiborrado, pero sólo se oye una voz. La cámara se acerca hasta darnos un severo primer plano del obispo de Oxford, Samuel Wilberforce (George Arliss). Con los dedos en las solapas, se vuelve hacia Huxley (quien, desde luego, está presente a pesar de la supuesta incompatibilidad de horarios) y con estudiada suavidad le pide que se defina:*

*—¿Se considera usted descendiente de mono por parte de abuelo o de abuela?*

*El público, captando el matiz insultante en la palabra «abuela», murmura excitado y dirige su atención hacia Huxley.*

*Huxley, sentado, se vuelve hacia su vecino, le guiña medio ojo y murmura:*

*—El Señor lo ha puesto en mis manos. —Se pone en pie y mirando a Wilberforce a los ojos, contesta—: Preferiría descender de dos simios que ser un hombre y tener miedo a enfrentarme con la verdad.*

*El público no había visto nunca a nadie insultar públicamente y en la cara a un obispo. Estupor general. Las damas se desmayan. Los hombres levantan el puño. Chambers, entre el público, está disfrutando. Pero esperen. Alguien más se pone en pie. Pero si es el vicealmirante Robert FitzRoy (Ronald Reagan), que ha regresado a Inglaterra después de haber sido gobernador de Nueva Zelanda.*

*—Hace treinta años, en el Beagle, ya discutí con Charles Darwin por sus ideas de loco. —Y blandiendo su Biblia exclama—: Esto y sólo esto es el origen de toda verdad.*

*Más gritos.*

*Ahora le toca a Hooker (Henry Fonda).*

*—Sinceramente —dice— conocí esta teoría hace quince años. Por aquel entonces me opuse enteramente a ella; la discutí una y otra vez; pero luego me dediqué sin descanso a la historia natural; en pos suyo viajé por el mundo. Fenómenos de esta ciencia que antes me resultaban inexplicables fueron esclareciéndose uno tras otro gracias a esta teoría; la convicción se fue imponiendo paulatinamente y me convertí, a pesar mío.*

*La cámara sale de la gran sala. Hay un fundido y aparece un primer plano de un pinzón posado sobre la rama de un árbol. Un hombre con barbas (Ronald Colman), de aspecto bondadoso, vestido con capa y sombrero de propietario rural, pero con bufanda a pesar del cálido junio, contempla encantado el ave. Apenas oye la voz de su esposa (Billie Burke), aguda y afectuosa, que le llama desde el caserón:*

*—Charles... CHARLES... Ha llegado Trevor y trae noticias de la reunión de Oxford.*

*Charles lanza una mirada de aprecio al pichón antes de dirigirse finalmente hacia la casa...<sup>29</sup>*

## LA VIDA ES SÓLO UNA PALABRA DE TRES LETRAS

¿Quién conduce la vida por primera vez cuando inicia su viaje?

*Kena Upanishad*  
(siglos VIII a VII a. de C., India)<sup>1</sup>

¿Hay alguien consciente de la mutabilidad?  
Ni siquiera los Budas.

DAITETSU (1333-1408, Japón)<sup>2</sup>

En un rayo de sol, incluso estando el aire inmóvil, podemos ver a veces enjambres de motas de polvo en danza. Se mueven en zigzag como animados, motivados, propulsados por algún propósito pequeño pero muy serio. Algunos de los seguidores de Pitágoras, el filósofo de la antigua Grecia, creían que cada mota tenía su propia alma inmaterial que le decía lo que debía hacer, del mismo modo, pensaban, que cada persona tiene un alma que nos dirige y dice lo que debemos hacer.<sup>3</sup> De hecho, alma en latín es *anima* —y algo parecido en muchas lenguas modernas—, de donde derivan palabras como «animado» y «animal».

En realidad, esas motas de polvo no toman decisiones, no tienen voluntad propia. Son, en cambio, los agentes pasivos de fuerzas invisibles. Son tan diminutas que el movimiento casual de las moléculas de aire las golpea de un lado a otro, predominando ligeramente la tendencia a golpear primero un lado de la mota y luego el otro, y las impulsa por el aire con lo que a nosotros nos parece una mezcla de indecisión e intención. Objetos más pesados, como hilos o plumas, no pueden moverse empujados por colisiones moleculares; si no los arrastra una corriente de aire, se caen.

Los pitagóricos se engañaban. No comprendían el funcionamiento de la materia a nivel de lo muy pequeño, y a partir de un argumento engañoso y excesivamente simple deducían la existencia de un espíritu fantasmal que tiraba de los hilos. Cuando miramos en torno nuestro el mundo vivo, vemos una profusión de plantas y animales, todos ellos aparentemente designados con fines específicos y dedicados de modo exclusivo a sí mismos y a la supervivencia de su descendencia: adaptaciones intrincadas, con una exquisita armonía entre forma y función. Es lógico suponer que alguna fuerza inmaterial, algo así como el alma de

una mota de polvo, pero mucho mayor, explica la belleza, elegancia y variedad de la vida en la Tierra, y que cada organismo está impulsado por su propio espíritu, adecuadamente configurado. Muchas culturas en todo el mundo han llegado a la misma conclusión. ¿Pero podría ser que nosotros, como los antiguos pitagóricos, estuviéramos ignorando lo que realmente sucede en el mundo de lo muy pequeño?

Podemos creer en almas animales o humanas sin aceptar la evolución, y viceversa. Pero si examinamos la vida más detenidamente, ¿podremos tal vez comprender un poco su funcionamiento y el modo en que llegó a ser, puramente en función de sus átomos constituyentes? ¿Hay algo «inmaterial» presente? De ser así, ¿está presente este algo en cada animal y vegetal o sólo en las personas? ¿O la vida no es más que una sutil consecuencia de la física y la química?

Echemos una mirada experta a la forma de una molécula y podremos deducir para qué sirve. Incluso a nivel molecular la función sigue a la forma. Ante nosotros tenemos un plano detallado, de increíble precisión, que permite construir máquinas moleculares complejas. La molécula es muy larga y está compuesta por dos filamentos entrelazados. A lo largo de cada filamento hay una secuencia compuesta de cuatro bloques constructivos moleculares más pequeños, los nucleótidos, que se representan convencionalmente con las letras A, C, G, y T. (Cada molécula de nucleótido parece en realidad un anillo, o dos anillos conectados, compuestos por átomos.) La secuencia se prolonga continuamente sumando miles de millones de letras. Un pequeño segmento podría leerse así: ATGAAGTCGATCCTAGATGGCCTTGCA-GACACCACCTCCGTACCATCACACAGACCTCCT... A lo largo del filamento opuesto hay una secuencia idéntica, pero si en el primer filamento está el nucleótido A, en el segundo estará el nucleótido T, y en lugar de G habrá siempre C. Y viceversa. El resultado es: TACTTCAGCTAGGATCTACCGGAACGTCTGTGGTG-GAAGGCATGGTAGTGGTGTCTGGAGGA... Esto es un código, una secuencia larga de palabras escritas con un alfabeto de sólo cuatro letras. Como en la antigua escritura humana, no hay espacios entre las palabras. Dentro de esta molécula hay instrucciones detalladas escritas en un lenguaje especial de la vida, o más bien, dos copias de las mismas instrucciones detalladas, porque la información de un filamento puede sin duda reconstruirse a partir de la información del otro, una vez descubierta la simple cifra de sustitución. El mensaje es redundante, lo que indica cuidado y conservadurismo; entendemos que lo que se está dicen-

do debe conservarse, debe guardarse como un tesoro, debe transmitirse intacto a las generaciones futuras.

Casi en cada número de publicaciones científicas importantes, como *Science* o *Nature*, se publica la secuencia recientemente descubierta, en notación ACGT, de alguna parte de las instrucciones genéticas de una u otra forma de vida. Estamos comenzando lentamente a leer las bibliotecas genéticas. Estamos revelando también progresivamente la biblioteca de nuestra información hereditaria personal, el genoma humano, pero queda mucho por leer: cada célula de nuestro cuerpo tiene un juego completo de las instrucciones necesarias para fabricarnos, codificado en un formato muy comprimido: se precisa solamente un picógramo (una trillonésima de gramo) de esta molécula para especificar todo lo que hemos heredado de nuestros antepasados, remontándonos hasta los primeros habitantes del mar primitivo. Hay casi tantos bloques constructivos nucleótidos, o «letras», en la información genética microminiaturizada de cada una de nuestras células, como personas en la Tierra.

Todas las palabras del código genético tienen una longitud de tres letras. De modo que si insertamos los espacios implícitos entre las palabras, el principio del primer mensaje escrito más arriba se lee así: ATG AAG TCG ATC CTA GAT GGC CTT GCA GAC ACC ACC TTC CGT ACC... Puesto que sólo hay cuatro tipos de nucleótidos (A, C, G y T), como máximo hay sólo  $4 \times 4 \times 4 = 64$  palabras posibles en este lenguaje. Pero si el orden en que las palabras se colocan es esencial para el significado del mensaje, podemos decir muchas cosas con sólo unas docenas de palabras distintas. ¿Y qué pueden decir mensajes de una longitud de mil millones de palabras cuidadosamente seleccionadas? Sin embargo, debemos leer con cuidado el mensaje, pues no habiendo espacios entre las palabras, si comenzamos a leer en un lugar equivocado un mensaje claro podría reducirse a un completo galimatías. Ése es uno de los motivos de que la molécula gigante tenga palabras de código especiales significando «COMENZAR A LEER AQUÍ», y «PARAR AQUÍ». Si observamos la molécula detenidamente, veremos que de vez en cuando los dos filamentos se desenredan y se separan. Cada filamento hace una copia del otro, utilizando para ello los materiales básicos disponibles ACGT, como si fueran los tipos metálicos de una antigua caja de tipógrafo. Ahora, en lugar de un par, tenemos dos pares de mensajes idénticos. Esta molécula, además de utilizar un lenguaje y representar un texto complejo, codificado con redundancia, es también una prensa tipográfica.

¿De qué sirve un mensaje si nadie lo lee? Al ver las secuencias de ACGT copiar eslabones y repetidores, descubrimos que

son órdenes de trabajo y planos para la construcción de determinadas máquinas-herramienta moleculares. Algunas secuencias son órdenes que se da a sí misma: la molécula gigante debe girar y retorcerse para poder producir un conjunto determinado de instrucciones. Otras secuencias garantizan que las instrucciones se sigan al pie de la letra. Muchas palabras de tres letras indican un aminoácido determinado de fuera de la molécula, en la célula circundante (o un signo de puntuación, como el que significa «COMENZAR») y la secuencia de palabras codificada determina la secuencia de aminoácidos que formarán las máquinas-herramienta proteínicas que controlan la vida de la célula. Una vez fabricada la proteína, suele girar y doblarse adquiriendo una forma tridimensional como un muelle apretado a punto de dispararse. A veces es otra proteína la encargada de doblarla y darle forma. Estas máquinas-herramienta, según un ritmo determinado por la larga molécula de doble filamento y por el mundo exterior, se dedican luego por sí solas a desmontar otras moléculas, a construir moléculas nuevas, a comunicar mensajes moleculares o eléctricos a otras células.

Ésta es una descripción de algunas de las acciones rutinarias y cotidianas de cada una de los diez billones de células de nuestro cuerpo y de las células de casi cualquier otra planta, animal o microbio de la Tierra. Las diminutas máquinas-herramienta realizan asombrosas hazañas de transformación molecular. Son submicroscópicas y están compuestas de moléculas orgánicas, en lugar de ser macroscópicas y de estar compuestas de silicatos o de acero, pero la vida a nivel molecular utilizó y fabricó herramientas desde el principio.

La larga molécula autorreproductora de filamento doble con su complejo mensaje es una secuencia de genes, que parecen las cuentas de un collar.<sup>4</sup> Desde el punto de vista químico, es un ácido nucleico (aquí, del tipo abreviado ADN, que significa ácido desoxirribonucleico). Las bases nucleótidas del ADN se llaman adenina, citosina, guanina y timina, de donde proceden las abreviaturas A, C, G, y T. Recibieron estos nombres mucho antes de que se comprendiera su función esencial en la herencia. La guanina, por ejemplo, se llamó así humildemente por el guano, los excrementos de ave de donde se aisló por primera vez. Es una molécula de anillo doble compuesta de cinco átomos de carbono, cinco de hidrógeno, cinco de nitrógeno y uno de oxígeno. Hay algo así como mil millones de guaninas (y aproximadamente el mismo número de nucleótidos A, C y T) en los genes de cualquiera de nuestras células.

Si se exceptúan algunos microbios excéntricos, la información genética de cada organismo de la Tierra está contenida en



el ADN: un ingeniero molecular con un talento formidable, casi increíble. Una secuencia (muy larga) de ACGT contiene toda la información necesaria para fabricar a una persona; otra secuencia, casi idéntica, permite fabricar a un chimpancé; otras, no demasiado diferentes, fabricarán a un lobo o a un ratón. Las secuencias para fabricar ruiseñores, serpientes de cascabel, sapos, carpas, veneras, forsitias, licopodios, algas y bacterias ya son más diferentes, aunque también todas ellas tienen en común muchas secuencias de ACGT. Un gen típico, que controla un carácter hereditario específico, o contribuye a él, puede tener una longitud de varios miles de nucleótidos. Algunos genes pueden comprender más de un millón de ACGT. Sus secuencias especifican las instrucciones químicas para fabricar, por ejemplo, los pigmentos orgánicos que dan ojos marrones o verdes, o para extraer energía de los alimentos o encontrar al sexo opuesto.

Cómo llegó a nuestras células esta compleja información, y cómo se tomaron las medidas necesarias para copiarlas con precisión y ejecutar con diligencia sus instrucciones equivale a preguntar cómo evolucionó la vida. Cuando se publicó por primera vez *El origen de las especies* no se conocían los ácidos nucleicos, y los mensajes que contenían no iban a descifrarse hasta un siglo más tarde. Estos mensajes constituyen la demostración y los datos definitivos de la evolución que Darwin buscaba. Esparcida por las secuencias ACGT de las diversas formas de vida de nuestro planeta hay una historia incompleta de la evolución de la vida; no de la sangre, los huesos, los cerebros y los demás productos manufacturados de las fábricas genéticas, sino los propios informes de producción, las instrucciones esenciales mismas que varían lentamente a diferentes velocidades en seres y épocas diferentes.

La evolución es conservadora y se resiste a cambiar instrucciones que funcionan, por lo que el código del ADN incorpora documentos —órdenes de trabajo y planos— que se remontan a una lejana antigüedad biológica. Muchos pasajes se han desvanecido. En algunos lugares hay palinsectos en los que asoman los restos de antiguos mensajes, debajo de los mensajes nuevos. De vez en cuando puede encontrarse una secuencia transferida de un lugar diferente del mensaje, cuyo significado adopta un matiz diferente en el nuevo entorno; palabras, párrafos, páginas, volúmenes enteros se han trasladado y reorganizado. Los contextos han variado. Se han heredado las secuencias comunes de tiempos remotos. Cuanto más distintas sean las secuencias correspondientes en dos organismos diferentes, más lejana será su relación.

Éstos no sólo son los anales sobrevivientes de la historia de

la vida, sino también los manuales de los mecanismos del cambio evolutivo. La ciencia de la evolución molecular —cuya antigüedad es de sólo dos decenios— nos permite decodificar el archivo contenido en el centro mismo de la vida terrestre. En esas secuencias están inscritos árboles genealógicos que no se remontan a unas cuantas generaciones, sino que nos llevan casi hasta el origen mismo de la vida. Los biólogos moleculares han aprendido a leerlos y a calibrar la profunda relación de toda la vida terrestre.<sup>5</sup> En ámbitos recónditos de los ácidos nucleicos se apretujan multitud de sombras ancestrales.

Ahora casi podemos seguir el itinerario propuesto por el naturalista Loren Eiseley:

Bajemos la oscura escalera por donde ascendió la raza. Encontrémonos al final en los peldaños inferiores del tiempo, resbalando, patinando, revolcándonos entre escamas y aletas en la inmundicia y el cieno de donde surgimos. Pasemos entre gruñidos y silbidos sordos por debajo del último árbol de helecho. Flotemos ciegos y sordos en las aguas primigenias. Sintamos la luz solar que no podemos ver y extendamos tentáculos sorbedores hacia los sabores vagos que flotan en el agua.<sup>6</sup>

Una secuencia determinada de ACGT dirige la fabricación de fibrinógeno, una sustancia esencial para la coagulación de la sangre humana. Las lampreas se parecen a las anguilas (aunque son parientes mucho más lejanos de nosotros que las anguilas); la sangre circula también por sus venas y sus genes contienen también instrucciones para la fabricación de la proteína fibrinógeno. Las lampreas y las personas tuvieron un último antepasado común hace unos 450 millones de años. Sin embargo, la mayor parte de las instrucciones para crear fibrinógeno humano y fibrinógeno de lamprea es idéntica. La vida no repara lo que no se ha roto. Algunas de las diferencias que existen afectan a la fabricación de piezas de las máquinas-herramienta moleculares que no son demasiado importantes: como si los mangos de dos taladradoras, que por dentro son idénticas, estuvieran contruidos con materiales distintos y fueran de marca distinta.

Damos aquí, para poner otro ejemplo, tres versiones del mismo mensaje,<sup>7</sup> tomados de la misma parte del ADN de una polilla, una mosca de las frutas y un crustáceo: Polilla: CTC GGG CGC GGT CAG TAC TTG GAT GGG TGA CCA CCT GGG AAC ACC GCG TGC CGT TGG... Mosca de las frutas: GTC GGG CGC GGT TAG TAC TTA GAT GGG GGA CCG CTT GGG AAC ACC GCG TGT TGT TGG... Crustáceo: GTC GGG CCC GGT CAG TAC TTG GAT GGG TGA CCG CCT GGG AAC ACC GGG TGC TGT TGG... Com-

paremos estas secuencias y recordemos qué diferente es una polilla de una langosta. Pero estas secuencias no son órdenes para fabricar mandíbulas o pies, que difícilmente podrían ser parecidos en polillas y langostas. Estas secuencias de ADN especifican la construcción de las plantillas moleculares sobre las que se disponen las moléculas nuevas por la acción de las máquinas-herramienta moleculares. Si se baja a este nivel, no es absurdo que las polillas y las langostas puedan tener afinidades más estrechas que las polillas y las moscas de las frutas. La comparación de polillas y langostas sugiere lo lento que es el cambio, lo conservadoras que pueden ser las instrucciones genéticas. Ha pasado mucho tiempo desde que el último antepasado común de polillas y langostas corría por el suelo del abismo primitivo.

Sabemos lo que significa cada una de estas palabras de tres letras formadas por nucleótidos ACGT: no sólo qué aminoácidos codifican, sino también las convenciones gramaticales y lexicográficas que aplica la vida en la Tierra. Hemos aprendido a leer las instrucciones que sirven para fabricarnos a nosotros mismos y a todo lo que existe en la Tierra. Volvamos a las instrucciones «COMENZAR» y «PARAR». En los organismos que no son bacterias hay un conjunto concreto de nucleótidos que determinan cuándo debe comenzar el ADN a crear máquinas-herramienta moleculares, qué instrucciones de la máquinas-herramienta deben transcribirse y a qué velocidad deberá proceder la transcripción. Estas secuencias reguladoras se denominan «promotoras» e «intensificadoras». La secuencia TATA, por ejemplo, aparece justo antes del lugar en que va a producirse la transcripción. Otras promotoras son CCAT y GGGCGG. Hay otras secuencias que ordenan a la célula dónde debe finalizar la transcripción.<sup>8</sup>

Podemos ver que la sustitución de un nucleótido por otro podría tener sólo consecuencias menores; podríamos, por ejemplo, sustituir un aminoácido estructural por otro (en el «mango» de la máquina-herramienta) sin que cambiara en absoluto la función de la proteína resultante. Pero también podría tener un efecto catastrófico: la sustitución de un único nucleótido podría convertir las instrucciones para crear un aminoácido concreto en la señal para detener la transcripción, con lo que sólo se fabricaría un fragmento de la máquina molecular en cuestión y la célula podría tener problemas. Los organismos con estas instrucciones alteradas probablemente dejarán menos descendencia.

La sutileza y los matices del lenguaje genético son asombrosos. A veces parece haber mensajes superpuestos que utilizan las mismas letras en las mismas secuencias pero con diferente significado funcional dependiendo de cómo se leen: tenemos dos textos por el precio de uno. Nada tan inteligente se da en ningún

idioma humano. Es como si un pasaje largo tuviera dos significados completamente diferentes,<sup>9</sup> algo así como: LOBO NI TOCA NI JOROBA y LO BONITO CANIJO ROBA pero mucho mejor; así sucesivamente durante páginas, perfectamente lúcido y gramatical en ambos modos y, según creemos, superior a la habilidad de cualquier escritor humano. Invitamos al lector a que lo intente.

En los organismos «superiores», muchas secuencias largas parecen contener mensajes genéticos sin sentido que no sirven de nada. Se encuentran detrás de un «PARAR» y antes del siguiente «COMENZAR» y generalmente quedan ignoradas, abandonadas, intranscritas. Tal vez algunas de estas secuencias sean restos mutilados de instrucciones que eran importantes, tiempo atrás, para nuestros lejanos antepasados o que incluso eran esenciales para la supervivencia, pero que hoy han quedado anticuadas e inútiles.\* Estas secuencias, al ser inútiles, evolucionan rápidamente: las mutaciones que hay en ellas no hacen daño y la selección no se opone a ellas. Quizá algunas de ellas aún resulten útiles, pero se evocan sólo en circunstancias extraordinarias. En los seres humanos un 97 % de las secuencias ACGT no sirve al parecer para nada. Es el restante 3 % el que nos hace ser lo que somos desde el punto de vista genético.

Similaridades sorprendentes entre las secuencias funcionales ACGT se observan en todo el mundo biológico, similaridades que no podrían darse si no existiera una unidad subyacente y fundamental bajo la aparente diversidad de la vida en la Tierra. Parece claro que esa unidad existe porque cada cosa viva en la Tierra desciende del mismo antepasado de hace cuatro mil millones de años; porque todos somos parientes.

Pero, ¿cómo pudieron haber surgido máquinas de tal elegancia, sutileza y complejidad? La clave de la respuesta es que estas moléculas son capaces de evolucionar. Cuando un filamento está copiando a otro, a veces se produce un error y se inserta una secuencia nueva en un nucleótido equivocado: una A, digamos, en lugar de una G. Algunos son genuinos errores de copia: el mecanismo, por muy bueno que sea, no es perfecto. Algunos son inducidos por un rayo cósmico, por otro tipo de radiación o por

\* La «gh» muda en palabras inglesas como «thought» y «height», o la «k» muda en «knife» o «knight», que antiguamente sonaban, apenas son hoy un vestigio de la evolución del lenguaje. Algo parecido puede decirse del acento circunflejo y la c cedilla del francés que están en camino de ser eliminados, o de las recientes simplificaciones del chino y del japonés. Sin embargo, las secuencias genéticas no funcionales no se reducen a unas cuantas letras dispersas, sino que contienen mucha información anticuada o mutilada, algo así como un relato confuso en antiguo asirio sobre cómo fabricar ejes de carro, incorporado a una información absurda de origen más reciente.

productos químicos del medio ambiente. Una elevación de temperatura podría aumentar ligeramente el número de moléculas que se descomponen, y esto podría conducir a errores. Sucede incluso que una parte del ácido nucleico genera una sustancia que se altera a sí misma, quizá a miles o millones de nucleótidos de distancia.

Errores del mensaje no corregidos se propagan a futuras generaciones. «Se reproducen puros.» Estos cambios en la secuencia de nucleótidos ACGT, incluida la alteración de un único nucleótido, se denominan mutaciones. Las mutaciones introducen un elemento de azar fundamental e irreductible en la historia y en la naturaleza de la vida. Algunas mutaciones ni favorecen ni obstaculizan nada porque, por ejemplo, afectan secuencias largas y repetitivas, que contienen información redundante, o afectan lo que hemos llamado mangos de las máquinas-herramienta moleculares, o afectan secuencias no transcritas entre COMENZAR y PARAR. Muchas otras mutaciones son nocivas. Si estamos fabricando unas máquinas-herramienta extraordinarias y cuando no miramos alguien introduce cambios al azar en las instrucciones informáticas que dirigen su fabricación, no es probable que las máquinas resultantes, construidas de acuerdo con las nuevas instrucciones mutiladas, funcionen mejor que el modelo anterior. Un número suficiente de cambios al azar introducidos en un conjunto complejo de instrucciones causarán graves daños.

Pero por suerte algunos de los cambios fortuitos resultaron ventajosos. Por ejemplo, el carácter del glóbulo rojo falciforme que mencionamos en el capítulo anterior está causado por la mutación de un único nucleótido en el ADN, que a su vez provoca una diferencia de un único aminoácido en las moléculas de hemoglobina que el nucleótido ayuda a codificar; esto a su vez cambia la forma del glóbulo rojo de la sangre, afecta su capacidad para transportar oxígeno y al mismo tiempo acaba matando a los parásitos de plasmodio que contienen aquellas células. Se necesita una sola mutación para convertir una T concreta en una A.

Y, por supuesto, no sólo la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre, sino cada parte del cuerpo, cada aspecto de la vida, recibe las instrucciones de una secuencia determinada de ADN. Cada secuencia es vulnerable a la mutación. Algunas de estas mutaciones pueden causar cambios más radicales que el carácter del glóbulo rojo falciforme, algunas menos. La mayoría son perjudiciales, unas pocas pueden ser útiles, pero incluso éstas pueden representar un trato, un compromiso, como la mutación del glóbulo rojo falciforme.

Éste es un medio principal por el cual la vida evoluciona: explotando imperfecciones en las copias a pesar de su coste. Nos-

tros no lo haríamos así. No parece que lo hubiera hecho así una divinidad dedicada a una creación especial. Las mutaciones no tienen plan, no hay nada detrás suyo que las dirija; su carácter casual parece escalofriante; el progreso, si existe, es de una lentitud agónica. El proceso sacrifica a todos los nuevos seres que ahora, debido a la nueva mutación, están menos adaptados para realizar sus tareas: grillos que no saltan tan alto, aves con alas malformadas, delfines que respiran jadeando, grandes olmos sucumbiendo a la plaga. ¿Y por qué no hay mutaciones más eficaces, más compasivas? ¿Por qué la resistencia a la malaria lleva consigo una contrapartida, la anemia? Quisiéramos pedir por favor a la evolución que llegara ya a su destino y se dejara de tantas interminables crueldades. Pero la vida no sabe a dónde se dirige. No tiene un plan a largo plazo. No tiene una finalidad en mente. No hay mente que abrigue una finalidad. El proceso de la vida es todo lo contrario a la teleología. La vida es derrochadora, ciega, indiferente en este nivel a las nociones de justicia. Puede permitirse despilfarrar multitudes.

Sin embargo, el proceso evolutivo podría no haber llegado muy lejos si la tasa de mutaciones hubiera sido demasiado alta. En un entorno determinado, debe de haber un delicado equilibrio que evite simultáneamente tasas de mutaciones tan elevadas que las instrucciones para las máquinas-herramienta moleculares esenciales queden rápidamente inservibles, y a la vez tasas de mutaciones tan bajas que el organismo sea incapaz de reequiparse cuando los cambios en el entorno externo requieran adaptarse o morir.

Hay una gran industria molecular que repara o reemplaza los ADN dañados o alterados. En una molécula típica de ADN se inspeccionan cada segundo centenares de nucleótidos y se corrigen muchas sustituciones o errores de nucleótidos. Luego se revisan las mismas correcciones y al final sólo queda aproximadamente un error en cada mil millones de nucleótidos copiados. Este nivel de control de la calidad y de fiabilidad del producto pocas veces se consigue, por ejemplo, en la edición de libros, la fabricación de automóviles o la microelectrónica. (Es imposible que un libro corriente con varios centenares de miles de letras no contenga errores tipográficos; y un uno por ciento de fallos es una proporción habitual en las transmisiones de los automóviles fabricados en los EE.UU.; los sistemas de armas militares avanzados suelen estar en proceso de reparación un 10 % de su tiempo.) La maquinaria encargada de la corrección y la revisión actúa en segmentos del ADN que participan activamente en el

control de la química de la célula, y básicamente ignora las secuencias que no funcionan, que en su mayor parte no se transcriben o que son «absurdas».

Las mutaciones no reparadas que se acumulan constantemente en estas regiones del ADN, por lo general silenciosas, podrían provocar, entre otras cosas, cáncer y otras enfermedades si se ignorara el «PARE», se activara la secuencia y se ejecutaran las instrucciones. Los organismos que viven mucho tiempo, como los hombres, dedican una atención considerable a reparar las regiones silenciosas; los organismos de vidas cortas, como los ratones, no lo hacen, y a menudo mueren llenos de tumores.<sup>10</sup> La longevidad está relacionada con la reparación del ADN.

Pensemos en un organismo unicelular primitivo flotando cerca de la superficie del mar primigenio y, por lo tanto, inundado de radiación solar ultravioleta. Un pequeño segmento de su secuencia de nucleótidos dice, por ejemplo: ... TACTTCAGCTAG... Cuando la luz ultravioleta incide en el ADN, a menudo une dos nucleótidos T adyacentes a través de una segunda ruta, lo que impide al ADN ejercer su función codificadora y obstaculiza su capacidad para reproducirse a sí mismo: ... TACTTCAGCTAG... La molécula queda literalmente hecha un lío. Muchos organismos llaman a los equipos de reparación enzimática para que corrijan la avería. Hay tres o cuatro tipos distintos de equipos y cada uno está especializado en reparar un tipo de daño diferente. Los equipos recortan el segmento perjudicial y sus nucleótidos adyacentes (por ejemplo CTTC) y lo sustituyen por una secuencia en buen estado (CTTC). Es una cuestión de máxima prioridad proteger la información genética y garantizar que se reproducirá con gran fidelidad, de lo contrario una mutación casual puede echar a perder rápidamente las secuencias útiles, las instrucciones comprobadas, esenciales para la adaptación del organismo al entorno. Las enzimas de corrección y revisión reparan daños del ADN provocados por diferentes causas, no sólo por la luz ultravioleta. Estas enzimas probablemente evolucionaron muy pronto, en un momento anterior a la formación de la capa de ozono, cuando las radiaciones ultravioletas eran una gran amenaza para la vida en la Tierra. En los primeros tiempos, las propias escuadras de rescate debieron de haber experimentado una dura evolución competitiva. Hoy en día funcionan de modo excelente, siempre que no se sobrepase un determinado nivel de irradiación y de exposición a los venenos químicos.

Las mutaciones ventajosas se producen con tan poca frecuencia que a veces, especialmente en un momento de cambio rápido, quizá convenga que aumente la tasa de mutaciones. En tales circunstancias la selección puede favorecer genes mutadores: es

decir, que las variedades con genes mutadores activos presentan a la selección un menú de organismos más amplio y lo hacen más de prisa. Los genes mutadores no son nada misterioso; por ejemplo, algunos de ellos son los genes que habitualmente se ocupan de la corrección y revisión o de la reparación. Si fracasan en su función de corrección de errores aumentará la tasa de mutaciones. Algunos genes mutadores codifican la enzima polimerasa del ADN, que volveremos a encontrar más adelante. Esta enzima está encargada de copiar con gran fidelidad el ADN. Si ese gen no funciona bien, la tasa de mutaciones puede aumentar rápidamente. Algunos genes mutadores convierten un nucleótido A en un nucleótido G; otros, un C en un T, o viceversa. Algunos borran partes de la secuencia de nucleótidos ACGT. Otros desplazan el marco de lectura y aunque el código genético se lee, como siempre, de tres en tres nucleótidos, el punto de partida está desplazado por un nucleótido, lo que puede cambiar el significado de todo el mensaje.<sup>11</sup>

Esto demuestra un maravilloso talento autorreflexivo. Incluso los microorganismos muy simples tienen este talento. Cuando las condiciones son estables, se da importancia a la precisión de la reproducción; cuando hay una crisis externa que necesita ser atendida, se genera una serie de nuevas variedades genéticas. Podría parecer que los microbios son conscientes de su difícil situación, pero no tienen la más remota idea de lo que está pasando. Los que tienen genes apropiados sobreviven de modo preferente. Los mutadores activos en épocas plácidas y estables tienden a morir. La selección actúa en contra suyo. En épocas de cambios rápidos, también la selección actúa en contra de los mutadores reluctantes. La selección natural produce, evoca, crea un conjunto complejo de respuestas moleculares que superficialmente puede parecer un acto de previsión, la existencia de una inteligencia, de un biólogo molecular magistral que actúa sobre los genes; pero en realidad lo único que hay es un proceso de mutación y reproducción que está en interacción con un entorno externo cambiante.

Dado que las mutaciones favorables se sirven tan lentamente, un cambio evolutivo importante requerirá habitualmente largos periodos de tiempo. Resulta que para ello se dispone de eras enteras. Procesos que son imposibles en un centenar de generaciones podrían ser inevitables en cien millones. «La mente no puede comprender el significado cabal del término un millón o un centenar de millones de años —escribió Darwin en 1844—, y en consecuencia no puede comprender y percibir los efectos



reales de pequeñas y sucesivas variaciones acumuladas casi infinitamente durante muchas generaciones.»<sup>12</sup>

Cuando Darwin escribía, el problema de la escala temporal era muy grave. Lord Kelvin, el físico más importante de fines de la época victoriana, afirmaba con argumentos que el Sol, y por lo tanto la vida en la Tierra, no podía tener más de un centenar aproximado de millones de años (después rebajó esta cifra a treinta millones). El hecho de que presentara un argumento cuantitativo, y su enorme prestigio, intimidó a muchos geólogos y biólogos, Darwin entre ellos. ¿Qué es más probable, preguntó Kelvin,<sup>13</sup> que un argumento físico directo sea erróneo, o que el error sea de Darwin? De hecho no había error en la física de Kelvin, pero sus hipótesis iniciales estaban equivocadas. Kelvin había supuesto que el Sol brilla a causa de la caída sobre él de meteoritos y otros restos. La física de la época de Kelvin no tenía ni idea de la existencia de las reacciones termonucleares; incluso se desconocía la existencia del núcleo atómico. En el primer decenio del siglo xx se continuaba creyendo que la Tierra tenía sólo 100 millones de años, en lugar de 4 500 millones, y que los mamíferos habían suplantado a los dinosaurios hacía sólo 3 millones de años y no 65 millones.

Los críticos de Darwin, basándose en estos conceptos erróneos, sostenían, justificadamente, que si bien la evolución podía actuar en principio, quizá no había tenido tiempo suficiente para conseguir resultados en la práctica.\* En una Tierra creada hacía menos de 10 000 años, era absurdo imaginar que las especies pudieran sucederse unas a otras, que la lenta acumulación de mutaciones pudiera explicar las variadas formas de la vida en la Tierra. La cuestión lógica, no por simple cuestión de fe sino por un imperativo científico, era que cada especie debió de haber sido creada separadamente por el mismo Hacedor que había creado el Universo hacía sólo un momento.

Las olas rompiendo rocas, los vientos transportando polvo de roca, la lava derramándose por las laderas de un volcán: si la Tierra tiene una antigüedad de sólo varios miles de años, estos procesos no pueden haber reformado mucho la faz de nues-

\* Antes de que se inventara el método de la datación radiactiva, los físicos carecían de medios para fijar correctamente las escalas temporales. El hijo de Darwin, George, se convirtió en un importante experto en mareas y gravedad, en parte para refutar la teoría de que la historia de la Luna demostraba que la Tierra era demasiado joven para que hubiera habido tanta evolución biológica. Varios relojes radiactivos distintos encontrados en muestras de la Tierra, la Luna y los asteroides, la abundancia de los cráteres de impacto en cuerpos interplanetarios cercanos y nuestra teoría sobre la evolución del Sol, todo apunta de modo independiente y definitivo a una Tierra de unos 4 500 millones de años.

tro planeta. Pero una mirada superficial a los accidentes geográficos de la Tierra revela profundos cambios. Quien fundándose en la cronología bíblica imaginaba que el mundo se formó hacia el año 4000 a. de C., podía considerarse catastrofista y creer que en la historia primitiva se habían producido cataclismos inmensos, desconocidos en nuestro tiempo, que causaron enormes cambios. El diluvio de Noé, como hemos mencionado ya, fue un ejemplo popular. Sin embargo, si la Tierra tiene 4 500 millones de años, el efecto acumulado de pequeños cambios casi imperceptibles en el transcurso de las eras podría alterar completamente la superficie de nuestro planeta.

Una vez ampliada la escala temporal de la turbulenta historia de la Tierra a miles de millones de años, gran parte de lo que antes había parecido imposible podía explicarse fácilmente como un encadenamiento de sucesos menores: las pisadas de los ácaros, la sedimentación del polvo, las salpicaduras de gotas de lluvia. Si en un año el viento y el agua arrancan y se llevan una décima de milímetro de la cima de una montaña, la montaña más alta de la Tierra puede quedar plana en diez millones de años. El catastrofismo cedió al uniformismo, capitaneado por Lyell en geología y por Darwin en biología. La acumulación de numerosas mutaciones fortuitas era ahora inevitable, ineludible. Los grandes cataclismos quedaron desacreditados y la creación especial se convirtió en una hipótesis redundante e innecesaria, tanto en geología como en biología.

Muchos partidarios del uniformismo negaron que hubiera ocurrido nunca un cambio biológico rápido y violento. T. H. Huxley, por ejemplo, escribió: «No ha habido grandes catástrofes; ningún destructor barrió las formas de vida de un período y las reemplazó por una creación totalmente nueva: pero una especie desapareció y otra ocupó su lugar; a medida que pasaba el tiempo disminuyeron los seres con un tipo de estructura y aumentaron los de otro tipo.»<sup>14</sup> Las teorías modernas le dieron, en general, la razón, por lo menos para la mayor parte de la historia de la Tierra. Pero fue demasiado lejos; evidentemente es posible reconocer la importancia de cambios de fondo lentos y acumulados sin negar por ello la posibilidad de cataclismos mundiales ocasionales.

En los últimos años se ha hecho cada vez más evidente la existencia de catástrofes que barrieron la Tierra y provocaron grandes cambios, tanto en los accidentes geográficos como en la vida. Las importantes discontinuidades en el registro de las rocas a nivel mundial se explican fácilmente por catástrofes de este tipo; y los principales cambios en las formas de vida de la Tierra, producidos en el mismo momento, se consideran de modo natural

como extinciones en masa, épocas de gran mortandad en todo el mundo, de las cuales el pérmico tardío es el ejemplo más importante, y el cretáceo tardío, cuando desaparecieron todos los dinosaurios, el más conocido. En estas ocasiones, nuevos equipos de organismos suplantaban a gran escala ecologías previas. El registro fósil muestra que largos periodos de cambios evolutivos muy lentos están interrumpidos a menudo por intervalos poco frecuentes y episódicos de cambios rápidos, constituyendo lo que Niles Eldredge y Stephen J. Gould llaman «equilibrio puntual». <sup>15</sup> Vivimos en un planeta sobre el que han actuado tanto las catástrofes como el cambio uniforme. La verdad, como sucede en muchos otros casos, reúne extremos aparentemente antitéticos de esta supuesta distinción entre el cambio repentino y el cambio lento y constante.

Este nuevo equilibrio no es un argumento a favor de la creación especial. El catastrofismo es un problema embarazoso para los literalistas bíblicos: sugiere imperfecciones en el diseño o en la ejecución del Plan Divino. Las extinciones en masa permiten a los supervivientes evolucionar rápidamente y ocupar nichos ecológicos que antes les estaban cerrados por la competencia. La laboriosa selección de las mutaciones continúa actuando, con catástrofes o sin ellas. Pero la desaparición de especies, géneros, familias y órdenes enteros de vida, el carácter fortuito de las mutaciones, los errores del mecanismo molecular de la vida y las lentas variaciones evolutivas manifiestas en el registro fósil, de los trilobites, por ejemplo, o de los cocodrilos, revelan una provisionalidad, una vacilación, una indecisión que no parece muy consecuente con el *modus operandi* de un Creador omnipotente, omnisciente y que actúa constantemente.

¿Por qué muchos peces cavernícolas, topos y otros animales que viven en perpetua oscuridad son ciegos o casi ciegos? Al principio la pregunta parece mal planteada, puesto que desarrollar ojos en la oscuridad no supone ninguna ventaja adaptativa. Pero algunos de estos animales tienen ojos, sólo que están debajo de la piel y no funcionan. Otros no tienen ojos en absoluto, aunque anatómicamente está claro que sus antepasados los tuvieron. La respuesta parece ser que todos ellos evolucionaron a partir de seres con visión que se incorporaron a un nuevo y prometedor hábitat: una cueva, por ejemplo, carente de competidores y depredadores. Allí, durante muchas generaciones, no se pagó multa alguna por la pérdida de la visión. ¿Qué importa ser ciego, mientras uno viva en la oscuridad total? La selección no castigará las mutaciones que provocan la ceguera y que deben de estar

produciéndose continuamente (las instrucciones genéticas de la visión pueden tener muchos fallos en el ojo, la retina, el nervio óptico y el cerebro). Un tuerto no goza de ninguna ventaja en el reino de las tinieblas.

Del mismo modo, las ballenas tienen pelvis y huesos de las piernas pequeños, internos y completamente inútiles, y las serpientes tienen vestigios de cuatro pies internos. (En las mambas del África meridional una sola uña de cada miembro rudimentario atraviesa la piel de escamas y queda al descubierto.) Si en vez de caminar nadamos o nos deslizamos, las mutaciones que tienden a atrofiar los pies no pueden perjudicarnos. La selección no se opone a ellas. Podría ser incluso que la selección las favoreciera (los pies pueden molestar cuando bajamos deslizándonos por un estrecho agujero). Si fuésemos un ave en una isla desprovista de depredadores, no nos perjudicaría nada la atrofia constante, generación tras generación, de las alas (hasta que llegaran los marineros europeos y nos mataran a garrotazos).

En todo momento se producen mutaciones que conllevan la pérdida de todo tipo de funciones. Si esas mutaciones no suponen desventaja alguna, acabarán estableciéndose en la población. Algunas pueden ser útiles y despojar al animal de una determinada maquinaria, por ejemplo, que antes servía pero que ya no vale la pena mantener. Debe de haber también cantidades enormes de mutaciones por fallos bioquímicos y otras disfunciones importantes, que producen seres que nunca superan el estado embrionario. Mueren antes de nacer. La selección natural los rechaza incluso antes de que los biólogos puedan examinarlos. Una inexorable y rigurosa criba se está produciendo en torno nuestro. La selección es una escuela de duros reveses.

La evolución es sólo un método de tanteos, pero que estimula los éxitos y los hace proliferar, que extirpa los errores despiadadamente y que dispone de prodigiosas perspectivas temporales para que el proceso pueda desarrollarse a fondo. Si nos reproducimos, mutamos, y reproducimos nuestras mutaciones, tenemos que evolucionar. No hay otra opción. Seguiremos jugando al juego de la vida solamente si seguimos ganando: es decir, si seguimos dejando descendientes (o parientes próximos). Basta una ruptura en el tren de las generaciones para que este individuo y sus secuencias particulares e idiosincráticas de ADN queden condenadas irremisiblemente.

La edición inglesa de este libro está impresa en letras que tienen su origen en el Asia occidental y en una lengua que derivó originalmente de Europa central. Pero esto es solamente un ac-

cidente histórico. El alfabeto podría no haberse inventado en el antiguo Oriente Próximo de no haber existido allí una próspera cultura mercantil que tuvo necesidad de registrar sistemáticamente las transacciones comerciales. El español se habla en Argentina, el portugués en Angola, el francés en Quebec, el inglés en Australia, el holandés en Indonesia, el chino en Singapur, una variante del urdu en Fiji, una variante de alemán en Sudáfrica, y el ruso en las Kuriles debido solamente a una serie casual de acontecimientos históricos, algunos bastante improbables. Si estos acontecimientos hubieran seguido cursos históricos diferentes, hoy en día en esos mismos lugares podrían hablarse otras lenguas. Los idiomas español, francés y portugués se deben a su vez a las ambiciones imperiales de los romanos; el inglés sería muy diferente si los sajones y los normandos no se hubieran sentido atraídos por las conquistas de ultramar, y así sucesivamente. La lengua depende de la historia.

Que un planeta del tamaño de la Tierra sea una esfera y no un cubo, que una estrella del tamaño del Sol emita principalmente luz visible, que el agua sea un sólido y un líquido y un gas en cualquier mundo a la temperatura y presión de la superficie de la Tierra son hechos que derivan fácilmente de unos principios simples de la física. No son verdades contingentes. No dependen de una serie determinada de hechos que podía simplemente haber transcurrido de otro modo. La realidad física tiene permanencia y estabilidad, tiene una regularidad obsesiva, mientras que la realidad histórica tiende a ser inconstante y fluida, menos predecible, menos rígidamente determinada por las leyes de la Naturaleza que conocemos. Algo así como un accidente o azar parece desempeñar una función importante que da la orden de avance a la corriente de los acontecimientos históricos.

La biología es mucho más parecida al lenguaje y a la historia que a la física y la química. El hecho de tener cinco dedos en cada mano, de que la sección transversal de la cola de una célula de esperma humano se parezca tanto a la de una euglena unicelular, de que nuestros cerebros estén formados por capas como una cebolla: todo ello tiene un fuerte componente de accidente histórico. Podemos decir que cuando el tema es sencillo, como en física, es posible deducir las leyes subyacentes y aplicarlas a todas las partes del Universo; pero que cuando el tema es difícil, como en lengua, historia y biología, aunque existen leyes que rigen la Naturaleza, nuestra inteligencia quizá sea demasiado débil para reconocer su presencia: especialmente si lo que se estudia es complejo y caótico, y muy sensible a circunstancias iniciales remotas e inaccesibles. Y así inventamos formulaciones sobre la «realidad contingente» para camuflar nuestra ignoran-

cia. Tal vez haya algo de verdad en este punto de vista, pero no es la verdad completa, porque la historia y la biología recuerdan de un modo que no es propio de la física. Los hombres compartimos una cultura, recordamos lo que nos han enseñado y actuamos en función de ello. La vida reproduce las adaptaciones de generaciones anteriores y retiene secuencias activas de ADN que se remontan a miles de millones de años en el pasado. Sabemos lo suficiente sobre biología e historia para reconocer en ellas un importante componente fortuito, cuyos accidentes están preservados por un sistema de reproducción de alta fidelidad

La polimerasa del ADN es una enzima. Su tarea es ayudar al filamento de ADN a copiarse a sí mismo. La polimerasa misma es una proteína, configurada a partir de aminoácidos y fabricada siguiendo las instrucciones del ADN. De modo que aquí el ADN controla su propia copia. La polimerasa del ADN está ahora en venta en la tienda de productos bioquímicos del barrio. Una técnica de laboratorio, llamada reacción en cadena de polimerasa, permite soltar una molécula de ADN cambiando su temperatura; la polimerasa entonces ayuda a cada filamento del ADN a reproducirse. Cada una de las copias se suelta a su vez y crea otra copia de sí misma.<sup>16</sup> Cada paso de este proceso repetitivo duplica el número de moléculas de ADN. Después de cuarenta pasos tenemos un billón de copias de la molécula original. Por supuesto, cualquier mutación que tenga lugar durante el proceso se reproducirá también. Así pues, las reacciones en cadena de polimerasa permiten simular la evolución en una probeta.\* Algo parecido puede hacerse con otros ácidos nucleicos.

Tenemos en la probeta otro tipo de ácido nucleico, con un filamento único. Se llama ARN (ácido ribonucleico). No es una hélice doble y no tiene que desabrocharse para copiarse a sí mismo. El filamento de nucleótidos puede formar un bucle y cerrarse sobre sí mismo con el rabo en la boca, dando un anillo molecular. O puede tener forma de horquilla u otras formas distintas. En este experimento se encuentra mezclada con otras moléculas

\* La técnica se utiliza también para obtener cantidades mínimas del ADN presente en los restos de organismos antiguos —las bacterias de los intestinos de un mastodonte conservado, por ejemplo— y disponer de suficientes copias para estudiarlo. Incluso se ha dicho que podrían estar conservados en ámbar los restos de un insecto chupador de sangre que picó a un dinosaurio, con lo que algún día podríamos conocer un poco la bioquímica de los dinosaurios o incluso reconstruir o en cierta forma resucitar a dinosaurios extinguidos hace 100 millones de años, aunque esto se discute mucho. Ni en las mejores circunstancias parece que pueda conseguirse pronto.

las de ARN en un poco de agua. Se añaden otras moléculas auxiliares, incluidos los bloques constructivos de nucleótidos que permiten fabricar más ARN. Hay que mimar al ARN, estimularlo y tratarlo con suma delicadeza. Es muy melindroso y su magia funciona sólo en condiciones muy concretas. Pero hace magia. En la probeta no sólo realiza copias idénticas de sí mismo, sino que hace también horas extras aparejando a otras moléculas. Realiza servicios aún más íntimos, ofreciendo una especie de plataforma o lecho marital a moléculas de formas singulares para que puedan unirse y acoplarse. El ARN actúa de plantilla para trabajos de ingeniería molecular. El proceso se denomina catálisis.

Esta molécula de ARN es un catalizador que fabrica copias de sí mismo. Para controlar la química de la célula, el ADN tiene que supervisar la construcción de una clase diferente de moléculas que sirven para todo, las proteínas, y que son las máquinas-herramienta catalíticas a que nos referimos antes. El ADN fabrica proteínas porque no puede catalizarse por sí solo. Sin embargo, ciertos tipos de ARN pueden servir como máquinas-herramienta catalíticas.<sup>17</sup> Crear un catalizador o ser un catalizador nos proporciona el mayor rendimiento con la menor inversión: los catalizadores pueden controlar la producción de millones de otras moléculas. Si fabricamos un catalizador, o si lo somos —si somos el tipo de catalizador correcto—, podemos influir más en nuestro destino.

Imaginemos ahora en estos experimentos de laboratorio que se están realizando en nuestra época que se lleva a cabo la reproducción en probeta de muchas generaciones de moléculas de ARN, con copias más o menos idénticas. Se producirán inevitablemente mutaciones, y mucho más a menudo que en el ADN. La mayor parte de las secuencias de ARN mutadas no dejarán ninguna copia, o sólo pocas copias, porque también aquí los cambios fortuitos de las instrucciones no suelen ser provechosos. Pero de vez en cuando aparece una molécula que mejora su propio proceso de copia. Estos ARN mutantes podrían fabricar copias más de prisa que sus compañeras o hacerlo con mayor fidelidad. Éste sería el tipo de experimento que haríamos si no nos preocupara el destino individual de cada molécula de ARN —un destino que puede despertar sentimientos de admiración pero que raramente provoca simpatía— y si sólo deseáramos el progreso del clan de los ARN. La mayoría de los linajes perecerán. Algunas estarán mejor adaptadas y dejarán muchas copias. Estas moléculas evolucionarán lentamente. La primera cosa viva en los océanos antiguos, hace aproximadamente cuatro mil millones de años, puede haber sido una molécula catalítica de ARN y su pariente cercano, el ADN, sería una refinamiento evolutivo posterior.

En un experimento con moléculas orgánicas sintéticas que no son ácidos nucleicos se descubre que dos especies de moléculas estrechamente relacionadas entre sí fabrican copias de sí mismas a partir de bloques constructivos moleculares suministrados por el experimentador. Estos dos tipos de moléculas cooperan y compiten a la vez: pueden ayudar a la otra a copiarse, pero también necesitan utilizar la misma reserva limitada de bloques constructivos. Cuando se iluminan estas combinaciones submicroscópicas con luz visible ordinaria, se observa que una de las moléculas sufre una mutación convirtiéndose en una molécula algo diferente que reproduce con fidelidad su nuevo rasgo; la molécula hace copias idénticas de sí misma y no de su antepasado anterior a la mutación. Esta nueva variedad resulta ser mucho más apta para crear copias de sí misma que los otros dos linajes hereditarios. El linaje mutante rápidamente compite con lo demás y los supera provocando la caída en picado de su población molecular.<sup>18</sup> Tenemos, pues, en la probeta, copia, mutación, copia de la mutación, adaptación, y —creemos que no exageramos al decirlo— evolución. Éstas no son las moléculas de que estamos hechos. Probablemente no son las moléculas que protagonizaron el origen de la vida. Pueden haber muchas otras moléculas que se reproduzcan mejor y den mejores mutaciones. Pero, ¿qué nos impide considerar que este sistema molecular está vivo?

La Naturaleza ha estado efectuando experimentos similares y aprovechando sus resultados durante cuatro mil millones de años.

Una vez que se han logrado fabricar copias, incluso burdas, se ha dejado suelto por el mundo un motor de enorme potencia. Pensemos, por ejemplo, en ese océano primitivo de la Tierra, orgánicamente rico. Supongamos que soltamos en él a un organismo sencillo (o una molécula sencilla que pueda fabricar copias de sí misma), considerablemente más pequeño que una bacteria actual. Este ser diminuto se divide en dos y lo propio hacen sus descendientes. Puesto que no hay depredadores y que el suministro de alimentos es inagotable, su número crecerá exponencialmente. Este primer ser y sus descendientes tardarían sólo unas cien generaciones en consumir todas las moléculas orgánicas de la Tierra. Una bacteria contemporánea en condiciones ideales puede reproducirse una vez cada quince minutos. Supongamos que en la primitiva Tierra el primer organismo pudiera reproducirse sólo una vez al año. Entonces en sólo un siglo aproximadamente se habría consumido toda la materia orgánica libre del océano entero.



Como es lógico, la selección natural habría intervenido mucho antes del final. La selección podría consistir, por ejemplo, en competir por alimentos con otros individuos de la especie en un océano cuyas reservas de bloques constructivos moleculares preformados irían menguando. Podrían ser moléculas depredadoras: si no vigilas, otro ser te atacará, te despojará de todo, te despedazará y aprovechará tus trozos moleculares para sus siniestros fines.

Podrían necesitarse bastante más de cien generaciones para lograr un progreso evolutivo importante. Pero está claro el poder devastador de la fabricación exponencial de copias: cuando las cantidades son pequeñas, los organismos tienen pocas ocasiones para competir; pero después de una reproducción exponencial las poblaciones son enormes, la competencia es intensa y entra en juego una despiadada selección. Una elevada densidad de población crea circunstancias diferentes y puede provocar respuestas diferentes de estilos de vida más amistosos y alegres que predominan cuando el mundo está menos poblado.

El entorno externo cambia continuamente, en parte debido al enorme crecimiento de la población cuando las condiciones son favorables, en parte debido a la evolución de otros organismos y en parte por el continuo tic-tac del reloj geológico y astronómico. Nunca se logra una adaptación permanente, final u óptima de una forma de vida «al» medio ambiente. Excepto en los entornos más protegidos y estáticos, la cadena de adaptaciones debe de ser infinita. Al margen de lo que pueda uno sentir desde dentro, este proceso puede muy bien calificarse desde el exterior como una lucha por la existencia y una competición entre adultos para garantizar el éxito de su descendencia.

Podemos ver que el proceso tiende a ser accidental y oportunista, sin previsiones, sin un objetivo futuro en perspectiva. Las moléculas en evolución no planifican el futuro; se limitan a producir una corriente constante de variedades, y a veces una de las variedades resulta ser un modelo ligeramente mejorado. Nadie —ni el organismo, ni el medio ambiente, ni el planeta, ni la «Naturaleza»— está meditando el problema.

Esta miopía evolutiva puede traer dificultades. Podría desechar, por ejemplo, una adaptación que será perfectamente apropiada en la próxima crisis ambiental, dentro de mil años (sobre la cual, por supuesto, nadie tiene la menor idea). Pero uno tiene que ir de aquí a allí. El lema de la vida es una crisis cada vez.

## SOBRE LA IMPERMANENCIA

Si viviéramos para siempre, si los rocíos de Adashino nunca se desvanecieran, si el humo del crematorio del Toribeyama nunca se disipara, los hombres apenas sentirían pena por las cosas. La belleza de la vida está en su impermanencia. El hombre es el ser viviente de vida más larga... incluso un año vivido pacíficamente parece muy largo. Sin embargo, para quienes aman el mundo, mil años se desvanecerían como el sueño de una noche.

KENYO YOSHIDA,  
*Ensayos en la ociosidad (1330-1332)*<sup>19</sup>

## NOSOTROS Y ELLOS

«Ea, que no haya disputas entre nosotros... pues somos hermanos.»

Génesis, 13,8

No hay pactos entre leones y hombres.

HOMERO, *La Iliada*<sup>1</sup>

Que la vida se haya originado en la Tierra muchas veces o una sola es un misterio profundo y quizá impenetrable. Por lo que sabemos, debió de haber en su historia millones de callejones sin salida y de falsos comienzos, antiguas genealogías desaparecidas sin que nadie las llorara mientras surgían otras nuevas. Pero parece muy claro que sólo hay un linaje hereditario que conduce a toda la vida que existe hoy en la Tierra. Cada organismo es pariente, es primo lejano, de todos los demás. Esto queda claro cuando comparamos cómo actúan todos los organismos de la Tierra, cómo están contruidos, de qué están hechos, qué lenguaje genético hablan, y especialmente lo parecidos que son sus planos constructivos y sus órdenes de trabajo moleculares. Toda la vida está emparentada.

Remontémonos con los ojos de la imaginación hacia el pasado hasta llegar a los organismos más primitivos. Aquella raza de moléculas capaces de copiarse a sí mismas no podía ser tan refinada y mimada como el ADN o el ARN contemporáneos, que copian y revisan sus mensajes con una maravillosa eficacia, pero que sólo se reproducen en condiciones meticulosamente controladas como las que imponen los organismos modernos. Los primeros seres vivos debieron de haber sido rudimentarios, lentos, descuidados e ineficientes: adecuados sólo para realizar copias burdas de sí mismos y para ponerse en marcha.

En algún momento, probablemente muy pronto, los organismos tuvieron que ser algo más que una simple molécula, por hábil que fuera esa molécula. Necesitaron otras moléculas para que las instrucciones muy precisas se siguieran al pie de la letra y la reproducción se hiciera con gran fidelidad. Las necesitaron para arrancar bloques constructivos de las aguas adyacentes y someterlos a los propios fines; o para convertirlas en las comadronas del proceso de copia, como la polimerasa del ADN; o para

revisar unas instrucciones genéticas recién acuñadas. Pero de nada serviría lo conseguido si estas moléculas auxiliares se perdían luego por el mar. Se precisaba una especie de trampa para tener cautivas a las moléculas útiles. Convendría quizá rodear el organismo con una membrana que actuara como una válvula de dirección única y dejara entrar las moléculas necesarias, pero no las dejara salir... Hay moléculas que hacen precisamente esto, que, por ejemplo, sienten atracción hacia el agua en uno de sus lados, pero en el otro lado sienten repulsión, absoluta repugnancia hacia el agua. Son corrientes en la Naturaleza y tienden a crear esferas pequeñas que son la base de las membranas celulares actuales.

Las células más tempranas, aunque eran capaces simultáneamente de multiplicarse y dividirse, no podían ser conscientes de nada, tal como lo somos nosotros. Sin embargo, tenían ciertos repertorios de comportamiento. Sabían cómo copiarse a sí mismas, cómo convertir las moléculas del exterior, diferentes de ellas, en moléculas interiores que eran ellas. Tenían interés en aumentar la precisión de la copia y la eficiencia del metabolismo. Algunas podían incluso distinguir entre luz solar y oscuridad.

La descomposición de las moléculas tomadas del exterior, es decir, la digestión de los alimentos, sólo puede hacerse con toda garantía paso a paso, controlando cada paso con una enzima determinada y controlando cada enzima con su propia secuencia ACGT, o gen. Los genes, por lo tanto, deben trabajar juntos en exquisita armonía; de lo contrario, ninguno de ellos se propagará en el futuro. Para digerir una molécula de azúcar, por ejemplo, se precisa la acción meticulosamente orquestada de docenas de enzimas, cada una de las cuales ha sido fabricada por un gen determinado y entra en acción donde acaba la última. La deserción de un solo gen de la empresa común puede tener consecuencias desastrosas para todas. Una cadena de enzimas tiene la fuerza de su eslabón más débil. A este nivel, los genes están dedicados de modo exclusivo al bienestar general de su tribu.

Las enzimas primitivas debían discriminar bien, debían tener cuidado en no descomponer las moléculas muy similares que constituían la forma de vida de la que participaban. Si nos digérimos a nosotros mismos —los azúcares que forman parte de nuestro ADN, por ejemplo— no dejaremos muchos descendientes. Si no digérimos lo de fuera, la provechosa reserva de materias primas orgánicas y bienes moleculares acabados, tal vez tampoco dejemos muchos descendientes. Las células de hace 3 500 millones de años debieron de haber poseído algún conocimiento de la diferencia entre «yo» y «tú». El «tú» era más sacrificable

que el «yo». Era un mundo donde el perro se come al perro o, al menos, donde el microbio se come al microbio. Pero cuidado...

Llegó un momento, hace quizá dos o tres mil millones de años, en que un ser pudo ya incorporar a sí mismo otra totalidad. Un organismo se acurrucaba junto a otro, las paredes o membranas de la célula se fruncían alrededor del más pequeño y éste acababa sorbido dentro del más grande. A continuación seguían intentos de digestión, con un éxito variado. Supongamos que somos un organismo unicelular más bien grande de los mares primitivos que engulle de la forma descrita algunas bacterias fotosintéticas: los diminutos especialistas que saben utilizar la luz solar, el dióxido de carbono y el agua para fabricar azúcares y otros hidratos de carbono. Podremos dejar más descendientes si nos agenciamos el azúcar (un bloque constructivo esencial para copiar nuestras instrucciones genéticas y dar energía a todo lo que hacemos) mejor que nuestros competidores.

Pero supongamos también que estas bacterias ingeridas son de un último modelo, resistente e inoxidable y no sucumben a nuestras enzimas digestivas. Estas bacterias creerán haber encontrado la entrada a un paraíso molecular. Nosotros las protegemos de muchos de sus enemigos; somos transparentes y la luz solar brilla dentro nuestro para ellas; y hay mucha agua y dióxido de carbono. Las bacterias siguen realizando su magia fotosintética dentro nuestro. Algunos azúcares salen goteando de su interior y nosotros se lo agradecemos. Algunas bacterias mueren y nosotros podemos utilizar sus moléculas componentes. Otras bacterias prosperan y se multiplican. Cuando llega el momento de reproducirnos, algunas de estas bacterias van a parar al interior de nuestros descendientes. Se ha llegado a un arreglo entre nuestros descendientes y los suyos que no es oficial (porque todavía no está codificado en los ácidos nucleicos), pero que ya es real.<sup>2</sup>

El arreglo beneficia a ambas partes. Las bacterias han montado dentro de nuestro cuerpo un pequeño tenderete de bocadillos, que apenas nos cuesta nada. Nosotros les proporcionamos un entorno estable y protegido (siempre y cuando tengamos cuidado de no digerir a nuestros huéspedes). Al cabo de muchas generaciones, habremos evolucionado y nos habremos convertido en un tipo bastante distinto, con pequeñas centrales verdes de energía fotosintética funcionando en nuestro interior, que se reproducen al mismo tiempo que nosotros, que forman claramente parte de nosotros, pero que son al mismo tiempo bien diferentes. Nos hemos convertido en una sociedad. Al parecer, este proceso se ha dado una media docena de veces o más en la historia de la vida, y en cada caso ha creado un importante grupo de plantas diferente.<sup>3</sup>

revisar unas instrucciones genéticas recién acuñadas. Pero de nada serviría lo conseguido si estas moléculas auxiliares se perdían luego por el mar. Se precisaba una especie de trampa para tener cautivas a las moléculas útiles. Convendría quizá rodear el organismo con una membrana que actuara como una válvula de dirección única y dejara entrar las moléculas necesarias, pero no las dejara salir... Hay moléculas que hacen precisamente esto, que, por ejemplo, sienten atracción hacia el agua en uno de sus lados, pero en el otro lado sienten repulsión, absoluta repugnancia hacia el agua. Son corrientes en la Naturaleza y tienden a crear esferas pequeñas que son la base de las membranas celulares actuales.

Las células más tempranas, aunque eran capaces simultáneamente de multiplicarse y dividirse, no podían ser conscientes de nada, tal como lo somos nosotros. Sin embargo, tenían ciertos repertorios de comportamiento. Sabían cómo copiarse a sí mismas, cómo convertir las moléculas del exterior, diferentes de ellas, en moléculas interiores que eran ellas. Tenían interés en aumentar la precisión de la copia y la eficiencia del metabolismo. Algunas podían incluso distinguir entre luz solar y oscuridad.

La descomposición de las moléculas tomadas del exterior, es decir, la digestión de los alimentos, sólo puede hacerse con toda garantía paso a paso, controlando cada paso con una enzima determinada y controlando cada enzima con su propia secuencia ACGT, o gen. Los genes, por lo tanto, deben trabajar juntos en exquisita armonía; de lo contrario, ninguno de ellos se propagará en el futuro. Para digerir una molécula de azúcar, por ejemplo, se precisa la acción meticulosamente orquestada de docenas de enzimas, cada una de las cuales ha sido fabricada por un gen determinado y entra en acción donde acaba la última. La deserción de un solo gen de la empresa común puede tener consecuencias desastrosas para todas. Una cadena de enzimas tiene la fuerza de su eslabón más débil. A este nivel, los genes están dedicados de modo exclusivo al bienestar general de su tribu.

Las enzimas primitivas debían discriminar bien, debían tener cuidado en no descomponer las moléculas muy similares que constituían la forma de vida de la que participaban. Si nos digérimos a nosotros mismos —los azúcares que forman parte de nuestro ADN, por ejemplo— no dejaremos muchos descendientes. Si no digérimos lo de fuera, la provechosa reserva de materias primas orgánicas y bienes moleculares acabados, tal vez tampoco dejemos muchos descendientes. Las células de hace 3 500 millones de años debieron de haber poseído algún conocimiento de la diferencia entre «yo» y «tú». El «tú» era más sacrificable

que el «yo». Era un mundo donde el perro se come al perro o, al menos, donde el microbio se come al microbio. Pero cuidado...

Llegó un momento, hace quizá dos o tres mil millones de años, en que un ser pudo ya incorporar a sí mismo otra totalidad. Un organismo se acurrucaba junto a otro, las paredes o membranas de la célula se fruncían alrededor del más pequeño y éste acababa sorbido dentro del más grande. A continuación seguían intentos de digestión, con un éxito variado. Supongamos que somos un organismo unicelular más bien grande de los mares primitivos que engulle de la forma descrita algunas bacterias fotosintéticas: los diminutos especialistas que saben utilizar la luz solar, el dióxido de carbono y el agua para fabricar azúcares y otros hidratos de carbono. Podremos dejar más descendientes si nos agenciamos el azúcar (un bloque constructivo esencial para copiar nuestras instrucciones genéticas y dar energía a todo lo que hacemos) mejor que nuestros competidores.

Pero supongamos también que estas bacterias ingeridas son de un último modelo, resistente e inoxidable y no sucumben a nuestras enzimas digestivas. Estas bacterias creerán haber encontrado la entrada a un paraíso molecular. Nosotros las protegemos de muchos de sus enemigos; somos transparentes y la luz solar brilla dentro nuestro para ellas; y hay mucha agua y dióxido de carbono. Las bacterias siguen realizando su magia fotosintética dentro nuestro. Algunos azúcares salen goteando de su interior y nosotros se lo agradecemos. Algunas bacterias mueren y nosotros podemos utilizar sus moléculas componentes. Otras bacterias prosperan y se multiplican. Cuando llega el momento de reproducirnos, algunas de estas bacterias van a parar al interior de nuestros descendientes. Se ha llegado a un arreglo entre nuestros descendientes y los suyos que no es oficial (porque todavía no está codificado en los ácidos nucleicos), pero que ya es real.<sup>2</sup>

El arreglo beneficia a ambas partes. Las bacterias han montado dentro de nuestro cuerpo un pequeño tenderete de bocadillos, que apenas nos cuesta nada. Nosotros les proporcionamos un entorno estable y protegido (siempre y cuando tengamos cuidado de no digerir a nuestros huéspedes). Al cabo de muchas generaciones, habremos evolucionado y nos habremos convertido en un tipo bastante distinto, con pequeñas centrales verdes de energía fotosintética funcionando en nuestro interior, que se reproducen al mismo tiempo que nosotros, que forman claramente parte de nosotros, pero que son al mismo tiempo bien diferentes. Nos hemos convertido en una sociedad. Al parecer, este proceso se ha dado una media docena de veces o más en la historia de la vida, y en cada caso ha creado un importante grupo de plantas diferente.<sup>3</sup>

Hoy en día todas las plantas verdes contienen estas inclusiones, llamadas cloroplastos. Los cloroplastos son todavía bastante parecidos a sus antepasados bacterianos unicelulares de vida libre. Prácticamente todos los pedacitos de verde que hay en el mundo natural se deben a los cloroplastos. Son los motores fotosintéticos de la vida. Nosotros nos enorgullecemos de ser la forma de vida dominante en este planeta, pero estos seres diminutos —discretos, el hésped perfecto— son en cierto modo quienes dirigen la función. Sin ellos, casi toda la vida en la Tierra moriría.

Los cloroplastos hicieron muchas concesiones a sus anfitriones y llegaron con ellos a un pacto eficaz y duradero de colaboración mutua, llamado simbiosis. Cada parte confía en la otra. Sin embargo, es evidente que los cloroplastos son unos recién llegados a la célula. El signo más evidente de su origen separado es la diferencia entre sus ácidos nucleicos y los ácidos nucleicos de las plantas, aunque mucho tiempo atrás todos tuvieron un antepasado común. La señal que identifica su evolución separada y temprana antes de que unieran sus fuerzas con los otros organismos es obvia. El cloroplasto original parece proceder de una bacteria fotosintética muy parecida a las que viven en las comunidades actuales de estromatolitos.<sup>4</sup>

Si miramos estos pequeños seres unicelulares a través del microscopio nos sorprenderá la aparente seguridad que demuestran en sí mismos. Parecen saber con gran certeza cuál es su misión. Nadan hacia la luz o atacan las presas o luchan para escapar de los depredadores. Como son transparentes, podemos ver sus partes internas, el mecanismo de relojería protoplasmático dirigido por el ADN que los hace funcionar. Su capacidad para transmutar los alimentos que encuentran en las moléculas que necesitan y convertirlas en energía, en piezas de recambio o en elementos de la reproducción es propia de la alquimia. Las plantas convierten el aire, el agua y la luz solar en sí mismas no de forma caprichosa, sino siguiendo recetas específicas, la simple transcripción de las cuales llenaría muchos volúmenes de química orgánica y biología molecular. Cada uno de estos seres es sólo una única célula; sin órganos, sin cerebro, sin conversación vivaz, sin poesía, sin elevados valores espirituales, pero aunque no tenga conciencia aparente, puede hacer muchas más cosas en términos químicos que nuestra ostentosa tecnología.

Y hay algo más que ellos pueden hacer y nosotros no. Pueden vivir para siempre. O casi. Estos organismos asexuales, unicelulares, se reproducen por fisión, no fisión nuclear, sino biológica.



Aparece un pequeño surco, una hendidura, que recorre ondeando el centro del organismo. Las partes internas se dividen de modo más o menos equitativo y de pronto tenemos ante nosotros dos organismos en vez de uno. El organismo se ha partido por la mitad. Vemos dos seres más pequeños: cada uno es casi idéntico a su padre soltero y los dos son mellizos genéticamente idénticos entre sí. Cada uno crece rápidamente hasta adquirir tamaño adulto. Luego, el proceso continúa. Aparte de mutaciones extrañas, los descendientes remotos son facsímiles perfectos de sus antepasados. En un sentido real, los antepasados nunca murieron. En ningún punto a lo largo del camino hay cadáveres de padres ancianos. Si no hay accidentes, ni gotas de veneno soltado por otros microbios, ni temperaturas extremas, ni escasez de alimentos, ni encuentros con una ameba grande y malvada, los organismos siguen viviendo y la disgregación lenta y natural de las partes de su cuerpo orgánico queda mitigada o invertida por su frecuente reproducción.

Estos organismos ubicuos, invisibles y tan humildes son inmortales, al menos según los criterios humanos. Hay muchas vicisitudes naturales y es muy probable que no puedan llegar demasiado lejos sin sufrir un desastre u otro. Pero al menos algunos de ellos viven durante más vidas de lo que podría imaginar el más extravagante y crédulo discípulo de la reencarnación o de la «regresión múltiple de la vida». Detenta el récord oficial actual un cultivo de laboratorio del organismo unicelular llamado paramecio, que ya conocen los estudiantes de biología de bachillerato. Se ha alimentado cuidadosamente en la probeta a once mil generaciones sucesivas de paramecio, sin síntomas de senectud ni envejecimiento.<sup>5</sup> (En los hombres, once mil generaciones nos remontarían al alba de nuestra especie.) Si se exceptúa la lenta acumulación de mutaciones, los paramecios del final de esta cadena de generaciones eran genéticamente idénticos a los del comienzo. En cierto modo, el anhelo de inmortalidad, tan característico de la civilización occidental, es el anhelo de conseguir la regresión última al pasado: a nuestros antepasados unicelulares de los hirvientes mares primigenios.

Hemos seguido esta saga sin habernos acercado siquiera a mil millones de años de nuestra época, pero ya en aquella era tan remota habían quedado claramente enunciados muchos de los temas importantes y de las variaciones de la vida actual en la Tierra. Algunos de los fósiles de aquella época tienen una forma indistinguible de la de algunos organismos contemporáneos. El ejemplo de los estromatolitos es el más famoso. Otros fósiles

son enormemente diferentes. Sin duda ha habido a lo largo de las eras un aumento de la complejidad bioquímica que se manifestó en la química de las enzimas, en la fidelidad de copia del ADN y en muchos otros detalles que no pueden captarse en simples fósiles; sin embargo, resulta asombroso que un organismo pueda mantenerse inalterado, aunque sea sólo en los rasgos mayores de su anatomía, durante 3 500 millones de años. Comprobamos de nuevo el impasible conservadurismo de los seres vivos. Y, sin embargo, a veces se producen cambios rápidos y fundamentales. El panorama resultante es un rico menú de adaptaciones candidatas que las mutaciones ofrecen a la selección natural para que las considere. Pero la selección natural sólo se toma en serio estas proposiciones mutantes y experimenta con ellas cuando está bajo pena de muerte (o lo que en la perspectiva evolutiva es lo mismo, bajo la amenaza de no tener descendencia). La Naturaleza no suele fomentar nuevos tipos de vida excepto para introducir toques superficiales. Los cambios se aceptan de mala gana.

Podemos ver la misma clase de moléculas utilizadas una y otra vez con objetivos completamente distintos. Hoy en día, por ejemplo, la misma molécula orgánica compleja se utiliza, con pequeñas variaciones, como pigmento verde que absorbe luz solar en las plantas, como pigmento rojo que transporta oxígeno en el torrente sanguíneo de los animales, como agente que da su color rosa a gambas y flamencos y como enzima de uso amplio que ayuda a extraer suavemente la energía que contiene el azúcar. Esta energía se almacena, para futuras necesidades, en moléculas casi idénticas a los nucleótidos ACGT del código genético. Son moléculas de una versatilidad sorprendente, pero su uso y reciclaje revela que economizar es la forma de vida preferida.

Es como si por cada millón de organismos radicalmente conservadores hubiera un revolucionario empeñado en cambiar algo, un algo generalmente muy pequeño; y como si, por cada millón de estos revolucionarios, sólo uno supiera realmente de qué está hablando: ofrecer un plan de supervivencia bastante mejor que el dominante en aquel momento. Y, sin embargo, la evolución de la vida depende de estos revolucionarios.

Si los microorganismos tienen suficiente alimento se reproducen tan rápidamente que pueden evolucionar en el tiempo transcurrido entre guardarlos en un estante y sacarlos de allí para volverlos a examinar. La velocidad con que las bacterias «adquieren» resistencia a los antibióticos aconseja recetarlos con cautela, sin demasiada frecuencia. El antibiótico generalmente no induce mutaciones adaptativas, sino que actúa como un implacable agente de selección, pues mata todas las bacterias ex-

cepto unas cuantas favorecidas que, por casualidad, son inmunes a la medicina. Las bacterias de esta cepa antes, por algún motivo, no podían competir bien con sus compañeras. El hecho de que las bacterias desarrollen rápidamente resistencia a los antibióticos (o los insectos al DDT) refleja la enorme diversidad de formas y de bioquímicas que se agitan continuamente bajo la superficie del mundo microbiano. Está entablada una guerra encarnizada y continua de medidas y contramedidas entre anfitrión y parásito; en este caso, entre las compañías farmacéuticas que desarrollan nuevos antibióticos y los microbios que desarrollan nuevas cepas resistentes para reemplazar a sus antepasados más vulnerables.

La distinción entre el interior y el exterior, entre yo y tú, nosotros y ellos, es decir una conciencia rudimentaria de uno mismo, estaba bien desarrollada, como hemos dicho, hace ya unos 3 500 millones de años. Si uno tiene la costumbre de comer moléculas orgánicas disueltas en los océanos primitivos, también se acostumbrará a devorar las moléculas con que están contruidos otros seres, porque, en definitiva, son las mismas moléculas. Pero entonces uno tiene que ir con cuidado para no comerse a sí mismo. Es posible que uno no sienta piedad ni compasión por otros organismos, y que estos conceptos no entren en la concepción que un microbio tiene del mundo. Pero uno debe hacer algunas sutiles distinciones. Tal vez sus cloroplastos no le inspiren sentimientos afectuosos, pero si los digiere tendrá problemas. Si la distinción resulta demasiado difícil —si uno no puede distinguir la diferencia entre «yo» y «tú» o si no puede controlar sus enzimas digestivas— dejará menos descendencia, o ninguna. Este proceso todavía actúa sin pensar, quizá actúa sin sentimientos de ningún tipo. Sin embargo, los organismos están empezando a comportarse como si tuvieran querencias, necesidades, preferencias, emociones, impulsos, instintos.

Si uno vive en un grupo no le servirá de nada, ni a los demás ni a él, empezar a comerse a sus compañeros. Uno puede ser un depredador despiadado e implacable, pero también debe tratar con amabilidad a sus parientes y vecinos. Para ello puede bañar sus membranas exteriores con una sustancia química que permita reconocer la especie. Cuando notamos el gusto de esta molécula emanando de otro microbio, nos emocionamos. «Amigo», dice la sustancia química, «hermana». Otras sustancias químicas llevan diferente información. Algunas bacterias producen normalmente sus propios agentes químicos bélicos: antibióticos que son inofensivos para ellos y para otros de su propia cepa, pero

mortíferos para bacterias de cepas diferentes, para bacterias extranjeras. Se ha llegado así a un delicado equilibrio entre la hostilidad hacia el grupo exterior y la cooperación con el grupo interior. Ellos y nosotros. Las primeras modalidades de la xenofobia y el etnocentrismo evolucionaron pronto.

Los carnívoros grandes disfrutan con lo que hacen. (Los carnívoros unicelulares quizá también.) No cazan porque tengan un conocimiento teórico de la nutrición. Cazan, al parecer, porque la caza es una alegría; porque acechar, perseguir, desgarrar, matar, desmembrar y comer son los placeres de la vida; porque el deseo apremiante de cazar es irresistible. Los gatos gordos y los perros perezosos, atiborrados de canapés, tienen sus necesidades gustativas satisfechas, pero en ocasiones oyen una llamada ancestral y depositan orgullosamente a los pies de su ama urbana un ratoncito o una paloma muertos. El circuito del mecanismo es innato; la computadora está preprogramada y unos estímulos apropiados pueden ponerla en marcha. Si la inclinación a la caza no encuentra otra salida, el perro trae una pelota, un palo o un frisbi, y el gato se pelea con una telaraña o ataca un ovillo de lana.

Sin embargo, incluso un ejemplo tan formidable y elegante de un circuito innato como el de una gata cazando a un ratón depende mucho de experiencias pasadas. El psicólogo Z. Y. Kuo<sup>6</sup> demostró con una serie de experimentos clásicos que casi todos los gatitos que habían visto a su madre matar y comer a un roedor acababan haciéndolo ellos también. Pero cuando los gatitos crecían en la misma jaula que una rata, sin haber visto nunca a otro gato matar a una rata, casi nunca mataban ratas ellos mismos. La mitad aproximada de los gatos que crecieron teniendo a una rata por compañera de camada, pero que también vieron a sus madres matar ratas fuera de la jaula, aprendieron a matar, pero tendían a matar sólo el tipo de rata que habían visto matar a sus madres y no el tipo de rata con el que habían crecido. Finalmente, si los gatitos recibían una descarga eléctrica cada vez que veían a una rata, pronto aprendían a no matar ratas, es más, huían de ellas despavoridos.

De modo que un comportamiento fijo tan básico como el programa de depredación de los gatos es maleable. Por supuesto, los seres humanos no son gatos. Sin embargo, podemos llegar a pensar que las experiencias infantiles, la educación y la cultura pueden contribuir mucho a mitigar incluso las tendencias innatas profundas.

El mecanismo de comportamiento que permite cazar y escapar y alterar también estas inclinaciones de conformidad con la experiencia se estaba desarrollando ya en los microbios primitivos.

vos. Los depredadores evolucionaron y se fueron convirtiendo lentamente en modelos más grandes, más rápidos, y más listos, con nuevas opciones (por ejemplo, fingir). Las presas potenciales evolucionaron también y se convirtieron en modelos más grandes, más rápidos y más listos con otras opciones (por ejemplo, «hacerse el muerto»); porque los que no lo hacían eran devorados más a menudo. Se inventaron muchas estrategias y se retuvieron las que daban resultado: camuflaje protector, armadura corporal, tinta o líquidos nocivos expulsados para cubrir una huída, picadas venenosas y explotación de nichos donde todavía no había depredadores: un agujero poco profundo en el suelo oceánico, quizá, o un santuario en un caparazón de concha, o un refugio en una isla o continente no ocupado. Otra estrategia consistía simplemente en producir tantos descendientes que al menos sobrevivieran algunos. Tampoco en tales casos las presas potenciales planearon estas adaptaciones; sucede que después de un tiempo las únicas presas que quedan son las que actúan como si lo hubieran planeado todo. No importa lo buenas que sean las intenciones personales, lo benévolas y contemplativas que sean sus inclinaciones, cuando uno es una presa en potencia la selección natural obliga a adoptar contramedidas.

Hace aproximadamente 600 millones de años, muchos animales multicelulares comenzaron a amurallarse. Aprendieron a realizar obras de ingeniería civil a pequeña escala y rodearon sus cuerpos blandos con cáscaras y caparazones contruidos con roca de silicatos y carbonatos. Se desarrollaron entonces los estilos de vida de almejas, ostras, cangrejos, langostas y muchos otros animales con armaduras, algunos extinguidos hoy en día. Las partes blandas de los animales muertos se descomponen rápidamente, con raras excepciones, y las partes duras o sus marcas sobreviven más tiempo, a veces el tiempo suficiente para que centenares de millones de años después puedan descubrirlas los paleontólogos. Es decir que la evolución de la armadura corporal permitió que estos lejanos seres fuesen conocidos por sus parientes colaterales remotos.

La guerra entre depredador y presa también se extiende al reino de las plantas. Las plantas se cargan de venenos para que los animales pierdan las ganas de comérselas. Los animales desarrollan sustancias químicas de desintoxicación y órganos especiales —el hígado, especialmente— para estar a la altura de las plantas. Lo que a nosotros nos gusta del café, por ejemplo, son las toxinas que esta planta ha desarrollado para evitar que los insectos y los mamíferos pequeños consuman sus granos.<sup>7</sup> Pero nuestros hígados son muy competentes.

Por supuesto los depredadores no necesariamente han de ser

mayores que sus presas. Los microbios de las enfermedades pueden ser formidables depredadores que no sólo atacan y finalmente matan a los organismos que los llevan, sino que se apoderan de sus huéspedes y cambian su comportamiento para contagiar con más microorganismos patógenos a otros huéspedes. Uno de los ejemplos más impresionantes es el virus de la rabia. Cuando el virus se inyecta en el torrente sanguíneo de un perro plácido, amante de las personas, se dirige directamente al sistema límbico del cerebro del perro, donde residen las teclas de control de la agresión. Allí la rabia convierte al pobre animal en un depredador gruñón y malvado que muerde la mano que le da comida. Los animales rabiosos no tienen miedo de nadie: Al mismo tiempo, otros virus de la rabia se dirigen a desactivar los nervios de la deglución, acelerar el mecanismo de producción de saliva e invadir la saliva en grandes cantidades. El perro está furioso, pero sin saber por qué. Se ha convertido en juguete de los virus que lleva dentro y es incapaz de resistir el impulso de atacar. Si el ataque sale bien, los virus de la saliva del perro entran en el torrente sanguíneo de la víctima a través de la herida, y comienzan a apoderarse del nuevo huésped. El proceso sigue su curso.

El virus de la rabia es un brillante guionista. Conoce a sus víctimas y sabe manejarlas. Burla sus defensas, se infiltra, ataca los flancos y desencadena un golpe de estado dentro de seres de un tamaño tan superior al suyo, que podríamos suponerlos invulnerables.\*

Cuando tenemos una gripe o un resfriado común, la tos y los estornudos no son complementos accidentales de la infección, sino elementos bastante esenciales para la proliferación del virus responsable y que están bajo su control. He aquí otros ejemplos de microbios que controlan la situación:

Una toxina producida por la bacteria del cólera inhibe la reabsorción de líquido en los intestinos, y produce una diarrea abundante que propaga la infección... El virus mosaico del tabaco causa un agrandamiento de los poros de las membranas celulares de su huésped de modo que el virus pueda atravesarlos y pasar a células no infectadas... La lombriz del ganado lanar se transmite de modo eficaz de hormigas a ovejas porque impulsa a las hormigas infectadas a encaramarse hasta la punta de una

\* Los seres humanos han evolucionado recientemente. Nuestra disponibilidad a escala mundial como huéspedes de parásitos es muy reciente. Si no lo impiden medidas médicas adecuadas, cabe esperar que en el futuro evolucionen nuevos tipos de microorganismos que nos exploten más ingeniosamente que cualquier virus de la rabia.

hoja de hierba y quedar agarrada a ella sin soltarse nunca. Este mismo parásito induce a los caracoles infectados a arrastrarse hasta lugares expuestos de la playa donde resultan presa fácil para las gaviotas que son el siguiente huésped en el ciclo vital.<sup>8</sup>

Después de muchas generaciones de relación mutua vida-muerte entre depredador y presa se ha establecido una especie de carrera permanente de armamentos. Por cada progreso ofensivo hay una respuesta defensiva, y viceversa. Medida y contra-medida. Pocas veces está alguien completamente seguro.

Algunas presas crecen juntas, pululan juntas, forman bancos, se reúnen en manadas y en bandadas. Están seguras porque son muchas. El más fuerte del grupo puede salir al frente para intentar intimidar al depredador o defenderse contra él. El depredador puede acabar acosado por todo el grupo de animales. Éstos pueden apostar vigías, pueden acordar determinados gritos de alarma y coordinarlos entre sí, y pueden elegirse estrategias de huida. Si las presas son rápidas, pueden correr delante del depredador, ganarle en la carrera y confundirle, o alejarlo de miembros del grupo especialmente vulnerables. Pero la selección también favorece la cooperación entre los depredadores; por ejemplo, un grupo de depredadores ahuyenta a la presa hacia otro grupo que está emboscado. Tanto para la presa como para el depredador, la vida comunitaria puede ser mucho más ventajosa que la soledad.

Para participar en el juego evolutivo y cada vez más intenso de depredador y presa son necesarios complejos repertorios de comportamiento. Cada grupo debe captar a distancia la presencia del otro, y es muy ventajoso sustituir los sentidos locales, como el tacto y el gusto, por sentidos de más largo alcance, como la vista, el oído y la localización por eco. En las cabezas de animales pequeños se desarrolla un talento especial para recordar el pasado. Los genes pueden haber proporcionado algunos medios simples de prepararse ante situaciones peligrosas, como imaginar una posible respuesta a una variedad de circunstancias («haré Z si él hace A; haré Y si él hace B»); pero es muy útil para la supervivencia aplicar ese talento a árboles de contingencias de ramificación más compleja y crear una nueva lógica para necesidades futuras. De hecho, encontrar y devorar a una presa —aunque sea un organismo que no efectúa maniobras de evasión— requiere un depredador con grandes conocimientos, especialmente si el suministro es escaso.

Basar todo nuestro comportamiento en un conjunto preprogramado de instrucciones escritas en el lenguaje ACGT no impone una carga excesiva; siempre y cuando estemos en el mismo

medio ambiente para el que hemos evolucionado. Pero ningún conjunto de instrucciones preprogramadas, por complejo que sea y aunque haya dado muy buen resultado en el pasado, puede garantizar la supervivencia continua si se produce un cambio ambiental rápido. La evolución por selección natural supone un aprendizaje de la experiencia muy remoto, generalizado y casi metafórico. Se necesita algo más. Vale la pena tener un cerebro, especialmente cuando se caza comida, cuando la movilidad es grande y los organismos pueden recorrer entornos muy distintos, cuando las relaciones sociales con nuestra propia especie y las relaciones mutuas entre presa y depredador se vuelven más complejas, cuando se necesita procesar enormes cantidades de información sobre el mundo externo. Con un cerebro podemos recordar experiencias pasadas y relacionarlas con la actual situación difícil. Podemos reconocer al matón que abusa de nosotros y al débil a quien podemos perseguir, la cálida madriguera o la grieta protegida en la roca donde antes nos habíamos refugiado. Uno puede imaginar en momentos críticos soluciones oportunistas para recoger alimentos o cazar o huir. Se desarrollan circuitos neurales para tratar datos, reconocer pautas y prever situaciones peligrosas, que son un primer paso hacia la previsión.

El estilo de evolución de los cerebros —como muchas otras cosas— no suele caracterizarse por un progreso constante. El registro fósil demuestra la existencia de períodos cortos de evolución rápida y radical, que puntúan inmensos períodos de tiempo en que los tamaños de los cerebros apenas cambiaron. Esto parece ser válido tanto para la evolución de los mamíferos primitivos como para la de nuestra propia especie.<sup>9</sup> Parece como si hubiera una concatenación poco frecuente de hechos —quizá cambios en la secuencia del ADN coincidentes con cambios del medio externo— que proporciona una oportunidad adaptativa. Los nuevos nichos ecológicos se llenan rápidamente y durante un largo tiempo la evolución posterior se dedica a consolidar las ganancias. Puede ser muy caro lograr progresos importantes en la arquitectura neural: en la capacidad del cerebro para procesar datos, para combinar información procedente de diferentes sentidos, para mejorar su modelo de la naturaleza del mundo exterior, y para pensar las cosas. Para muchos animales estas capacidades son tan amplias que sus beneficios quizá sólo aparezcan en el futuro lejano, mientras que la evolución está obsesionada por el aquí y el ahora. Sin embargo, resultan adaptativos incluso mínimos progresos del pensamiento. En la historia de la vida se han producido aumentos repentinos del tamaño del cerebro con la suficiente frecuencia para que este hecho permi-



ta deducir por sí solo que la posesión de un cerebro es útil.

Los sentimientos, al menos en los mamíferos, están controlados principalmente por partes inferiores, más antiguas, del cerebro, y el pensamiento por las capas cerebrales exteriores, superiores y de más reciente evolución.<sup>10</sup> Una capacidad rudimentaria para pensar se sobrepuso a los anteriores repertorios de comportamiento programados genéticamente, cada uno de los cuales correspondía probablemente a algún estado interior, percibido como una emoción. Cuando la presa potencial se enfrenta inesperadamente con un depredador, antes de que pueda asomar algo parecido a un pensamiento, experimenta un estado interno que le pone sobre aviso del peligro. Este estado de ansiedad, incluso de terror, comprende un complejo de sensaciones conocidas, que en el caso de los humanos incluye palmas de las manos húmedas, aceleración de los latidos y aumento de la tensión muscular, respiración entrecortada, pelos de punta, náuseas en el vientre, una necesidad apremiante de orinar y defecar, y un fuerte impulso de combatir o de retroceder.\* Puesto que en muchos mamíferos la misma molécula del tipo adrenalina produce el temor, es posible que todos ellos sientan algo bastante parecido. Por lo menos es una primera suposición razonable. Cuanta más adrenalina hay en el torrente sanguíneo, hasta un cierto límite, más temor siente el animal. Es un hecho revelador que se nos pueda hacer sentir artificialmente este conjunto concreto de sensaciones mediante una pequeña inyección de adrenalina, como pasa a veces en el dentista. La adrenalina reduce al mismo tiempo la coagulación de la sangre, lo que constituye otra adaptación útil cuando estamos frente a un depredador. Por supuesto, también es posible que en la visita al dentista generemos algo de nuestra propia adrenalina. El temor tiene que tener algo de emoción. Tiene que ser desagradable.

Si la combinación ojo/retina/cerebro del depredador está preparada especialmente para detectar el movimiento, los repertorios de defensa de la presa incluyen a menudo la táctica de quedarse rígidamente inmóvil, como petrificada, durante largos períodos de tiempo. No es que las ardillas, por ejemplo, o los ciervos comprendan la fisiología de los sistemas visuales de sus enemigos, sino que la selección natural ha establecido una bella resonancia entre las estrategias del depredador y de la presa. El animal atacado puede correr, hacerse el muerto, exagerar su

\* No es difícil ver que todos los componentes de esta respuesta «o lucha o fuga» son adaptativos, que han evolucionado para que podamos superar la crisis. Por ejemplo, la sensación de frío y de vacío en la boca del estómago se debe a que la sangre se redistribuye de la digestión a los músculos.

tamaño, erizar sus pelos y gritar, producir un olor horrible o excreciones acres, amenazar con contraatacar, o intentar una variedad de estrategias de supervivencia útiles, todo ello sin pensamiento consciente. Puede que sólo entonces descubra una ruta de escape o ponga en práctica toda la agilidad mental que posee. Hay dos respuestas casi simultáneas: una, el repertorio hereditario antiguo, universal, comprobado, pero limitado y poco sutil; y la otra, el aparato intelectual recién estrenado y generalmente sin comprobar que, sin embargo, puede inventar soluciones completamente inéditas a problemas actuales apremiantes. Pero los cerebros grandes son una novedad. Cuando «el corazón» aconseja una acción y «la cabeza» otra, la mayoría de los organismos optan por el corazón. Los que tienen los cerebros más grandes a menudo optan por la cabeza. En cualquier caso, no hay garantías.

Los seres vivos, obligados a adaptarse a cada trampa y vericuetto del entorno del que dependen, evolucionan para estar al día. La vida ha ido dando pequeños y concienzudos pasos a lo largo de inmensas perspectivas de tiempo geológico, dejando eliminados por el camino a innumerables organismos ligeramente mal adaptados, y sin quejas ni lamentos la vida se fue volviendo cada vez más compleja y capaz, con su química interior, su forma externa y el menú de comportamientos disponibles. Estos cambios, por supuesto, se reflejan en una correspondiente complicación y riqueza de los mensajes escritos en el código ACGT, hasta el mismo nivel del gen, y de hecho están causadas por ellos. Cuando aparece alguna nueva y espléndida invención —el cartílago óseo como armadura corporal, por ejemplo, o la capacidad para respirar oxígeno—, los mensajes genéticos responsables proliferan por el paisaje biológico a medida que transcurren las generaciones. Al principio nadie tiene estas secuencias determinadas de instrucciones genéticas. Más tarde, numerosos seres en toda la Tierra viven gracias a ellas.

No es difícil imaginar que lo que realmente está pasando es una evolución de las instrucciones genéticas, que las batallas se entablan entre las instrucciones de organismos competidores, y que las instrucciones genéticas controlan la situación, siendo las plantas y los animales poco más que autómatas, o quizá nada más. Los genes se las arreglan para asegurar su propia permanencia. Como siempre, este «arreglo» se hace sin auténtica previsión; se trata simplemente de que las instrucciones genéticas bien coordinadas que por casualidad dan órdenes superiores a las cosas vivas en que habitan crean más cosas vivas motivadas por las mismas instrucciones.

Pensemos de nuevo en los cambios de nuestro comportamiento causados por la incursión de un virus de rabia o de gripe (formado por ácidos nucleicos con una capa de proteínas). Es evidente que nuestros propios ácidos nucleicos ejercen un control mucho más profundo sobre nosotros. Si despojamos a la vida de la piel y las plumas, de las particularidades fisiológicas y de comportamiento, aparece como una copia preferente de unos determinados mensajes de ACGT, en lugar de otros mensajes competidores. La vida es un conflicto de recetas genéticas, una guerra de palabras.

Desde esta perspectiva,<sup>11</sup> las instrucciones genéticas son lo que se selecciona y lo que evoluciona. O bien podríamos decir casi sin equivocarnos que son los organismos individuales, bajo el control riguroso de las instrucciones genéticas, lo que se selecciona y lo que evoluciona. No hay lugar aquí para la selección de grupo, para la idea natural y atractiva de que las especies compiten unas con otras y de que los organismos individuales trabajan conjuntamente para preservar su especie, como los ciudadanos que colaboran juntos para preservar su nación. Los actos de altruismo aparente se atribuyen principalmente a la selección de parentesco. La madre ave se aleja del zorro aleteando despacio, arrastrando un ala como si la tuviera rota, para alejar al depredador de su nidada. Tal vez pierda la vida, pero en el ADN de sus polluelos sobrevivirán múltiples copias de instrucciones genéticas muy parecidas. Hubo primero un análisis de costos y beneficios. Los genes dictan órdenes al mundo exterior de carne y hueso con motivos completamente egoístas, y el verdadero altruismo —sacrificarse por alguien que no es pariente— se considera una ilusión sentimental.<sup>12</sup>

Esto, o algo bastante parecido, se ha convertido en la teoría imperante del comportamiento animal (y vegetal). Su capacidad de explicación es considerable. A nivel humano esta teoría explica cuestiones tan variadas como el nepotismo y el hecho de que es más probable que mueran a causa de malos tratos niños adoptados que niños que viven con sus padres naturales (en los Estados Unidos, por ejemplo, unas cien veces más probable).<sup>13</sup>

La cooperación de las células de los estromatolitos y de otros organismos coloniales puede considerarse egoísta al nivel de los genes, puesto que todos son parientes cercanos. ¿Es egoísta la cooperación del cloroplasto con la célula a la que está unido simbióticamente? La célula que devora sus cloroplastos sufre una desventaja competitiva. Si se abstiene de devorarlos no es porque tenga el más mínimo sentimiento altruista hacia los cloroplastos, sino porque sin ellos se muere. La célula renuncia a los placeres de un banquete de cloroplastos a cambio de un sustan-

cial beneficio futuro. Ejercita la moderación a corto plazo, el comportamiento egoísta. Practica el control de los impulsos. El egoísmo sigue predominando, pero nos damos cuenta de la distinción entre egoísmo a corto y a largo plazo.

Los animales con los que crecen la mayoría de los animales sociales tienden a ser parientes cercanos, y por razones obvias. Cuando uno coopera realiza acciones que superficialmente podrían parecer altruistas pero que están dirigidas de modo natural hacia un pariente cercano y que, por lo tanto, pueden explicarse como selección de parentesco. Un organismo podría renunciar a copiarse a sí mismo, por ejemplo, y dedicar su vida a mejorar las posibilidades de supervivencia y reproducción de parientes cercanos cuyas secuencias de ADN son muy parecidas. Si lo único que cuenta es qué secuencia va a estar ampliamente representada en la vida del futuro, las especies con una cierta tendencia al altruismo podrían prosperar. Pueden contribuir a transmitir gran parte de su información genética, aunque ninguno de sus átomos vaya a parar a los cuerpos de la generación siguiente.<sup>14</sup>

El genetista R. A. Fisher describió el heroísmo como una predisposición que inclina a su portador hacia «una mayor probabilidad de ocuparse en cosas difícilmente conciliables con la vida familiar». Sin embargo, afirma Fisher, el heroísmo en los seres humanos o en otros animales puede aportar una ventaja selectiva al preservar las secuencias genéticas muy parecidas de parientes cercanos y favorecer su transmisión a las generaciones futuras. Éste es uno de los primeros enunciados claros de la selección de parentesco. El sacrificio de los padres por un hijo puede comprenderse con razones semejantes. El héroe o el padre entregado estarán haciendo simplemente lo que consideran «correcto», sin intentar sopesar los beneficios y los riesgos que sus actos acarrearán para el patrimonio genético. Pero, según Fisher, la razón de que se consideren «correctos» es que las familias grandes caracterizadas por una paternidad concienciada y por la abundancia de héroes tienden a salir adelante muy bien.\*

Tal vez los animales estén dispuestos a hacer auténticos sacrificios por parientes próximos, pero no por familiares más lejanos. Planteémoslo así: imaginémonos de noche, profundamente dormidos, sabiendo que nuestros hijos están hambrientos, sin hogar o gravemente enfermos. Para casi todos nosotros, eso es impensable. Pero 40 000 niños mueren cada día a causa del ham-

\* Esto sólo es cierto, claro, para organismos sexuales. Los seres asexuales, que se reproducen dividiéndose en dos, no pueden mejorar la adaptación de sus descendientes mediante el espíritu de autosacrificio.

bre, la falta de atención o las enfermedades evitables. Existen instituciones como el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia que podrían salvar a esos niños: con vacunas contra las enfermedades, con varios céntimos al día en sales y azúcar. Pero no se dispone de ese dinero. Hay otras necesidades que se consideran más apremiantes. Los niños siguen muriendo mientras nosotros dormimos bien. Están lejos. No son nuestros. No digamos ahora que no creemos en la realidad de la selección de parentesco.

Sin embargo, si uno está viviendo entre individuos de su propia especie que no son parientes próximos, le conviene sin duda cooperar con ellos contra un enemigo común. Uno puede aprovechar el comportamiento que la evolución creó para la selección de parentesco y aplicarlo a un grupo de animales que no son parientes próximos para que pueda unirse y sobrevivir.\* Y si el altruismo es uno de nuestros talentos, podríamos muy bien practicarlo incluso con animales de otra especie. Los perros son famosos por arriesgar sus vidas para salvar a personas que sin duda no son sus parientes próximos. Tampoco puede explicar su comportamiento la esperanza de una recompensa futura.

¿Cómo vamos a interpretar los casos bien demostrados de delfines que salvan a personas a punto de ahogarse lanzándolas con el hocico hacia la superficie y empujándolas hacia la costa? ¿Es el delfín incapaz de distinguir al ser humano que se debate de un bebé delfín en peligro? Eso parece muy poco probable; los delfines son observadores muy perspicaces. ¿Y qué podemos decir de los casos de bebés humanos abandonados o extraviados, criados por madres lobas que perdieron sus cachorros; o de los pájaros de una especie diferente que empollan los huevos del cuco? ¿Por qué el conductor se desvía bruscamente para evitar atropellar a un perro en la carretera y de este modo pone en peligro a sus propios hijos que van en el asiento trasero? ¿Y qué pasa con los niños que se precipitan al interior de la casa en llamas para rescatar a un gato? Estos casos de valentía y cuidados dirigidos a otras especies derivan de una selección de parentesco mal dirigida, pero se dan y salvan vidas. ¿No cabría entonces esperar un comportamiento altruista que favorezca mucho más a menudo a otros miembros de la misma especie, aunque no sean parientes cercanos?

\* Los hombres hacen eso de manera rutinaria. Es revelador que los grandes estados multinacionales se llamen la «madre patria». Los dirigentes estimulan el fervor patriótico y la palabra «patriota» procede de la palabra que en griego significa «padre». Era fácil pretender que la nación era una familia, especialmente en las monarquías. El rey distante y poderoso era como muchos padres. Todo el mundo comprendía esta metáfora.

Examinemos dos grupos, uno formado por individualistas implacablemente egoístas, el otro por ciudadanos íntegros dispuestos de vez en cuando a sacrificarse por los demás (aunque éstos no sean parientes próximos). ¿No podemos imaginar una circunstancia en que, ante un enemigo común, el último grupo tenga más éxito que el primero? También tiene inconvenientes obvios el proceder de una comunidad de altruistas estrictos que constantemente sacrifican sus vidas para beneficiar a completos desconocidos. Un grupo de este tipo no duraría mucho, aunque sólo fuera porque cualquier tendencia al egoísmo se extendería rápidamente.

¿Qué sucede si el grupo necesita conseguir un tamaño crítico para poder funcionar? Cuando el número de componentes del grupo está por debajo de un umbral aproximado, ciertas funciones del grupo comienzan a fallar. Por ejemplo, cuanto mayor es el grupo, mayor resultado da acurrucarse juntos para tener calor,<sup>15</sup> o acosar en grupo a un depredador;<sup>16</sup> y por debajo de un determinado tamaño, cada vez hay menos beneficios de grupo. No es difícil imaginar genes completamente egoístas que promuevan el abandono de la cooperación comunitaria: no acosar en grupo a un depredador, por ejemplo, porque podría resultar peligroso. Si estos genes proliferan, llegará un momento en que casi nadie tendrá el valor de acosar a los depredadores y aumentará el peligro para todos. De este modo, por razones a más largo plazo, estrictamente egoístas en el nivel de las instrucciones genéticas, el altruismo a corto plazo puede ser adaptativo y la selección podría favorecerlo, aunque los miembros del grupo no fueran parientes próximos. En comunidades muy unidas además de la selección individual actúa algo muy parecido a la selección de grupo.

Una nueva escuela de biólogos y teóricos de los juegos ha explicado por lo menos igualmente bien y con un ingenio casi exasperante muchos ejemplos aducidos para demostrar la selección de grupo. Algunas explicaciones parecen bastante plausibles, pero no todas. Por ejemplo, cuando un depredador amenaza a un grupo de gacelas de Thomson, quizá una o dos salten trazando en el aire elevados arcos muy llamativos cerca del depredador. La explicación de este acto fundada en la selección de grupo es sencilla: el individuo llama la atención sobre sí mismo y se arriesga a que lo devoren para salvar al grupo. (Pero supongamos que los saltos de exhibición no se hubieran inventado nunca, ¿podría el depredador comerse, de todos modos, a más de una gacela de Thomson? ¿Mueren devoradas con este truco menos gacelas que en otras especies de gacelas que desconocen la maniobra?) La explicación dominante de la teoría de la selección individual

es que la gacela que salta está exhibiendo sus capacidades gimnásticas y recordando al depredador que hay otras gacelas menos atléticas y más fáciles de devorar. La gacela se exhibe por razones puramente egoístas.<sup>17</sup> (Pero entonces, ¿por qué la mayoría de las gacelas de Thomson no saltan cuando hay peligro? ¿Por qué ese egoísmo no se extiende al resto de la manada? ¿Se interesa el depredador alguna vez por una gacela menos visible que la gacela que salta?)

El caso es parecido al de las clásicas ilusiones ópticas: ¿es la figura de un candelabro o de dos caras de perfil?; los mismos datos pueden comprenderse desde dos perspectivas bastante diferentes (aunque tal vez ninguna sea totalmente satisfactoria). Es posible que cada una tenga su propia validez y utilidad.<sup>18</sup> La selección individual y la selección de grupo deben generalmente ir juntas (o, en el discurso científico, tener una gran correlación); de lo contrario, la evolución no se produciría nunca. Podríamos decir que la selección individual debe tener alguna primacía, ya que puede haber individuos sin grupo, pero no a la inversa. Sin embargo, hay muchos animales, entre ellos los primates, que no pueden sobrevivir individualmente sin el grupo.

Creemos que el egoísmo estricto y el altruismo estricto son los extremos mal adaptados de un continuo; la posición intermedia óptima varía con las circunstancias y la selección inhibe los extremos. Si resulta difícil que los genes descubran por sí solos cuál es la combinación óptima para cada circunstancia nueva, ¿no les convendría delegar la autoridad? También para esto se necesitan cerebros. Examinemos de nuevo la selección de parentesco. No importa mucho si las aves, por ejemplo, pueden distinguir bien a los tíos de los primos; esto importa especialmente poco en grupos pequeños donde todos son parientes bastante próximos, y la selección de parentesco actúa en un sentido estadístico, incluso si uno se arriesga ocasionalmente por algún vecino que no es pariente suyo. Para preservar múltiples copias de instrucciones genéticas estrechamente relacionadas tiene sentido aceptar una probabilidad de morir del 40 % y salvar la vida de un hermano (que tiene el 50 % de los genes idénticos a uno); o una probabilidad del 20 % de morir y salvar a un tío o a un sobrino o a un nieto (que comparte un 25 % de los genes); o una probabilidad del 10 % de morir y salvar la vida de un primo carnal (que tiene el 12,5 % de los mismos genes exactos que uno). En tal caso, ¿no podríamos renunciar a los medios que nos permitirían tener otro hijo si así ayudamos a mantener las familias de muchos primos segundos? ¿O donar el 10 % de nuestros ingresos para que un grupito de primos terceros tenga suficiente comida? ¿No valdría la pena abstenerse de unos cuantos artícu-

los de lujo para poder educar a unos primos cuartos? ¿O escribir una carta de recomendación para un primo quinto poco brillante?

La selección de parentesco es también un continuo y sus arcanos cálculos pueden aprobar algunos sacrificios en bien de los miembros más remotos y distantes de nuestra familia. Pero como todos estamos emparentados, estarán justificados algunos sacrificios para salvar a todos los habitantes de la Tierra, y no sólo a los de nuestra propia especie. Aun en sus términos estrictos, la selección de parentesco se extiende mucho más allá de los parientes cercanos. Dos miembros cualesquiera de una pequeña comunidad de primates en estado salvaje suelen tener de un 10 a un 15 % de genes en común<sup>19</sup> (y aproximadamente un 99,9 % de sus secuencias de ACGT en común, puesto que basta la diferencia de un único nucleótido para que un gen, compuesto de miles de nucleótidos, sea diferente de los demás). Es pues bastante probable que un miembro cualquiera del grupo sea padre o hijo o hermano, tío, tía, sobrino, sobrina, o primo carnal o primo segundo de otro. Aunque no se puedan distinguir uno del otro, tiene un sentido evolutivo realizar auténticos sacrificios y aceptar, por ejemplo, un 10 % de probabilidades de morir para salvar la vida de cualquier miembro de la comunidad.

En los anales de la ética de los primates hay algunas historias que suenan a parábola. Por ejemplo, el caso de los macacos, llamados también monos *rhesus*, que viven en agrupaciones de primos estrechamente unidas.<sup>20</sup> Es estadísticamente muy probable que el macaco que uno salva comparta muchos de nuestros genes (suponiendo que uno sea un macaco), por lo tanto está justificado arriesgarse para salvarlo y es innecesaria una fina discriminación de los matices de la consanguinidad. Un experimento de laboratorio<sup>21</sup> consistía en dar comida a unos macacos sólo si tiraban de una cadena y mandaban una descarga eléctrica a otro macaco no emparentado cuyo dolor podían ver perfectamente a través de un espejo transparente en una sola dirección. De lo contrario el animal tenía que pasar hambre. Después de aprender el truco, los monos se negaban con frecuencia a tirar de la cadena; en un experimento, sólo el 13 % lo hizo y el 87, % prefirió pasar hambre. Un macaco estuvo sin comer durante casi dos semanas antes de maltratar a su compañero. Los macacos que habían recibido descargas en experimentos anteriores estaban aún menos dispuestos a tirar de la cadena. La posición social o el sexo de los macacos tenía poco que ver con su negativa a maltratar a otros.

Si nos piden que elijamos entre los experimentadores humanos que ofrecen a los macacos este pacto faustiano y los propios



macacos, dispuestos a sufrir auténtica hambre antes de causar dolor a otros, nuestras simpatías morales no se inclinan hacia los científicos. Pero sus experimentos permiten vislumbrar en seres que no son humanos una santa disponibilidad a sacrificarse para salvar a los demás, incluso a animales con quienes no están emparentados de cerca. De acuerdo con las normas humanas convencionales, estos macacos, que nunca han asistido a la catequesis, que nunca han oído hablar de los Diez Mandamientos, que nunca han tenido que aguantar una clase de educación cívica en la escuela, resultan ejemplares por sus sólidos fundamentos morales y su valiente resistencia al mal. Si las circunstancias se invirtieran, y unos macacos científicos obligaran a seres humanos cautivos a elegir entre las dos opciones, ¿reaccionaríamos del mismo modo?<sup>22</sup> En la historia humana son muy pocas las personas cuyo recuerdo veneramos porque se sacrificaron conscientemente por los demás. Por cada una de ellas, hay muchísimas más que no hicieron nada.

T. H. Huxley comentó que la conclusión más importante que había sacado de sus estudios anatómicos era que toda la vida en la Tierra estaba relacionada entre sí. Los descubrimientos realizados desde su época nos han revelado que toda la vida en la Tierra emplea ácidos nucleicos y proteínas, que todos los mensajes de ADN están escritos en el mismo lenguaje y se transcriben al mismo lenguaje, que seres muy diferentes tienen en común muchas secuencias genéticas, todo lo cual profundiza y amplía la importancia de la conclusión a la que llegó Huxley. No importa dónde creamos que estamos en ese continuo entre altruismo y egoísmo. Con cada velo de misterio que levantemos, nuestro círculo de parentesco se amplía.

Descubrimos las afinidades más profundas entre nosotros y las demás formas de vida en la Tierra no por un sentimentalismo carente de sentido crítico, sino después de realizar un escrutinio científico realista. Pero todos los hombres, por muy diferentes que sean étnicamente, son esencialmente idénticos en comparación con las diferencias que existen entre cualquiera de nosotros y cualquier otro animal. La selección de parentesco es un hecho de la vida, y es muy acentuado en los animales que viven en grupos pequeños. El altruismo está muy cerca del amor. En algún lugar de estas realidades puede haber una ética en germen.

## SOBRE LA IMPERMANENCIA

Pobres mortales, semejantes a hojas, que ora llegan a una ardiente plenitud alimentados con los frutos del campo y luego se desvanecen privados de vida.

HOMERO, *Iliada*<sup>23</sup>

## CUANDO EL FUEGO ERA NUEVO

No soy yo quien lo dice sino el mundo: Todo es uno.

HERÁCLITO<sup>1</sup>

Las plantas verdes generan el oxígeno del aire, lo sueltan a la atmósfera y nosotros, los animales, lo respiramos ávidamente. Muchos microbios, y las propias plantas, lo respiran también. Nosotros, por nuestra parte, espiramos a la atmósfera dióxido de carbono, que las plantas verdes inhalan ansiosamente. Las plantas y los animales viven de los residuos corporales de los demás, en una intimidad profunda que pasa inadvertida. La atmósfera de la Tierra conecta estos procesos entre sí y crea la gran simbiosis entre plantas y animales. Hay muchos otros ciclos que unen un organismo con otro y en los que interviene el aire: ciclos de nitrógeno, por ejemplo, o de azufre. La atmósfera pone en contacto a seres de todo el mundo; establece en el planeta otro tipo de unidad biológica.

La Tierra empezó con una atmósfera que carecía prácticamente de moléculas de oxígeno. Cuando hace 3 500 millones de años o más aparecieron bacterias y otros organismos unicelulares, algunos de ellos recogieron la luz solar y descompusieron moléculas de agua en la primera etapa de la fotosíntesis. Estos organismos vertieron al aire el oxígeno, el gas de desecho del proceso como si vaciaran una alcantarilla al mar. Los organismos fotosintéticos proliferaron con una decidida independencia, porque pudieron prescindir de las fuentes no biológicas de materia orgánica. Cuando el número de organismos fotosintéticos llegó a ser enorme, el aire se llenó de oxígeno.

Pero el oxígeno es una molécula peculiar. Respiramos oxígeno, dependemos de él, sin él morimos y naturalmente nos merece una buena opinión. Si tenemos un problema respiratorio, queremos más oxígeno, oxígeno más puro. Asociamos muchos aspectos de nuestra naturaleza con la respiración, como recuerdan algunas palabras modernas derivadas de este acto: inspirar, aspirar, suspirar, conspirar, transpirar, expirar, y proverbios latinos, como *Dum spiro, spero*, mientras respiro, tengo esperan-

zas. La palabra «espíritu» en todas sus encarnaciones, como espiritual, espiritado, espíritu de vino, es de la misma familia. Nuestra obsesión por la respiración procede en definitiva de consideraciones de eficiencia energética: el oxígeno que respiramos nos permite extraer energía de los alimentos con una eficiencia diez veces superior a la de la levadura; por ejemplo: la levadura sólo sabe fermentar, es decir descomponer el azúcar en algún producto intermedio como el alcohol etílico, en lugar de llegar hasta el final y convertir el azúcar en dióxido de carbono y agua.\*

Pero un tronco candente o un carbón ardiendo nos recuerdan que el oxígeno es peligroso. Con sólo un pequeño estímulo, puede arruinar la estructura intrincada y de laboriosa evolución de la materia orgánica, dejando apenas algunas cenizas y un soplido de vapor. Una atmósfera de oxígeno, aunque no reciba calor, provoca oxidación, que corroe y desintegra lentamente la materia orgánica. Incluso materiales mucho más duros, como el cobre o el hierro se manchan y se corroen con el oxígeno. El oxígeno es un veneno para las moléculas orgánicas y sin duda era venenoso para los seres de la antigua Tierra. Su introducción en la atmósfera desencadenó una importante crisis en la historia de la vida: el holocausto del oxígeno. La existencia de organismos que pierden el aliento y mueren asfixiados al exponerlos a una bocanada de oxígeno parece una idea extraña contraria a la intuición, como la malvada bruja del oeste en *El Mago de Oz* que cuando le cayó un poco de agua encima se fundió hasta desaparecer. Es una versión exagerada del refrán: «Lo que es carne para uno, para otro es veneno.»\*\*

O uno se adaptaba al oxígeno, o se escondía de él o moría. Muchos organismos murieron. Algunos se resignaron a vivir en el subsuelo, o en fangos marinos o en otros ambientes inaccesibles al mortífero oxígeno. Hoy en día, todos los organismos más

\* Las industrias de la cerveza, el vino y los licores explotan esta imperfección bioquímica cuando fabrican lucrativamente esta droga aditiva y peligrosa, cuya fórmula es  $C_2H_5OH$  (C representa el átomo de carbono, O el de oxígeno y H el de hidrógeno). Millones de personas en todo el mundo mueren cada año a causa de las bebidas alcohólicas. O visto de otro modo, las bacterias y levaduras de fermentación han estado explotando a los destiladores puesto que han conseguido que cuiden de su crecimiento y reproducción en todo el mundo a escala industrial, sólo porque nos encanta perder los sentidos consumiendo desechos microbianos. Si ellos pudieran hablar, quizá presumirían de haber conseguido domesticar astutamente a los hombres. Las levaduras también colonizan partes oscuras, húmedas y con escaso oxígeno del cuerpo humano, otra forma de aprovecharse de nosotros.

\*\* Heráclito, el filósofo de la Antigua Grecia, puso otro ejemplo: «El mar es el agua más pura y más contaminada: para los peces es potable y conserva sus vidas; para los hombres, es imbebible y mortífera.»<sup>2</sup>

primitivos —es decir, los organismos cuyas secuencias genéticas están menos relacionados con el resto de nosotros— son microscópicos y anaeróbicos; prefieren vivir, o se ven obligados a vivir, donde no hay oxígeno. Actualmente la mayoría de los organismos de la Tierra se llevan bien con el oxígeno. Han elaborado mecanismos que reparan los daños químicos que causa el oxígeno cuando se utiliza, con la debida cautela y guardando una cierta distancia molecular, para oxidar los alimentos, extraer energía y hacer funcionar al organismo con gran eficiencia.

Las células humanas, como muchas otras células, tratan con el oxígeno dentro de una fábrica molecular especial, prácticamente cerrada, llamada mitocondrio, especializada en el contacto con este gas venenoso. La energía extraída por la oxidación de los alimentos se almacena en moléculas especiales y se transporta con cuidado a centros de trabajo repartidos por toda la célula. Los mitocondrios tienen su propio tipo de ADN que forma aros de nucleótidos ACGT en lugar de las hélices dobles, con instrucciones que parecen a primera vista diferentes de las que dirigen la propia célula. Pero su parecido con el ADN de los cloroplastos es suficiente para demostrar que los mitocondrios habían sido también organismos de vida libre parecidos a las bacterias. Es de nuevo evidente la función esencial de la cooperación y la simbiosis en la evolución temprana de la vida.

Afortunadamente para nosotros, se inventaron soluciones bioquímicas a la crisis del oxígeno. De lo contrario, quizá hoy en día la única vida en la Tierra, aparte de las plantas fotosintéticas, estaría resbalando por el fango y chupando alimento de las chimeneas termales de las profundidades abisales. Nos enfrentamos al reto y lo superamos; pero con el enorme coste de la desaparición de nuestros antepasados y parientes colaterales. Estos hechos demuestran que la vida carece de una capacidad de previsión o de una sabiduría innatas que le impida cometer errores catastróficos, a corto plazo al menos. Estos hechos demuestran también que mucho antes de aparecer la civilización la vida estaba produciendo a gran escala residuos tóxicos, y que pagó caro ese error de cálculo.

Si las cosas hubieran ido de otro modo, tal vez toda la vida en la Tierra se habría extinguido por un descuido bioquímico de este tipo. O quizá algún devastador impacto de asteroide o cometa habría eliminado a todos aquellos vacilantes y torpes microbios. Entonces, como hemos dicho, las moléculas orgánicas —tanto las sintetizadas en la Tierra como las caídas de los cielos— podrían haber llevado a un nuevo origen de la vida y a un futuro evolutivo diferente. Pero llega un día en que los gases que emiten los volcanes y las fumarolas ya no son ricos en

hidrógeno y no es fácil crear moléculas orgánicas con ellos. La causa de ello es, en parte, la propia atmósfera de oxígeno, que oxida estos gases. También hay un momento en que las moléculas orgánicas extraterrestres llegan con tan poca frecuencia que su aportación de materia a la vida resulta insuficiente. Parece que ambas condiciones se cumplieron hace dos o tres mil millones de años. Si después de ello se hubiesen extinguido todos los organismos vivos, no podría haber surgido una nueva vida. La Tierra habría seguido siendo un mundo yermo y desolado hasta el futuro remoto, hasta la misma muerte del Sol.

Por aquel entonces, hace unos dos mil millones de años o un poco más, la cantidad de oxígeno en la atmósfera de la Tierra —que sin duda había ido aumentando constantemente en relación con eras geológicas precedentes— comenzó rápidamente a aproximarse a su abundancia actual. (En el aire de nuestros días, una de cada cinco moléculas es  $O_2$ .)

La primera célula eucarionte evolucionó un poco antes. Nuestras células son eucariontes, que en griego significa, más o menos, «con núcleos buenos» o «con núcleos verdaderos». Nosotros, los chauvinistas humanos, como es habitual, admiramos estas células porque son las nuestras. Pero son células que tuvieron mucho éxito. Las bacterias y los virus no son eucariontes, pero las flores, los árboles, los gusanos, los peces, las hormigas, los perros y las personas sí; todas las algas, los hongos y los protozoos, todos los animales, todos los vertebrados, todos los mamíferos, todos los primates. Una de las distinciones esenciales de la célula eucarionte es que el mecanismo rector, el ADN, está separado y encapsulado en un núcleo celular. Dos filas de murallas, como en un castillo medieval, la protegen del mundo exterior. Unas proteínas especiales unen y retuercen el ADN, envolviéndolo y apretándolo, de tal modo que una hélice doble cuya longitud desenrollada sería aproximadamente de un metro queda comprimida dentro de una pequeña cámara submicroscópica en el corazón de la célula. Quizá una causa de la evolución del núcleo —en los ambientes ricos en oxígeno de los organismos fotosintéticos— fue proteger al ADN del oxígeno mientras los mitocondrios estaban explotándolo activamente.

Cada doble hélice larga de ADN se llama cromosoma. Los hombres tienen 23 pares de cromosomas. El número total de nucleótidos ACGT en nuestras instrucciones hereditarias de filamento doble es de unos 4 000 millones de pares de letras. La información contenida equivale aproximadamente a mil libros diferentes con el tamaño y la calidad de impresión del que usted

está leyendo en este momento. Si bien las variaciones de una especie a otra son considerables, las cifras son similares para muchos otros organismos «superiores».

Esas mismas proteínas que rodean al ADN (fabricadas ellas mismas, por supuesto, siguiendo las instrucciones del ADN) son las que se ocupan de activar y desactivar los genes, mediante un proceso que consiste en parte en destapar y tapar el ADN. En momentos determinados, la información de los nucleótidos ACGT del ADN que queda al descubierto hace copias de ciertas secuencias y las envía en forma de mensaje desde el núcleo al resto de la célula; en respuesta a las órdenes de estos telegramas se fabrican nuevas máquinas-herramienta moleculares: las enzimas. Estas enzimas controlan a su vez todo el metabolismo de la célula y todas sus relaciones con el mundo exterior. Como en el juego infantil del «teléfono» —en que cada jugador susurra al oído del siguiente el mensaje que le ha llegado—, cuanto más larga es la secuencia de relevos, más probable es que se distorsione el contenido del mensaje.

El resultado se parece a un reino con un monarca que vive distante, aislado y protegido dentro del núcleo, el ADN. Los cloroplastos y los mitocondrios son ducados orgullosamente independientes cuya continua cooperación es esencial para el bienestar del reino.\* Todos los demás habitantes, todas las demás moléculas o complejos de moléculas que trabajan para la célula tienen por única misión obedecer escrupulosamente las órdenes. Hay que tener mucho cuidado para que ningún mensaje se extravíe o se interprete mal. De vez en cuando, el ADN delega las decisiones a otras moléculas, pero generalmente cada máquina del taller celular está bien controlada.

Sin embargo, incluso los obreros moleculares ordinarios de la célula piensan muchas veces que su monarca parece un deficiente mental que dicta decretos incomprensibles y absurdos. Como ya hemos dicho, la mayor parte del ADN del hombre y otros organismos eucariontes es un galimatías genético que las instrucciones de EMPEZAR y PARAR ignoran debidamente, como si fueran los prudentes ayudantes de un presidente loco. Montones in-

\* El código genético del mitocondrio es sólo un poco distinto del del núcleo; como si hubiera evolucionado de modo que el ADN del núcleo no pudiera dar órdenes al mitocondrio y esto fuera un signo de independencia. Por ejemplo, AGA es la orden de «PARAR» para los ácidos nucleicos del mitocondrio, pero para los ácidos nucleicos del núcleo de la célula, AGA es el código de un aminoácido concreto, la arginina.<sup>3</sup> Los mitocondrios ignoran tranquilamente las instrucciones procedentes de la capital, que para ellos son generalmente tonterías con algún pasaje lúcido muy de vez en cuando; los mitocondrios obedecen las órdenes de su propio cabecilla feudal, el ADN del mitocondrio.

mentos de incoherencias van precedidas solícitamente por el amable aviso «SE AVECINAN TONTERÍAS. POR FAVOR, IGNÓRELAS», y seguidas por el mensaje, «FIN DE LAS TONTERÍAS». A veces el ADN entra en un tartamudeo frenético en el que se repiten una y otra vez las mismas demencias. Por ejemplo, la secuencia AAG de la rata canguro del sudoeste de los Estados Unidos se repite 2 400 millones de veces, una detrás de otra; la secuencia TTAGGG, 2 200 millones de veces; y la secuencia ACACAGCGGG, 1 200 millones de veces. La mitad completa de todas las instrucciones genéticas de la rata canguro son estos tres trabalenguas.<sup>4</sup> Se ignora si la repetición desempeña alguna función; tal vez refleja luchas mortíferas para hacerse con el poder de diferentes complejos de genes dentro del ADN. Pero existe un elemento en la vida de la célula eucarionte que parece un poco una farsa y que contrasta con la precisión de las tareas de copia y reparación y con la metódica conservación de las secuencias del ADN de eras pasadas.<sup>5</sup>

Hace unos dos mil millones de años, parece que varios linajes hereditarios diferentes de bacterias comenzaron a tartamudear y a realizar una y otra vez copias completas de parte de sus instrucciones hereditarias. Esta información redundante empezó luego a especializarse paulatinamente y, con una desesperante lentitud, las tonterías evolucionaron hasta adquirir sentido.<sup>6</sup> Pronto surgieron repeticiones parecidas en los eucariontes. Durante largos períodos de tiempo estas secuencias redundantes y repetidas experimentaron sus propias mutaciones, y antes o después aparecerían por casualidad entre ellos pasajes cortos y poco frecuentes que comenzaban a tener sentido, que eran útiles y podían adaptarse. El proceso es mucho más fácil que el clásico experimento mental en que unos monos aporrean sin parar las teclas de una máquina de escribir hasta que salen las obras completas de William Shakespeare. Aquí, incluso la introducción de una nueva secuencia muy corta —representada sólo por un signo de puntuación, por ejemplo— podría aumentar las posibilidades de supervivencia del organismo en un entorno cambiante. Además está actuando la criba de la selección natural, lo que no sucede con los monos y sus máquinas de escribir. Las secuencias que se adaptan ligeramente mejor se copian de modo preferente (para seguir con la metáfora, serían las secuencias que se acercaría más, aunque sólo fuera ligeramente, a la prosa de Shakespeare, por ejemplo, para empezar, un «SER O», inmerso en el galimatías general). Se empieza con secuencias sin sentido que cambian al azar, pero los trozos accidentales con sentido se conservan y se copian muchas veces. Al final se tiene una cantidad considerable de secuencias con sentido. El secreto del



proceso está en recordar las secuencias que funcionan. En la época del origen de la vida debió de haberse producido en los primeros ácidos nucleicos una de estas operaciones de creación de significado a partir de secuencias casuales de nucleótidos.

El biólogo Richard Dawkins realizó un revelador experimento informático análogo a la evolución de una secuencia corta de ADN. Dawkins comenzó con una secuencia cualquiera de las 28 letras del idioma inglés (los espacios se cuentan como letras): WDLTMNLT DTJBKWIRZREZLMQCO P. La computadora copia repetidamente este mensaje sin sentido. Sin embargo, en cada repetición existe una cierta probabilidad de mutación, de que una de las letras cambie casualmente. También se simula la selección, porque la computadora está programada para retener las mutaciones que acercan la secuencia de letras, aunque sea muy poco, a un objetivo seleccionado previamente, hacia una determinada secuencia de 28 letras muy diferente. Como es lógico, la selección natural no tiene en mente ninguna secuencia final ACGT, pero el resultado a que se llega al copiar preferentemente secuencias que mejoran la capacidad del organismo, aunque sea un poco, es el mismo. La secuencia de 28 letras de Dawkins, arbitrariamente elegida, hacia la que iba dirigida su selección, era: METHINKS IT IS LIKE A WEASEL.

«Me parece que es como una comadreja», dice Hamlet fingiéndose loco, y bromeando con Polonio.

En la primera generación se produce una mutación en la secuencia aleatoria que cambia la «K» de DTJBKW... por una «S». No es mucho. En la décima generación se lee: MDLDMNLS ITJISWHRZREZ MECS P, y en la vigésima MELDINLS IT ISWPRKE Z WECSEL. Después de 30 generaciones, tenemos: METHINGS IT ISWLIKE B WECSEL, y tras 41 generaciones, llegamos a la frase buscada.

«Existe una gran diferencia... —dice Dawkins— entre la selección acumulativa (en la que cada mejora, por pequeña que sea, sirve de cimiento para una edificación futura) y la selección de paso único (en que cada «intento» es totalmente nuevo). Si el progreso evolutivo hubiera tenido que basarse en la selección del paso único, nunca habría llegado a ninguna parte.»<sup>7</sup>

Podría pensarse que cambiar las letras al azar no es una manera eficaz de escribir un libro. Pero no sucede lo mismo si hay un enorme número de copias, cada una de las cuales cambia ligeramente de generación en generación, y compara constantemente las nuevas instrucciones con las exigencias del mundo exterior. Si tuviéramos que escribir los tomos de instrucciones contenidos en el ADN de la especie dada, podríamos imaginar que basta con sentarnos y escribir todas las instrucciones de cabo

a rabo para decir a la especie lo que debe hacer. Pero en la práctica somos totalmente incapaces de ello, y el ADN también. Queremos subrayar de nuevo que el ADN no tiene la más remota noción *a priori* de qué secuencias son adaptativas y cuáles no. El proceso evolutivo no es totalmente competente, ni previsor, ni capaz de evitar las crisis, ni actúa de arriba abajo. Al contrario, es más bien experimental, calcula a corto plazo, sólo es capaz de mitigar las crisis y actúa de abajo arriba. Ninguna molécula de ADN es tan sagaz que pueda conocer las posibles consecuencias de cambiar un segmento del mensaje por otro. La única manera de estar seguro es probarlo, guardar lo que funciona y trabajar con ello.

Cuanto mejor sepa uno cómo actuar, más avanzado está y cabría pensar que tiene mayores posibilidades de sobrevivir. Pero las instrucciones de ADN para crear un ser humano comprenden unos 4 000 millones de pares de nucleótidos, y los de una ameba común unicelular contienen 300 000 millones de pares de nucleótidos. Nada indica que las amebas estén cien veces más «adelantadas» que los hombres, aunque hasta la fecha sólo se han oído a los representantes de una parte. También en el caso de la ameba algunas de las instrucciones genéticas, o quizá la mayoría, deben de ser redundancias, tartamudeos, incoherencias imposibles de transcribir. De nuevo vislumbramos profundas imperfecciones en el corazón de la vida.

A veces otro organismo se desliza furtivamente a través de las defensas de la célula eucarionte y penetra calladamente en el santuario interior celosamente guardado, el núcleo. Se pega al monarca, quizá en la punta de una secuencia de ADN muy segura y que resistió el paso del tiempo. Pero ahora este núcleo emite mensajes muy distintos, mensajes que ordenan la fabricación de un ácido nucleico diferente, el del infiltrador. La célula ha quedado subvertida.

Aparte de las mutaciones, hay otros medios de crear nuevas secuencias hereditarias, incluidos la infección y el sexo, a los cuales nos referiremos dentro de poco. Lo importante es que en cada generación se realiza una gran cantidad de experimentos naturales para poner a prueba las leyes, la doctrina y el dogma codificado en el ADN. Cada célula eucarionte es un experimento de éstos. La competencia entre las secuencias de ADN es feroz; las secuencias cuyas órdenes trabajan mejor, aunque sólo sea algo mejor, se ponen de moda, y todos quieren tener una de ellas.

El primer plancton eucarionte conocido que flotó en la superficie de los océanos se remonta a unos 1 800 millones de años; las primeras eucariontes con una vida sexual a 1 100 millones de años; la gran explosión de la evolución eucarionte (que llevaría

a la aparición de algas, hongos, plantas terrestres y animales, entre otros organismos) se produjo aproximadamente en la misma época; los protozoos más primitivos aparecieron hace unos 850 millones de años; y el origen de los principales grupos de animales y la colonización de la Tierra se remonta a unos 550 millones de años.<sup>8</sup> Muchos de esos acontecimientos pueden relacionarse con el aumento de oxígeno en la atmósfera. Desde el momento en que las plantas generan oxígeno, comprobamos que la vida fuerza su evolución a una inmensa escala masiva. No podemos estar muy seguros de las fechas; los paleontólogos pueden descubrir la próxima semana ejemplos aún más antiguos. La complejidad de la vida aumentó enormemente durante los últimos 2 000 millones de años, y los eucariontes prosperaron realmente mucho: basta mirar en torno nuestro para comprobarlo.

Pero el tipo de vida eucarionte, muy diferente de los primeros y toscos organismos, depende delicadamente del funcionamiento casi perfecto de una compleja burocracia molecular, entre cuya responsabilidad está encubrir los arranques de incompetencia del ADN. Algunas secuencias de ADN tienen una importancia demasiado fundamental en los procesos centrales de la vida para poder cambiarlos sin riesgo. Estas secuencias genéticas esenciales permanecen fijas y se copian con precisión, de generación en generación a lo largo de las eras. Cualquier alteración importante es demasiado costosa a corto plazo, sean cuales fueren sus virtudes manifiestas a largo plazo, y la selección elimina a los portadores de tales cambios. El ADN de las células eucarióticas revela segmentos que de un modo claro y específico proceden de las bacterias y de las arqueobacterias de hace mucho tiempo. El ADN de nuestro interior es una quimera, compuesta por largas secuencias de nucleótidos ACGT adoptadas en bloque de seres muy diferentes y antiguos y fielmente copiadas durante miles de millones de años. Parte de nosotros, la mayor parte, es vieja.

Debió de haber al final muchos seres cuyas células tenían funciones especializadas, del mismo modo que los cloroplastos o los mitocondrios tienen funciones especiales dentro de una célula determinada. Algunas células estaban encargadas de neutralizar y eliminar venenos; otras conducían impulsos eléctricos y formaban parte de un aparato neural de lenta evolución que dirigía la locomoción, la respiración, los sentimientos y, mucho después, los pensamientos. Células con funciones bastante diversas se relacionaban mutuamente con armonía. Seres de mayor tamaño crearon sistemas de órganos internos separados, y de nuevo la

supervivencia dependió de la cooperación de partes constituyentes muy distintas. El cerebro, el corazón, el hígado, los riñones, la pituitaria y los órganos sexuales de las personas suelen funcionar todos juntos satisfactoriamente. No compiten entre sí. Forman un todo que es mucho más que la suma de las partes.

Nuestros antepasados y sus parientes colaterales estuvieron confinados a los mares hasta hace unos 500 millones de años, cuando el primer anfibio apareció arrastrándose por la Tierra. Posiblemente no se desarrolló una capa de ozono importante hasta aquella época. Es probable que estos dos hechos estén relacionados. Anteriormente, la luz ultravioleta mortífera del Sol llegaba hasta la misma superficie de la Tierra y habría calcinado a cualquier pionero intrépido que intentara establecerse en ella.\* El ozono, como hemos dicho, se produce por acción de la radiación solar sobre el oxígeno de las capas superiores de la atmósfera. La contaminación desahogada con oxígeno de la antigua atmósfera, debida a las plantas verdes, tuvo al parecer otras consecuencias accidentales, pero saludables: hizo la Tierra habitable. ¿Quién lo hubiera imaginado?

Centenares de millones de años después una rica biología llenaba casi todos los rincones y recovecos de la Tierra. Las placas continentales en movimiento transportaban ahora cargamentos de plantas, animales y microbios. Cuando aparecía una nueva corteza continental, la vida la colonizaba rápidamente. Quizá nos preocupe pensar que el cargamento vivo de la vieja corteza continental pudiera hundirse con ella hacia el interior de la Tierra. Pero la cinta transportadora de la tectónica de placas sólo avanza a unos centímetros por año. La vida es más rápida. Pero los fósiles antiguos no pueden saltar y salirse de la cinta transportadora. La tectónica de placas los destruye. Los valiosos recuerdos y restos de nuestros antepasados son barridos hacia el interior del manto semifluido, e incinerados. Nos quedan los escasos restos que escaparon por casualidad.

Antes de que hubiera suficiente oxígeno, o materias combustibles, el fuego era imposible, era un potencial no realizado que estaba latente en la materia (del mismo modo que la liberación de energía nuclear no se realizó, durante la ocupación por los hombres de la Tierra, hasta 1942-1945). Por lo tanto, debió de haber habido una época de la primera llama, una época en que el fuego fue nuevo. Quizá se prendió un helecho muerto, encen-

\* El agua marina es opaca a la luz ultravioleta más allá de una cierta profundidad, y muy probablemente los mares primitivos estuvieron cubiertos por una masa flotante de moléculas orgánicas que absorbían la luz ultravioleta. Los mares eran un lugar seguro.

dido por el destello de un relámpago. Las plantas colonizaron la Tierra mucho antes que los animales, y nadie estuvo presente para observar el fenómeno: humo elevándose y de pronto una llamarada roja levantándose hacia arriba. Quizá se prendió fuego en una pequeña mata de vegetación. La llama no es un gas, ni un líquido, ni un sólido. Es otra cosa, un cuarto estado de la materia, que los físicos llaman plasma. Hasta entonces el fuego no había tocado nunca la Tierra.

Mucho antes de que los hombres utilizaran el fuego, las plantas ya lo aprovechaban. Cuando la densidad de población es elevada y las plantas de diferentes especies están muy apretadas, luchan para conseguir nutrientes y agua subterránea, pero especialmente la luz solar. Algunas plantas que han inventado semillas endurecidas, resistentes al fuego, tienen a la vez tallos y hojas que se inflaman fácilmente. Un relámpago cae en tierra, un fuego intenso se propaga incontroladamente, las semillas de las plantas favorecidas sobreviven y la competencia, con sus semillas, queda achicharrada. Muchas especies de pinos se benefician de esta estrategia evolutiva. Las plantas verdes generan oxígeno, el oxígeno permite la combustión y luego algunas plantas verdes aprovechan el fuego para atacar y matar a sus vecinos. Apenas hay elemento del medio ambiente que no se emplee, de una manera u otra, en la lucha por la existencia.

Una llama parece algo de otro mundo, pero en este rincón del Cosmos es una exclusiva de la Tierra. De entre todos los planetas, lunas, asteroides y cometas de nuestro sistema solar, solamente hay fuego en la Tierra, porque sólo en ella hay grandes cantidades de gas de oxígeno,  $O_2$ . El fuego tuvo, mucho más tarde, consecuencias profundas para la vida y la inteligencia. Una cosa lleva a la otra.

El tortuoso camino del árbol genealógico del hombre se remonta hasta el comienzo de la vida, hace cuatro mil millones de años. Todos los seres de la Tierra son parientes nuestros, puesto que todos procedemos del mismo punto de partida. Sin embargo, y precisamente a causa de la evolución, ninguna forma viva de la Tierra actual es un antepasado nuestro. Los demás seres no dejaron de evolucionar porque se acababa de abrir un sendero que algún día llevaría al hombre. Nadie sabía a dónde conducían las distintas ramas del árbol evolutivo, y antes del hombre nadie podía siquiera formular la pregunta. Los seres de los que se desvió nuestro linaje ancestral siguieron evolucionando, por dentro y por fuera, o se extinguieron. Casi todos se extinguieron. El registro fósil nos permite saber algo de nuestros

predecesores, pero no podemos traerlos al laboratorio para interrogarlos. Ya no están.

Sin embargo, y por fortuna, hay organismos vivos actualmente que son parecidos a nuestros antepasados, incluso en algunos casos muy parecidos. Los seres que dejaron estromatolitos fósiles probablemente practicaban la fotosíntesis y se comportaban en otros aspectos como lo hacen las bacterias de los estromatolitos actuales. Aprendemos sobre ellos examinando a sus parientes próximos que sobrevivieron. Pero no podemos estar completamente seguros. Por ejemplo, los organismos antiguos no eran necesariamente y en todos los aspectos más simples que los modernos. Los virus y los parásitos, en general, presentan signos de haber evolucionado perdiendo funciones de un antepasado más autosuficiente.

Muchos rasgos del paisaje biológico llegaron tarde. El sexo, por ejemplo, no parece haber evolucionado hasta que hubieron pasado tres cuartas partes de la historia de la vida que llega hasta nosotros. Los animales cuyo tamaño nos hubiera permitido ya verlos, de haber estado presentes, es decir los animales compuestos de muchos tipos diferentes de células, parece que tampoco aparecieron hasta que la vida hubo recorrido casi las tres cuartas partes del camino entre su origen y nuestra época. Aparte de los microbios, no hubo otros seres en la Tierra hasta que hubo transcurrido algo así como el 90 % de la historia de la vida, y no hubo seres con cerebros grandes comparados con el tamaño de sus cuerpos hasta transcurrido aproximadamente el 99 % de la historia de la vida.

Todo el registro fósil presenta enormes huecos, aunque menos ahora que en la época de Darwin. (Si hubiera más paleontólogos en el mundo, sin duda habríamos avanzado un poco más.) El ritmo relativamente lento de descubrimientos de nuevos fósiles permite deducir que muchísimos organismos antiguos no se han conservado. Hay algo de conmovedor en todas estas especies —algunas antepasadas del hombre, en ramas robustas de nuestro árbol genealógico, pero la mayoría no— sobre las cuales no sabemos nada, de las que no ha sobrevivido hasta nuestra época ni un solo ejemplar, ni siquiera en forma fósil.

Aun teniendo en cuenta la parcialidad del registro fósil, se observa que la diversidad o «riqueza taxonómica» de la vida en la Tierra ha aumentado de modo constante, especialmente en los últimos 100 millones de años.<sup>9</sup> Parece que la diversidad alcanzó su punto culminante cuando el hombre empezó su carrera, y desde entonces ha disminuido notablemente, debido en parte a las recientes eras glaciales y en mayor proporción a la actividad depredadora del hombre, intencionada o accidental. Esta-

mos destruyendo la diversidad de seres y de hábitats de donde surgimos. Un centenar aproximado de especies se extingue cada día. Sus últimos representantes mueren sin dejar descendencia. Desaparecen. Mensajes únicos, conservados con esfuerzo, refinados a lo largo de las eras, y por los cuales una gran sucesión de seres renunciaron a sus vidas para transmitirlos al futuro lejano se están perdiendo para siempre.

Se conocen ahora en la Tierra más de un millón de especies de animales, y quizá unas 400 000 especies de plantas eucariontes. Hay al menos miles de especies conocidas de otros organismos que no son eucariontes, incluidas las bacterias. Sin duda desconocemos muchas otras, probablemente la mayoría. El número de especies sería, según algunos cálculos, de más de diez millones; en tal caso, no hemos logrado conocer ni el 10 % de las especies de la Tierra. Muchas se extinguen incluso antes de que sepamos que existen. La mayoría de los miles de millones de especies que vivieron alguna vez están extinguidas. La extinción es la norma. La supervivencia es la triunfal excepción.

Hemos esbozado los cambios que sufrió la superficie de la Tierra a fines del período pérmico, hace unos 245 millones de años; tuvieron como resultado la catástrofe biológica más devastadora manifiesta hasta el momento en el registro fósil. Quizá se extinguió hasta un 95 % de todas las especies que vivían entonces en la Tierra.\* Desaparecieron muchos tipos de animales que se alimentaban por filtración adheridos al suelo marino, seres que durante centenares de millones de años habían caracterizado la vida en la Tierra. Se extinguió el 98 % de las familias de crinoideos. Hoy en día no se oye hablar mucho de los crinoideos; los lirios marinos son sus restos supervivientes. Esta extinción a gran escala afectó también a los anfibios y reptiles que habían colonizado la Tierra. En cambio, las esponjas y los bivalvos (como las almejas) capearon bastante bien la extinción del pérmico tardío: una consecuencia de ello es que aún son muy abundantes actualmente en la Tierra.

Tras las extinciones en masa se suele tardar unos diez millones de años o más en recuperar la variedad y abundancia de la vida en la Tierra; aparecen entonces diferentes organismos, quizá mejor adaptados al nuevo entorno o con mejores perspectivas a largo plazo, o quizá no. Durante los millones de años que

\* Esta cifra de 95 % parece próxima al 100 %, y es inquietante este recordatorio de que el gran y retumbante motor tectónico interno puede acabar inadvertidamente con tantos de nosotros soltando unos hipos en las profundidades.

siguieron al fin del período pérmico, el volcanismo disminuyó y la Tierra se calentó. Este cambio eliminó a muchas plantas y animales terrestres que se habían adaptado al frío del pérmico tardío. Este conjunto de consecuencias climáticas en cascada dio origen a las coníferas y los ginkcos. Los primeros mamíferos evolucionaron a partir de los reptiles en las nuevas ecologías aparecidas tras las extinciones del pérmico.

Se calcula que de todas las especies de animales vivos a fines del pérmico, sólo unas veinticinco dejaron descendencia; de diez de las cuales derivan el 98 % de las familias contemporáneas de vertebrados, que comprenden unas cuarenta mil especies.<sup>10</sup> El ritmo de los cambios evolutivos se caracteriza por las rachas, los callejones sin salida y los cambios generalizados, estos últimos provocados a menudo por la invasión de un nicho ecológico hasta entonces desocupado. Aparecen rápidamente especies nuevas que persisten durante millones de años. Sólo en el último 2 o 3 % de la historia de vida en la Tierra, la pródiga diversificación de los mamíferos placentarios ha producido musarañas, ballenas, conejos y ratones, osos hormigueros, perezosos, armadillos, caballos, cerdos y antílopes, elefantes, vacas marinas, lobos, osos, tigres, focas, murciélagos, monos, simios y hombres.<sup>11</sup> Estos seres no comenzaron a existir, en el inmenso volumen de la historia de la Tierra, hasta hace poco. Sólo estaban presentes en potencia.

Pensemos en las instrucciones genéticas de un organismo determinado, con una longitud de quizá mil millones de pares de nucleótidos ACGT. Algunos nucleótidos cambian al azar. Tal vez estén en secuencias estructurales o inactivas y el organismo no se altera en modo alguno. Pero si modificamos una secuencia de ADN importante, cambiamos el organismo. La mayoría de estos cambios, tal como venimos repitiendo, no son adaptaciones favorables. Excepto en casos aislados, cuanto mayor es el cambio, peor es su adaptación. A pesar de todas las mutaciones habidas, de la recombinación de genes y de la selección natural, el experimento continuo de la evolución en la Tierra sólo ha dado vida a una fracción mínima de la gama de posibles organismos cuyas instrucciones de fabricación podría especificar el código genético. La gran masa de estos seres, por supuesto, no sólo estarían mal adaptados, no sólo resultarían monstruosos, sino que serían totalmente inviables. No habrían podido nacer vivos. Sin embargo, el número total de posibles seres vivos que podrían funcionar es mucho mayor que el número total de seres que han existido alguna vez. Cualquier criterio que apliquemos demostrará que algunas de estas posibilidades no realizadas deben estar mejor adaptadas y ser más capaces que cualquier organismo terráqueo que haya vivido nunca.



Hace 65 millones de años, la mayoría de las especies de la Tierra se extinguieron, debido probablemente a la colisión de un cometa o asteroide de gran masa. Entre los desaparecidos estaban todos los dinosaurios, que durante casi 200 millones de años —desde antes de la desintegración de Gondwana— habían sido la especie dominante, los señores omnipresentes de la vida en la Tierra. Esta extinción eliminó a los principales depredadores de un orden de animales pequeños, temerosos, furtivos y nocturnos, llamados mamíferos. De no haber sido por aquella colisión —un acto tardío de la ordenación de los cuerpos que quedaban en órbitas excéntricas en el espacio interplanetario— los hombres y nuestros antepasados los primates nunca habríamos logrado existir. Si ese cometa hubiera recorrido una trayectoria ligeramente distinta, quizá no habría chocado con la Tierra. Quizá todos los hielos del cometa se habrían fundido en sus múltiples recorridos alrededor del Sol y habría ido arrojando lentamente al espacio interplanetario su materia rocosa y orgánica, convertida en polvo fino. Lo único que el cometa habría aportado a la vida en la Tierra hubiera sido una lluvia periódica de meteoros, que algunos reptiles de reciente evolución, curiosos y de cerebros grandes, quizá habrían admirado.

A escala del Sistema Solar, la extinción de los dinosaurios y la ascensión de los mamíferos parece haber sido un desenlace muy poco probable. El pasillo de la causalidad, metafóricamente hablando, sólo tenía unos centímetros de ancho. Si el cometa hubiera viajado un poco más despacio o un poco más de prisa o si su dirección hubiera sido ligeramente diferente, la colisión no se habría producido. Si otros cometas que en nuestra historia real pasaron de largo hubieran seguido trayectorias ligeramente diferentes, habrían chocado con la Tierra y exterminado la vida de otra época diferente. La ruleta de las colisiones cósmicas, la lotería de la extinción, llega hasta nuestra propia época.

El registro fósil, a una profundidad por encima de la cual ya no hay dinosaurios, contiene en todo el mundo una delatadora y fina capa del elemento iridio, que abunda en el espacio, pero no en la superficie de la Tierra. También hay unos pequeños granos que muestran señales de un impacto colosal. Estos datos permiten suponer que un mundo pequeño chocó a gran velocidad con la Tierra y esparció finas partículas por todo el mundo. Es posible que se hayan descubierto los restos del cráter de impacto en el golfo de México, cerca de la península del Yucatán. Pero en esta capa también se ha encontrado algo más: hollín. A escala planetaria, el momento de este gran impacto fue también el mo-

mento de un incendio mundial. Los residuos que la explosión del impacto arrojó hacia la atmósfera superior y que se precipitaron luego a través del aire sobre toda la Tierra, en forma de una lluvia continua de meteoros por todo el cielo, iluminaron la superficie del planeta con un brillo muy superior al del Sol de mediodía. Las plantas terrestres se inflamaron por doquier, todas a la vez. Hay un extraño vínculo causal que relaciona entre sí el oxígeno, las plantas, los impactos gigantes y un incendio inmolador del mundo.

Un impacto de este tipo pudo haber extinguido por distintos medios formas de vida establecidas desde tiempo inmemorial, y seguras de sí mismas, por así decirlo. Tras el estallido inicial de luz y calor, una espesa capa del polvo del impacto envolvió la Tierra durante un año o más. Quizá la falta de suficiente luz para la fotosíntesis durante uno o dos años fue más importante que la conflagración mundial, el descenso de la temperatura y la lluvia ácida que cayó sobre todo el planeta. Los organismos fotosintetizadores primarios de los océanos (que entonces como ahora cubrían la mayor parte de la Tierra) son pequeñas plantas unicelulares llamadas fitoplancton. Son especialmente vulnerables a los bajos niveles de luz porque carecen de reservas importantes de alimentos. Cuando las luces se apagan, sus cloroplastos no pueden fabricar carbohidratos a partir de la luz solar y la planta muere. Estas pequeñas plantas son la dieta principal de animales unicelulares que a su vez son devorados por seres mayores, como las gambas, y éstas a su vez por peces pequeños, que a su vez son devorados por peces grandes. Si apagamos las luces y eliminamos el fitoplancton, toda la cadena alimenticia, este complejo castillo de naipes, se derrumba. Algo similar pasa en tierra firme.

Los seres de la Tierra dependen unos de otros. La vida en la Tierra es un tapiz o telaraña de tejido intrincado. Si sacamos algunos hilos de aquí y de allí, no podemos saber con certeza si ése ha sido el único daño sufrido o si se deshilará el tejido entero.

Los insectos y otros artrópodos son los principales encargados de eliminar las plantas muertas y los excrementos de los animales. Los escarabajos —los escarabajos peloteros que los antiguos egipcios identificaron con el dios Sol y adoraron— son especialistas en el tratamiento de residuos. Recogen los excrementos de los animales, ricos en nitrógeno, que se acumulan en la superficie de nuestro planeta y llevan este fertilizante a las raíces de las plantas. En una sola boñiga recién depositada de elefante africano se han contado unas 16 000 cucarachas; al cabo de dos horas la boñiga ha desaparecido completamente.<sup>12</sup> El pla-

neta sería muy diferente (y muy sucio) sin cucarachas esterco-  
leras y animales parecidos. Las heces microscópicas de ácaros y  
tisanuros son a su vez componentes importantes del humus del  
suelo en donde crecen las plantas. Los animales se comen luego  
las plantas. Nosotros también vivimos de los residuos sólidos  
de los demás.

Otros habitantes del suelo matan las plantas jóvenes. Veamos  
cómo relata Darwin un pequeño experimento que realizó para  
ilustrar la ferocidad oculta que acecha bajo la plácida superficie  
de un huerto:

Marqué todas las plantas jóvenes de nuestras malas hierbas na-  
tivas a medida que aparecían en un terreno de tres pies de lar-  
go por dos pies de ancho, cavado y desbrozado para que otras  
plantas no pudieran estrangularlas. De 357 plantas, al menos  
295 fueron destruidas, principalmente por babosas e insectos.  
Si se deja crecer el césped segado hace tiempo, o el césped inten-  
samente ramoneado por cuadrúpedos, las plantas más vigoros-  
as matarán poco a poco a las menos vigorosas, aunque sean  
plantas totalmente crecidas...<sup>13</sup>

Algunas plantas proporcionan alimento a determinados ani-  
males; a su vez, los animales actúan como agentes de la repro-  
ducción sexual de las plantas: son, de hecho, mensajeros que to-  
man esperma de las plantas masculinas y con él inseminan  
artificialmente a las plantas femeninas. No es exactamente un  
proceso de selección artificial, porque los animales no lo contro-  
lan mucho. La moneda con que se suele pagar a estos mensaje-  
ros son los alimentos; lo que indica que se ha llegado a un acuer-  
do. El animal puede ser un insecto polinizador, un ave o un  
murciélago; o un mamífero en cuyo pellejo peludo se adhieren  
las motas reproductoras; o el acuerdo puede consistir en alimen-  
tos que las plantas dan a cambio del nitrógeno fertilizador que  
proporcionan los animales. Los depredadores tienen simbioses  
que les limpian la piel, las escamas o les mondan los dientes a  
cambio de las sobras. Una ave come una fruta dulce, las semi-  
llas pasan a través de su tubo digestivo y caen sobre terreno fér-  
til: se ha consumado otra transacción mercantil. Los árboles fru-  
tales y los arbustos con bayas a menudo procuran que el alimento  
que ofrecen a los animales sea dulce sólo cuando las semillas  
estén preparadas para dispersarse. La fruta poco madura pro-  
duce dolor de vientre, y así las plantas enseñan a los animales.

La cooperación entre plantas y animales es difícil. No se pue-  
de confiar en los animales; en cuanto pueden, se comen la pri-  
mera planta que ven. Las plantas se protegen de una atención

inoportuna con espinas, o produciendo sustancias irritantes o venenosas o materias químicas que hacen indigesta a la planta, o elementos que se interfieren con el ADN de los depredadores. En esta inacabable guerra a cámara lenta, los animales replican produciendo sustancias que inutilizan estas adaptaciones de las plantas, y así sucesivamente.

Los animales, los vegetales y los microbios son las piezas engranadas, el mecanismo de una máquina ecológica de proporciones planetarias, grande, intrincada y muy bella, una máquina enchufada en el Sol. Puede decirse con bastante aproximación que toda carne es luz solar.

En los lugares donde el suelo está cubierto de plantas, quizá el 0,1 % de la luz solar se convierte en moléculas orgánicas. Un animal que se alimenta de plantas pasa por el lugar y se come una de las plantas. Lo normal es que el herbívoro extraiga aproximadamente una décima parte de la energía de la planta, o sea, aproximadamente una diez milésima parte de la luz solar que podía haberse almacenado en la planta con una eficiencia del 100 %. Si un carnívoro ataca y devora al herbívoro, un 10 % de la energía disponible de la presa puede pasar al depredador; lo que significa que sólo llega al carnívoro una cien milésima parte de la energía solar original. Por supuesto no hay mecanismos perfectamente eficientes, y cabe esperar pérdidas en cada estado de la cadena alimenticia. Pero los organismos situados en la cúspide de la cadena alimentaria parecen tan ineficientes que podrían tacharse de irresponsables.\*

Clair Folsome ofreció una gráfica imagen de la interconexión e interdependencia de la vida en la Tierra proponiendo que imagináramos lo que veríamos si todas las células de nuestro cuerpo, carne y huesos desaparecieran por arte de magia:

Lo que quedaría sería una imagen espectral, la piel delineada por el vislumbre de bacterias, hongos, gusanos redondos, lombrices y otros habitantes microbianos. El intestino aparecería como un tubo densamente ocupado por bacterias anaeróbicas y aeróbicas, levaduras y otros microorganismos. Si pudiésemos mirar con más detalle, aparecerían centenares de tipos de virus por todos los tejidos.

\* En principio la máquina ecológica podría continuar funcionando mientras el Sol siga brillando, un período estimado en cinco mil millones de años más. No es extraño que nosotros, los carnívoros, que estamos en la cúspide de la cadena alimentaria y que somos los beneficiarios de un proceso cuya eficiencia es de una milésima de un 1 % nos preguntemos si podría haber otra forma más eficaz de aprovechar el Sol.

Y, tal como subraya Folsome, cualquier otra planta o animal en la Tierra, bajo el mismo tratamiento, revelaría un parecido «zoo de microbios pululante».<sup>14</sup>

Si un biólogo de otro sistema solar examinara con atención las numerosísimas formas vivas de la Tierra, observaría sin duda que todas están hechas casi exactamente del mismo material orgánico, que las mismas moléculas casi siempre realizan las mismas funciones y que casi todo el mundo utiliza el mismo manual del código genético. Los organismos de este planeta no sólo son parientes sino que viven en íntimo contacto mutuo saturándose de los residuos de los demás, dependiendo uno de otro para vivir y compartiendo el mismo y frágil estrato superficial. Esta conclusión no es ideología sino realidad. No depende de la autoridad, la fe o los argumentos especiales de sus defensores, sino de la observación y los experimentos repetidos.

Los seres de nuestro planeta están imperfectamente vinculados y coordinados; y desde luego no hay nada parecido a una inteligencia colectiva de toda la vida terrestre, en el sentido en que todas las células de un cuerpo humano están sujetas, con estrictas limitaciones, a una voluntad exterior. Aun así, podríamos perdonar al biólogo de otro mundo por haber englobado en la denominación común de vida terrestre la bioesfera entera: todos los retrovirus, mantas, foraminíferos, árboles mongonog, bacilos del tétanos, hidras, diatomeas, bacterias constructoras de estromatolitos, babosas marinas, platelmintos, gacelas, líquenes, corales, espiroquetas, banyanes, garrapatas, avetoros, caracarás, frailecillos copetudos, polen de la ambrosía, arañas lobo, cangrejos bayoneta, mambas negras, mariposas reales, lagartos de cola de látigo, tripanosomas, aves del paraíso, anguilas eléctricas, chivirías silvestres, gaviotines árticos, luciérnagas, monos tití, crisantemos, peces martillo, rotíferos, ualabíes, plasmodios del paludismo, tapires, pulgones, serpientes de agua, dondiegos de día, grullas blancas, dragones de Komodo, vincapervincas, larvas de milpiés, pejesapos, medusas, peces dípneos, levaduras, secoyas gigantes, tardígrados, arquibacterias, lirios de los valles, hombres, bonobos, calamares y ballenas jorobadas. Las distinciones arcanas entre estas abundantes variaciones sobre un tema común pueden dejarse a los especialistas o a los doctorados. Las pretensiones y presunciones de esta o aquella especie pueden ignorarse fácilmente. Al fin y al cabo, hay tantos mundos que un biólogo extraterrestre debería conocer, que bastará con anotar algunas características genéricas destacadas de la vida de ese planeta desconocido, para consignarlas a las profundidades cavernosas de los archivos galácticos.

## EL SEXO Y LA MUERTE

El sexo dota al individuo de un instinto mudo y poderoso que arrastra su cuerpo y su alma constantemente hacia otro; por él, una de las dedicaciones más preciadas de la vida es elegir un compañero y seguirlo; y el sexo une la posesión con el placer más intenso, la rivalidad con la rabia más feroz y la soledad con una eterna melancolía. ¿Qué más podría precisarse para infundir en el mundo el sentido y la belleza más profundos?

GEORGE SANTAYANA,  
*El sentido de la Belleza* (1896)<sup>1</sup>

La muerte es la gran reprimenda que el curso de la naturaleza imparte a la voluntad de vivir, o más concretamente, al egoísmo que le es esencial; y la muerte puede concebirse como un castigo por nuestra existencia. Con ella se desata dolorosamente el nudo que el acto de la generación había anudado...

ARTHUR SCHOPENHAUER,  
*El mundo como voluntad y como representación. Suplementos*<sup>2</sup>

Cuando las luciérnagas salen en una noche de verano, al ver debajo suyo la fosforescencia blancoamarillenta que las apremia con sus destellos, enloquecen de deseo; las mariposas nocturnas, batiendo apresuradamente las alas, lanzan al viento una poción encantada que atrae al sexo opuesto desde kilómetros de distancia; los pavos reales exhiben una corona deslumbrante de azules y verdes que provoca el delirio de las hembras; los granos de polen compiten emitiendo diminutos tubos que bajan en tromba por el orificio femenino de la flor hasta el óvulo que les está esperando; el calamar luminiscente ofrece espectáculos rapsódicos de luz, cambiando los dibujos, el brillo y el color que irradian de su cabeza, tentáculos y globos oculares; la tenia solitaria pone diligentemente cien mil huevos fertilizados en un solo día; una gran ballena grita en las profundidades del océano profiriendo gemidos que se captan a centenares o miles de kilómetros de distancia, donde otro gigante solitario los escucha atentamente; las bacterias se acercan cautelosamente una a otra hasta fundirse; las cigarras cantan a coro sus serenatas de amor colectivo; las parejas de abejorros se remontan en vuelos matrimoniales de los que sólo uno de los dos regresará; los peces machos esparcen su esperma por

un montón viscoso de huevos que puso Dios sabe quién; los perros corretean husmeando las partes internas del otro a la búsqueda de estímulos eróticos; las flores exhalan perfumes voluptuosos y decoran sus pétalos con llamativos anuncios ultravioletas para los insectos, las aves y los murciélagos que pasan; y los hombres y mujeres cantan, bailan, se adornan, adoptan posturas, se automutilan, exigen, fuerzan, disimulan, suplican, sucumben y arriesgan sus vidas. Decir que el amor es lo que mueve el mundo es ir demasiado lejos. La Tierra gira porque lo hacía cuando se formó y desde entonces nada la ha detenido. Pero la devoción casi maniaca al sexo y al amor de la mayoría de plantas, animales y microbios que nos son familiares es un aspecto omnipresente y sorprendente de la vida en la Tierra. Exige una explicación.

¿A qué contribuye todo esto? ¿Qué significa este torrente de pasión y obsesión? ¿Por qué los organismos pueden dejar de dormir y de comer y exponerse alegremente a una situación mortalmente peligrosa en aras del sexo? Algunos seres, entre ellos plantas y animales de tamaño considerable como dientes de león, salamandras o algunos lagartos y peces, pueden reproducirse sin sexo. Durante más de la mitad de la historia de la vida en la Tierra los organismos parecen haber funcionado perfectamente sin él. ¿Qué tiene de bueno el sexo?

Además, el sexo es caro. Se precisa de una formidable programación genética para incorporar canciones y danzas seductoras, para fabricar feromonas sexuales, para dotarse de heroicos cuernos destinados sólo a derrotar rivales, para crear piezas que encajan, movimientos rítmicos y un entusiasmo mutuo por el sexo. Todo esto representa un gasto de recursos energéticos que podrían emplearse en algo más beneficioso a corto plazo para el organismo. Además, algunas cosas que los seres de la Tierra hacen o soportan en bien del sexo les ponen en peligro directo, por ejemplo, el pavo real que se exhibe es mucho más vulnerable a los depredadores que si fuera poco llamativo, temeroso y de color apagado. El sexo proporciona un canal adecuado y potencialmente mortífero para la transmisión de enfermedades. Los beneficios del sexo deberían compensar con creces todos estos costos. ¿Cuáles son esos beneficios?

Es triste confesarlo pero los biólogos no comprenden completamente para qué sirve el sexo. En este aspecto la situación apenas ha cambiado desde 1862, cuando Darwin escribió:

No conocemos en absoluto la causa final de la sexualidad; por qué los nuevos seres deben producirse mediante la unión de dos

elementos sexuales... Todo este tema permanece oculto en las tinieblas.

A lo largo de cuatro mil millones de años de selección natural se han ido perfilando y afinando instrucciones cada vez más complejas, redundantes, infalibles y capaces de multiplicarse: secuencias de nucleótidos ACGT, manuales escritos con el alfabeto de la vida que compiten con otros manuales parecidos publicados por otras empresas. Los organismos se convierten en los medios a través de los cuales las instrucciones circulan y se copian a sí mismas, mediante los cuales se ponen a prueba nuevas instrucciones, sobre los cuales actúa la selección. «La gallina —dijo Samuel Butler— es el sistema que tiene el huevo de hacer otro huevo». Es en este nivel donde debemos entender para qué sirve el sexo.

No comprendemos gran cosa de la maquinaria molecular del sexo. Para empezar, examinemos algunos de esos seres que rutinariamente hacen lo que muchas personas considerarían imposible: reproducirse sin sexo.\* En cada generación sus ácidos nucleicos se copian fielmente a sí mismos a partir de bloques constructivos moleculares ACGT que fabrican con ese propósito. Luego, cada uno de los dos ADN, funcionalmente idénticos, toman la mitad de la célula y echan a correr, un poco como la separación de bienes en un divorcio. Al cabo de cierto tiempo el proceso se repite. Cada generación es una monótona repetición de la anterior, y cada organismo es la viva imagen de su padre soltero, prácticamente idéntica, hasta el último mitocondrio y hasta el sistema de propulsión por flagelo. Si el organismo está bien adaptado y el entorno se repite y es estático, este método podría funcionar bien. La monotonía se rompe por mutación, aunque raramente. Pero las mutaciones, como hemos subrayado, son aleatorias y es mucho más probable que resulten perjudiciales que beneficiosas. Todas las generaciones posteriores las sufrirán a menos que más adelante se produzcan mutaciones compensadoras, lo cual es poco probable. El ritmo de la evolución en esas circunstancias debió de ser lento, como parece reflejar el registro fósil de hace unos mil a tres mil quinientos millones de años, hasta la invención del sexo.

Ahora bien, imaginemos que en lugar de cambios lentos y aleatorios de los materiales genéticos pudiéramos introducir de golpe en una parte de los mensajes existentes un conjunto largo y complejo de instrucciones nuevas, no solamente un cambio en una letra de una palabra del ADN, sino tomamos enteros de manua-

\* La fertilización *in vitro* por supuesto también es sexo.



les comprobados por el consumidor. Imaginemos que en cada generación siguiente se produce la misma reorganización. La idea es absurda si uno está idealmente adaptado a un entorno que no cambia o que es muy marginal; entonces, cualquier cambio es una desventaja. Pero cuando el mundo al que uno debe adaptarse es heterogéneo y dinámico, el progreso evolutivo es más fácil si cada nueva generación dispone de muchas instrucciones genéticas nuevas en lugar del cambio ocasional de una A en una C. Además, si podemos reorganizar los genes, nosotros o nuestros descendientes podremos salir de la trampa en la que hemos caído por la acumulación de mutaciones nocivas de generación en generación.<sup>3</sup> Los genes nocivos pueden reemplazarse rápidamente por genes beneficiosos. El sexo y la selección natural actúan como una especie de corrector de pruebas, que sustituye los inevitables errores mutacionales por instrucciones no contaminadas. Tal vez por esto las eucariotas se diversificaron más o menos en la época en que descubrieron el sexo y crearon los diferentes linajes evolutivos que conducirían a los protozoos (como los paramecios), los plasmodios (como los causantes de la malaria), las algas, los hongos, todas las plantas terrestres y todos los animales.

Algunos organismos modernos, desde bacterias hasta áfidos y álamos temblones, a veces se reproducen sexualmente y otras veces asexualmente. Pueden hacerlo de ambas formas. Otros organismos, como los dientes de león, por ejemplo, y ciertos lagartos de cola de látigo, han evolucionado recientemente pasando de formas sexuales a formas asexuales, como muestra su anatomía y su comportamiento: los dientes de león producen flores y néctar inútiles para su estilo reproductor actual, y por mucho que las abejas se afanen no pueden contribuir a la fertilización del diente de león. Todos los lagartos de cola de látigo son hembras y las crías no tienen un padre biológico. Pero la reproducción aún requiere un prelude amoroso heterosexual: la ceremonia de la copulación con lagartos macho de otra especie que son sexuales, pero no pueden impregnar a estas hembras o un ritual pseudocopulador con otras hembras de la misma especie.<sup>4</sup> Al parecer, observamos a estos dientes de león y a estos lagartos en un momento tan próximo a su conversión en seres asexuales que apenas ha habido tiempo para que desaparezcan los guiones y decorados del sexo. Quizá en determinadas circunstancias es oportuno reproducirse sexualmente y en otras no; algunos seres pueden pasar prudentemente de un estado a otro, dependiendo del entorno externo. Nosotros, sin embargo, no tenemos esta opción. No podemos prescindir del sexo.

Hoy en día, cuando hay una infección se produce, aunque pa-

rezca extraño, una reorganización de las instrucciones genéticas similar a la del sexo: un microbio entra en un organismo mayor, burla sus defensas e introduce su ácido nucleico en el de su huésped. Hay latente en la célula un intrincado mecanismo que puede leer y copiar las secuencias preexistentes de nucleótidos ACGT. Sin embargo, este mecanismo no es lo bastante bueno para distinguir los ácidos nucleicos forasteros de los propios, y actúa como un aparato para imprimir manuales de instrucciones que copiará cualquier cosa si se aprietan las teclas correspondientes. El parásito aprieta la tecla, las enzimas de la célula reciben nuevas instrucciones y las hordas de parásitos recién acuñados salen en cadena, deseosos de subvertir más células.

De vez en cuando, los muertos logran unirse sexualmente y generar descendencia. Cuando una bacteria muere, los materiales que contenían se desparraman en torno suyo. Sus ácidos nucleicos no están muy enterados de la muerte de la bacteria y los fragmentos siguen funcionando durante cierto tiempo, aunque empiecen a descomponerse lentamente; se mueven como la pata seccionada de un insecto. Si una bacteria entera e intacta pasa por allí puede ingerir un fragmento de la muerta e incorporarlo a sus propios ácidos nucleicos. Quizá constituyen documentos independientes que preservan instrucciones indemnes y contribuyen a reparar el ADN alterado por el oxígeno. Tal vez esta forma de sexo tan rudimentaria surgió al mismo tiempo que la atmósfera de oxígeno de la Tierra.

Son menos frecuentes combinaciones de genes extrañas y químicas, como por ejemplo entre bacterias y peces (no sólo hay genes bacterianos en los peces, sino que también hay genes de peces en las bacterias), o entre papiones y gatos. Al parecer, quien produjo estas combinaciones fue un virus que se adherió al ADN de un organismo huésped, se reprodujo con el huésped, se adaptó a él durante generaciones y luego se desprendió para infectar a otras especies transportando consigo genes del huésped original. Se sabe que los gatos adquirieron un virogén de papión en algún lugar a orillas del Mediterráneo hace de cinco a diez millones de años.<sup>5</sup> Los virus cada vez más parecen genes peripatéticos que causan enfermedades sólo de modo fortuito. Pero si pueden haber hoy intercambios genéticos en organismos tan divergentes, debe de ser mucho más fácil que se produzcan, por accidente, en organismos de la misma especie, o de una especie estrechamente emparentada. Quizá el sexo comenzó siendo una infección, que más tarde las células infectantes e infectadas institucionalizaron.

Dos parientes lejanos, miembros de la misma especie y que están en el proceso de copia, descubren que un filamento de áci-

do nucleico de cada uno está tendido amigablemente junto al otro. Un segmento corto de una secuencia muy larga podría ser, por ejemplo, ... ATG AAG TCG ATC CTA... y el correspondiente segmento del otro ... TAC TTC GGG CGG AAT...

Las moléculas largas de ácido nucleico de las dos células se fragmentan en el mismo lugar de la secuencia (en nuestro ejemplo después de AAG de la primera molécula y del TTC de la segunda); a continuación se recombinan y cada una recoge un segmento de la otra: ... ATG AAG GGG CGG AAT... y ... TAC TTC TCG ATC CTA... Esta recombinación genética ha creado dos nuevas secuencias de instrucciones y, por lo tanto, ha puesto en el mundo dos nuevos organismos que no son exactamente quimeras, pues proceden de la misma especie, pero que constituyen un conjunto de instrucciones que quizá nunca haya coexistido antes en el mismo ser.

Un gen, como hemos dicho, es una secuencia de hasta miles de nucleótidos ACGT que codifican una función determinada, generalmente sintetizar una enzima determinada. Cuando las moléculas del ADN se cortan justamente antes de la recombinación, el punto de corte está al comienzo o al final de un gen y casi nunca en el medio. Un gen puede tener muchas funciones. Las características importantes del organismo, por ejemplo la estatura, la agresividad, el color de la piel o la inteligencia, son por lo general consecuencia de muchos genes diferentes actuando de común acuerdo.

El sexo permite ahora poner a prueba diferentes combinaciones de genes y competir con las variedades más convencionales. Se está llevando a cabo un conjunto prometedor de experimentos naturales. Antes las generaciones debían esperar pacientemente en fila a que se produjera una secuencia afortunada de mutaciones, lo que podía tardar un millón de generaciones y las especies tal vez no podían esperar tanto. En cambio ahora el organismo puede adquirir de golpe nuevos rasgos, nuevas características y nuevas adaptaciones. Linajes hereditarios muy separados podrían aportar dos mutaciones o más, que por sí mismas no favorecían mucho pero que resultan muy beneficiosas cuando actúan en tándem. Las ventajas (para las especies, al menos) parecen obvias, si pueden cargar con el coste. La recombinación genética proporciona un tesoro de variaciones sobre las cuales puede actuar la selección natural.<sup>6</sup>

Se ha propuesto otra explicación para la persistencia del sexo que es maravillosa por su novedad y que nos invita a considerar la carrera de armamentos secular que libran entre sí los microbios parásitos y sus huéspedes. En este momento hay más microorganismos patógenos de enfermedades en nuestro cuerpo que

personas en la Tierra. Una sola bacteria que se reproduce dos veces por hora dejará un millón de generaciones sucesivas en el período de nuestra vida. Con tantos microbios y tantas generaciones, la selección dispone de un número inmenso de variedades microbianas para actuar, especialmente la selección empeñada en superar nuestras defensas corporales. Algunos microbios alteran la química y la forma de sus superficies a una velocidad mayor que la velocidad con que el cuerpo crea nuevos modelos de anticuerpos; estos seres diminutos burlan rutinariamente por lo menos algunas partes del sistema inmune humano. Por ejemplo, un alarmante 2 % de los parásitos plasmodios que causan la malaria cambian de modo notable sus formas y estilos de adherencia a cada generación.<sup>7</sup> Habida cuenta del formidable poder de adaptación de los microorganismos patógenos, sería muy peligroso que los hombres fuéramos, de generación en generación, genéticamente idénticos. Los microbios patógenos en evolución podrían superarnos muy rápidamente. Podría imponerse una variedad que fuera más inteligente que nuestras defensas. Pero si nuestro ADN se baraja de nuevo a cada generación, tenemos muchas más oportunidades de superar el ataque potencialmente mortal de los microbios patógenos.<sup>8</sup> Esta hipótesis, muy respetada, considera que el sexo enfrenta a nuestros enemigos con una confusión básica que es esencial para la salud.

Las hembras y machos son fisiológicamente diferentes y a veces aplican estrategias distintas para propagar su propio linaje hereditario. Aunque estas estrategias no son por supuesto totalmente incompatibles, introducen un cierto elemento de conflicto en las relaciones entre los sexos. En muchas especies de reptiles, aves y mamíferos la hembra pone unos pocos huevos cada vez, quizá un solo huevo al año. En tal caso tiene sentido evolutivo para ella elegir cuidadosamente la pareja, y dedicarse a cuidar de los huevos fertilizados y de las crías.

En cambio, el macho tiene muchísimas células espermáticas, hasta centenares de millones por eyaculación, y un primate joven y sano puede eyacular muchas veces al día. Por lo tanto, el macho a menudo puede propagar mejor su linaje hereditario mediante numerosos e indiscriminados apareamientos, suponiendo que pueda hacerlo. El macho puede ser mucho más ardiente y ansioso, y al mismo tiempo estar mucho más dispuesto a pasar de una pareja a otra mediante halagos, exhibiciones, intimidación e impregnando a tantas hembras como le sea posible. Además, hay otros machos con estrategias idénticas y en muchas ocasiones el macho no sabe con certeza si un determinado hue-

vo fertilizado o un polluelo o un cachorro es suyo; ¿por qué iba a tener que dedicar tiempo y esfuerzo a cuidar y criar a quien quizá no lleva sus propios genes? Esta inversión podría beneficiar a los descendientes de sus rivales y no a los suyos propios. Es mejor dedicarse a fertilizar a más hembras.

Sin embargo, este proceder no es en modo alguno invariable; hay especies en que la hembra desea aparearse con muchos machos y hay especies en que el macho desempeña una función importante, principal incluso, en la cría de sus pequeños. Más del 90 % de las especies de aves conocidas son monógamas; lo mismo que el 12 % de los monos y simios antropomorfos, para no hablar de los lobos, chacales, coyotes, zorros, elefantes, musarañas, castores y antílopes miniatura.<sup>9</sup> Sin embargo, monogamia no significa exclusividad sexual; los machos de muchas especies que ayudan a criar a los hijos y cuidan a la madre también se escapan a ratos para disfrutar de actividades sexuales paralelas; y la hembra suele estar receptiva a otros machos. Los biólogos llaman a esto «estrategia mixta de apareamiento» o «copulación extraconyugal». Hasta un 40 % de los retoños criados por parejas de aves «monógamas» revelaron por las huellas dactilares del ADN que habían sido engendrados en encuentros extramuros, y casi la misma cifra podría ser válida en las personas. Sin embargo, el sistema de hembras que crían y que eligen con mucho remilgo a sus parejas sexuales, y de machos dados a las aventuras sexuales y a tener muchas parejas está muy extendido, especialmente entre los mamíferos.

Los organismos superiores disponen de muchos conductos, señalización por olores y otros mecanismos que permiten a sus genes ponerse en contacto con los de otro organismo, para que las moléculas se aproximen y se recombinen. Pero eso es una simple cuestión de equipo físico. El acto sexual esencial, desde las bacterias hasta el hombre, es el intercambio de secuencias de ADN. El equipo físico está a las órdenes de la programación.

Al principio, el sexo debió de ser un acto chapucero, confuso y casual, el equivalente microbiano a una comedia de enredos. Pero los beneficios que el sexo aporta a las generaciones futuras eran al parecer tan sustanciosos que, si el costo no era demasiado elevado, la selección en favor del equipo sexual mejorado debió de empezar a actuar pronto, en combinación con los nuevos programas necesarios para estimular la decisión de aparearse sexualmente. Si no intervienen otros factores, los organismos apasionados dejan más descendientes que los de disposiciones más tibias. Los organismos ignoraban las ventajas selectivas de crear

nuevas combinaciones de ADN, pero desarrollaron el impulso irrefrenable de intercambiar sus instrucciones hereditarias. Los organismos no se proponían nada, pero no podían evitar hacerlo, como los coleccionistas que cambian tebeos, sellos, cromos de béisbol, insignias esmaltadas, monedas extranjeras o autógrafos de famosos. El trueque tiene por lo menos mil millones de años de antigüedad.

Dos paramecios pueden conjugarse, intercambiar material genético y luego separarse. La recombinación no requiere un sexo determinado. No hay bacterias chico y bacterias chica, y las bacterias no copulan —no recombinan segmentos de su ADN— en cada acto de la reproducción. Pero las plantas y animales sexuales sí. Sea cual fuere el sistema empleado, recombinarse significa que cada nuevo ser tiene dos progenitores en vez de uno solo. Significa que los miembros de la misma especie —y excepto durante el cortejo los miembros de la mayoría de especies son solitarios y asociales— deben preparar un acto esencialmente importante que sólo puede realizarse en pareja. Los dos sexos pueden tener objetivos y estrategias ligeramente diferentes, pero lo mínimo que exige el sexo es la cooperación.

Una vez que ha aparecido en el mundo un impulso tan poderoso, puede conducir, mediante pasos lentos y naturales, a otros tipos de cooperación. El sexo une a una especie entera, no sólo porque sus miembros se protegen entre sí de la acumulación de mutaciones peligrosas y porque el sexo proporciona nuevas adaptaciones a un entorno cambiante, sino también porque es una continua empresa colectiva, que vincula distintos linajes hereditarios. Esta situación es muy diferente de la práctica asexual, caracterizada por la existencia de muchos linajes paralelos en los que cada organismo es casi idéntico, de generación en generación, sin que exista ningún parentesco cercano entre linajes. Cuando el sexo se vuelve esencial para la reproducción, la atracción de un sexo por el otro y el drama de elegir entre rivales se trasladan al centro del escenario. Otros temas conexos son los celos sexuales, los enfrentamientos reales y simulados, el cuidado en estudiar la identidad y el paradero de posibles compañeros y rivales sexuales, la coacción y la violación; todo lo cual a su vez conduce rápidamente, como señaló Darwin, a la evolución de apéndices extraños y maravillosos, dibujos de colores y conductas de cortejo que los humanos suelen considerar bellos, incluso en miembros de especies lejanamente emparentadas. Darwin pensó que esta selección sexual podría ser el origen del sentido estético humano. Veamos las palabras de un biólogo del siglo xx sobre lo que la selección sexual ha creado en las aves: «Crestas, barbas, gorgueras, collarines, esclavinas, colas,

espolones, excrescencias en alas y picos, bocas teñidas, colas de formas exquisitas o raras, vejigas, manchas muy coloridas de piel pelada, plumones alargados, pies y patas de brillantes matices... El espectáculo es casi siempre bello.»<sup>10</sup> Especialmente para el ave del sexo opuesto que elige su pareja sexual basándose en parte en su bella presencia. Las modas de belleza se difunden luego rápidamente entre la población, incluso si el nuevo estilo no ayuda, por ejemplo, a esquivar a los depredadores. De hecho, estas modas se difunden incluso si la duración de la vida de quienes las adoptan se reduce considerablemente, siempre y cuando el beneficio para generaciones futuras sea suficientemente grande. Una explicación prometedora de los espectaculares despliegues que ciertas aves y peces macho realizan ante las hembras de su especie es que de esta forma demuestran su buena salud y expectativas.<sup>11</sup> Un vistoso plumaje y escamas brillantes indican que el animal no está infestado de ácaros, garrapatas u hongos, y las hembras, como es lógico, prefieren aparearse con machos que no estén cargados de parásitos.

Los salmones de Alaska remontan el poderoso río Columbia, salvan heroicamente cataratas y llegan exhaustos a desovar en un esfuerzo denodado que sirve para propagar sus secuencias de ADN en generaciones futuras. Una vez terminada su tarea, los salmones se desmoronan. Sus escamas se desprenden, sus aletas se despedazan y pronto, a menudo a las pocas horas de desovar, caen muertos y exhalan un aroma típico. Han cumplido su cometido. La Naturaleza no es sentimental. La muerte está integrada en sus planes.

Este proceso es muy distinto de la reproducción asexual y poco espectacular de seres como los paramecios, cuyos descendientes remotos son genéticamente idénticos a sus antepasados lejanos. Puede decirse con cierta lógica que los organismos antiguos están aún vivos. El sexo trajo consigo algo más, aparte de sus múltiples ventajas: el fin de la inmortalidad. Los organismos sexuales generalmente no se reproducen por fisión, dividiéndose en dos. Los grandes organismos sexuales macroscópicos se reproducen fabricando células sexuales especiales, generalmente los familiares esperma y óvulo, que combinan los genes de la próxima generación. Estas células sobreviven el tiempo necesario para realizar su tarea y apenas son capaces de hacer nada más. En los seres sexuales, el padre no distribuye imparcialmente las partes de su cuerpo y se transmuta en dos descendientes, sino que acaba muriendo y dejando su mundo a la generación siguiente, que también morirá cuando le toque. Los organismos indivi-

duales asexuales mueren por equivocación: cuando se les acaba algo o cuando sufren un accidente mortal. Los organismos sexuales están diseñados para morir, están preprogramados para ello. La muerte es un duro recordatorio de nuestras limitaciones y fragilidades y del vínculo que nos une con nuestros antepasados, quienes en cierto modo murieron para que nosotros pudiéramos vivir.

Cuanto más activamente se dedican las enzimas a comprobar y reparar el ADN de los grandes organismos multicelulares, mayor tiende a ser la duración de la vida. Cuando estas enzimas —sintetizadas, por supuesto, bajo el control del ADN de los organismos— escasean o se vuelven inactivas, los errores en las copias proliferan y se agravan y las células intentan aplicar instrucciones cada vez más absurdas. El ADN, cuando no copia con extrema fidelidad, puede disponer, en el momento apropiado, su propia muerte y la del organismo que cumple sus órdenes.

El sexo prescribe la muerte del organismo individual, pero da vida al linaje hereditario y a las especies. Sin embargo, por muchas generaciones consecutivas que hayan existido de organismos asexuales casi idénticos, la acumulación de mutaciones nocivas acaba destruyendo al clon. Se llega al final a una generación cuyos componentes son todos más pequeños y más débiles, y entonces podemos oír la extinción llamando a la puerta. El sexo es la solución del problema. El sexo rejuvenece al ADN y vivifica a la siguiente generación. Está justificado que gozemos con él.

Hace mil millones de años se cerró un trato: los placeres del sexo a cambio de la pérdida de la inmortalidad personal.<sup>12</sup> Sexo y muerte: no es posible lo primero sin lo segundo. Los tratos que impone la naturaleza son duros.

Los primeros seres vivos no tenían padres. Durante unos tres mil millones de años todo el mundo tenía un solo progenitor y era casi inmortal. Ahora, muchos seres tienen dos progenitores y son sin duda alguna mortales. No hay, que nosotros sepamos, formas de vida que tengan normalmente tres padres o más;\* aunque los conductos y la atracción correspondientes no parecen mucho más difíciles de organizar que con dos padres. La variedad de recombinaciones genéticas sería mayor. Y la capacidad de reconocer errores del mensaje (descubrir una secuencia abe-

\* Aunque en raras ocasiones una bacteria viva puede incorporar filamentos de ADN de dos bacterias muertas distintas.



rrante al comparar tres secuencias entre sí) sería muy superior. Quizá en otro planeta...

La hembra del ave garrapatera, al oír la llamada de amor del macho, adopta rápidamente una postura receptiva para indicar sin lugar a dudas que está preparada para copular. Las hembras garrapateras maduras criadas en solitario adoptan la misma postura al oír por primera vez la serenata del macho. El macho se sabe de memoria esta canción de amor, aunque se haya criado en solitario, aunque nunca en la vida la haya escuchado de otro. La partitura de la canción y la información para apreciarla están codificadas en el ADN. Tal vez la hembra se enamora del macho al oírla, al menos un poco. Quizá el macho, al ver que la hembra responde a su música, se enamora de ella, al menos un poco.

En contraste con las atenciones paternas y la selección de parentesco que son tan visibles entre aves y mamíferos, muchas ranas y peces se comen a sus crías. El canibalismo es un hecho común, no sólo en circunstancias extraordinarias de exceso de población o de hambre, sino en condiciones cotidianas normales. Hay montones de crías que se esforzaron en engordar y convertirse en buenos paquetes nutritivos, basta con que sobrevivan unas cuantas crías para que se perpetúe el linaje hereditario y además no existe una vida familiar afectiva que pueda ejercer una influencia moderadora. Pero las atenciones paternas no se dan sólo entre aves y mamíferos. Aparecen de modo ocasional en los peces e incluso en los invertebrados. Las madres de escarabajo pelotero ponen sus huevos en unas pelotas que fabrican hábilmente haciendo rodar las heces de animales, e idolatran a sus pequeños. Y los cocodrilos del Nilo, cuyas fauces poderosas pueden partir a un hombre en dos, se pasean llevando cuidadosamente guardados a sus retoños que espían por entre los dientes de la madre como turistas desde un autobús.<sup>13</sup>

En el reino de los animales, especialmente desde la extinción de los dinosaurios, ha aparecido algo que un observador externo podría interpretar como amor, aunque se trate de simples secuencias genéticas actuando en interés propio. Este fenómeno, que comienza su pleno florecimiento con el origen de los primates, sirve para unir a una especie, para forjar algo parecido a una lealtad común.

La supremacía de la reproducción, la idea de que la próxima generación es lo único, o casi lo único, que importa, se manifiesta de modo especial en las muchas especies cuyos sexos mueren rápidamente y en grandes cantidades poco después de concebir y de haber tomado precauciones para conservar los óvulos fertilizados. En otras especies, incluida la nuestra, padre y madre

desempeñan una función vital en la protección y educación de los pequeños, y por eso hay una vida después de la copulación. De lo contrario, la generación progenitora habría cumplido su tarea y se habría esfumado rápidamente para no competir por los escasos recursos con su propia prole.

El valor adaptativo que supone reunir filamentos de ADN ha sido tan grande que se han realizado enormes cambios en anatomía, fisiología, y comportamiento para satisfacer las necesidades de estas moléculas. Si bien la cooperación existía mucho antes que el sexo —en las colonias de estromatolitos, por ejemplo, o en las relaciones simbióticas de los cloroplastos y los mitocondrios con la célula—, el sexo introdujo en el mundo un nuevo tipo de cooperación, un esfuerzo común y el sacrificio. El sexo ha introducido también una nueva tensión creativa con las diferentes estrategias sexuales de machos y hembras, que clama por la reconciliación y el compromiso, y ha introducido un nuevo y poderoso motivo para la competencia. Nuestra propia especie es un ejemplo tan bueno como cualquiera de las funciones casi determinantes del sexo —no sólo el acto sexual en sí sino todos los preparativos que lo acompañan, sus consecuencias, asociaciones y obsesiones— en la creación de gran parte de la personalidad, el carácter, el programa y el espectáculo de la vida en la Tierra.

### SOBRE LA IMPERMANENCIA

Sólo  
venimos para dormir,  
para tener sueños.

¡Falso! ¡Es falso!  
Venimos para vivir en la Tierra.

Cada primavera  
nos volvemos como una hierba,  
nuestros corazones  
se abren verdes y radiantes  
y el cuerpo saca unas cuantas flores  
y las deja marchitas en algún lugar.

*Poemas de los pueblos aztecas*<sup>14</sup>

## QUÉ FINAS DIVISIONES...

¡Cómo varía el instinto del puerco rastrero comparado, elefante medio racional, con el tuyo! Entre eso y la razón, ¡qué bella barrera separa para siempre, pero para siempre acerca! El recuerdo y la reflexión, ¡qué buenos aliados! ¡Qué finas divisiones separan el pensamiento del sentido!

ALEXANDER POPE, *Ensayo sobre el hombre*<sup>1</sup>

La mayoría de las personas prefieren estar vivas que muertas. Pero, ¿por qué? Es difícil dar una respuesta coherente. A menudo se habla de una enigmática «voluntad de vivir» o de la «fuerza de la vida». Pero ¿qué explica esto? Incluso las víctimas de brutalidades atroces o las personas que experimentan un dolor insufrible pueden sentir a veces deseos de vivir y hasta entusiasmo por la vida. Por qué, dentro del programa cósmico de las cosas, un individuo debe vivir y otro no: es difícil responder a esta pregunta, es imposible, quizá incluso absurdo. La vida es un don que sólo una mínima fracción del inmenso número de seres posibles pero irrealizados tiene el privilegio de recibir. Excepto en las circunstancias más desesperadas, casi nadie está dispuesto a renunciar voluntariamente a la vida, al menos hasta llegar a una vejez avanzada.

El sexo es igualmente desconcertante. Muy pocas personas, al menos hoy en día, tienen relaciones sexuales con el objetivo consciente de propagar la especie o su ADN personal; y en el caso de los adolescentes es rarísimo que tomen una decisión con este objetivo concreto, de modo frío y racional. (Durante la mayor parte de la historia del hombre en la Tierra, la esperanza de vida media no superaba en mucho la adolescencia.) El sexo incluye su propia recompensa.

La pasión por la vida y el sexo está incorporada en nosotros mismos, es innata, está preprogramada. La vida y el sexo contribuyen a la aparición de muchos descendientes con características genéticas ligeramente distintas: primer paso esencial para que la selección natural cumpla su cometido. Nosotros somos instrumentos generalmente inconscientes de la selección natural, en realidad somos sus instrumentos voluntarios. Por muy profundamente que examinemos nuestros propios sentimientos, no encontraremos ningún propósito previo. El propósito viene

después. Todas las justificaciones sociales, políticas y teológicas son intentos de racionalizar *a posteriori* sentimientos humanos totalmente obvios y profundamente misteriosos a la vez.

Imaginemos ahora que no nos interesa en absoluto «explicar» esas cuestiones, que no nos atraen ni el razonamiento ni la contemplación. Supongamos que hemos aceptado sin discutir las estas predisposiciones para la supervivencia y que dedicamos nuestro tiempo exclusivamente a satisfacerlas. ¿Se parece eso al estado mental de la mayoría de seres? Cada uno de nosotros puede reconocer esos dos modos coexistiendo dentro suyo. A menudo lo único que hace falta es un momento de introspección. Los escritores religiosos llaman a estos dos modos nuestros estados animal y espiritual. En el habla cotidiana se establece la distinción entre sentimiento y pensamiento. Dentro de nuestra cabeza parece que hay dos formas diferentes de tratar con el mundo y la segunda forma, en la amplitud del tiempo evolutivo, no surgió en serio hasta hace poco.

Pensemos en el mundo de las garrapatas.<sup>2</sup> Aparte de su equipo físico sexual, ¿qué deben hacer para reproducir su especie? Las garrapatas a menudo carecen de ojos. Los machos y las hembras se encuentran por el olor siguiendo pistas olfativas llamadas feromonas sexuales. La feromona de muchas garrapatas es una molécula llamada 2,6-diclorofenol. Si C indica un átomo de carbono, H de hidrógeno, O de oxígeno y Cl de cloro, esta molécula anular puede escribirse  $C_6H_3OHCl_2$ . Un poco de 2,6-diclorofenol en el aire y los garrapatas enloquecen de pasión.<sup>3</sup>

La hembra, después de aparearse, trepa a un arbusto o matorral y se pone sobre una ramita o una hoja. ¿Cómo sabe el camino de subida? Su piel capta la dirección de donde llega la luz, aunque no pueda generar una imagen óptica de su entorno. La hembra se instala en su hoja o ramita, expuesta a los elementos, y espera. La concepción no se ha producido aún. Las células espermáticas que lleva en su interior están cuidadosamente encerradas en una cápsula, guardadas en un almacén a largo plazo. La hembra puede pasar meses o incluso años esperando y sin comer. Tiene mucha paciencia.

Lo que está esperando es un olor, un soplo de otra molécula específica, quizá la del ácido butírico, que puede transcribirse con la fórmula  $C_3H_7COOH$ . Muchos mamíferos, incluido el hombre, emanan ácido butírico por la piel y los órganos sexuales. Una pequeña nube de esa sustancia les sigue por doquier como un perfume barato. Es un factor de atracción sexual de los mamíferos. Pero entre las garrapatas sirve para encontrar alimen-

to para las futuras madres. Cuando la garrapata siente el olor del ácido butírico flotando bajo suyo, se desprende de su ramita y se deja caer por el aire, con las piernas despendoladas. Si tiene suerte aterriza en el mamífero que pasa por debajo. (Si no, cae al suelo, se sacude y trata de encontrar otro arbusto al que encaramarse.)

La garrapata se agarra al pellejo del huésped, que no se entera de nada, y avanza por la espesura hasta encontrar una zona menos vellosa, un trozo de piel desnuda, agradable y cálido. Allí, perfora la epidermis y bebe sangre hasta hartarse.\*

El mamífero tal vez sienta un pinchazo y se rasque hasta arrancarse la garrapata, o explore insistentemente su pelo hasta dar con ella. Las ratas pueden pasar hasta un tercio de sus horas de vigilia cuidando de su pelaje. Las garrapatas pueden extraer una gran cantidad de sangre, segregan neurotoxinas, llevan microbios patógenos. Son peligrosos. Una concentración excesiva de garrapatas en un mamífero puede provocar anemia, pérdida del apetito y la muerte. Los monos y los simios antropomorfos se rastrean meticulosamente el pellejo unos a otros; éste es uno de sus principales idiomas culturales. Cuando encuentran una garrapata, la arrancan con sus instrumentos de precisión y se la comen. Es notable que gracias a ello estén en estado natural bastante a salvo de estos parásitos.

Cuando la garrapata se ha hartado de sangre, y si ha superado los peligros del aseo, se deja caer pesadamente al suelo. Fortalecida de este modo, abre el precinto de la cápsula que guarda las células espermáticas, deposita los huevos fertilizados en el suelo (quizá unos 10 000) y muere, dejando que sus descendientes continúen el ciclo.

Observemos qué sencillas son las capacidades sensoriales que requieren las garrapatas. Tal vez se alimentaban de sangre de reptil antes de que evolucionaran los primeros dinosaurios, pero el repertorio de habilidades esenciales de las garrapatas sigue siendo bastante pobre: responder a la luz solar para saber el camino hacia arriba; oler el ácido butírico para saber cuándo ha de dejarse caer sobre un animal; sentir el calor; avanzar salvando obstáculos. Esto no es pedir demasiado. Hoy en día tenemos fotocélulas muy pequeñas que pueden encontrar fácilmente el sol en un día despejado. Tenemos muchos instrumentos químicos analíticos que pueden detectar pequeñas cantidades de ácido butírico. Tenemos sensores infrarrojos en miniatura que cap-

\* No es el sabor de la sangre lo que la atrae, sino el calor. Si cayera sobre una pelota con olor a ácido butírico pero llena de agua caliente, la perforaría ávidamente y, cual Drácula inepto, se daría un atracón de agua del grifo.

tan el calor. De hecho, estos tres tipos de aparato se han lanzado a bordo de naves espaciales para explorar otros mundos, por ejemplo, en las misiones Viking a Marte. La nueva generación de robots móviles que se está desarrollando para la exploración planetaria puede pasar ya por encima de grandes obstáculos o sortearlos. Se necesitarán algunos avances en la miniaturización, pero no falta mucho para que pueda construirse una máquina pequeña que imite —en realidad supere con creces— las capacidades centrales de la garrapata para percibir el mundo exterior. Y podríamos equiparla sin duda con una jeringa hipodérmica. (Más difícil sería, sin embargo, imitar su sistema digestivo y reproductor. Nos falta mucho para poder simular partiendo de cero la bioquímica de una garrapata.)

¿Qué siente uno en el interior del cerebro de una garrapata? Uno conoce la luz, el ácido butírico, el 2,6-diclorofenol, el calor de la piel de los mamíferos y los objetos a los que debe trepar. No hay imagen, no hay visión del entorno: uno es ciego. También es sordo. La capacidad olfativa es limitada. Desde luego, pensar no se piensa demasiado. Se tiene una imagen muy limitada del mundo exterior. Pero lo que uno sabe es suficiente para lo que uno hace.<sup>4</sup>

Oímos un ruido sordo en la ventana y levantamos la mirada. Una mariposa nocturna ha chocado de cabeza con el cristal transparente. La mariposa no tenía ni idea de que había un cristal: seres como las mariposas nocturnas existen desde hace centenares de millones de años, y las ventanas de cristal desde hace sólo miles de años. ¿Cómo reacciona la mariposa después de haberse golpeado con la ventana? Vuelve a chocar de cabeza con ella. Es fácil ver insectos que se arrojan repetidamente contra las ventanas, incluso dejando trocitos de su cuerpo sobre el cristal, pero que no aprenden nunca nada de esta experiencia.

Es evidente que en sus cerebros hay un programa de vuelo sencillo, que no les permite darse cuenta de que han chocado con paredes invisibles. No hay una subrutina en ese programa que diga: «Si sigo golpeándome con algo, aunque no lo pueda ver, trataré de evitarlo.» Pero el desarrollo de una subrutina de ese tipo lleva consigo un coste evolutivo y, hasta hace poco, las mariposas que no la tenían no pagaban nada por ello. Las mariposas nocturnas carecen también de la capacidad de resolver problemas generales de un nivel como el citado. No están preparadas para un mundo con ventanas.

Si esto nos permite juzgar la mente de la mariposa nocturna se nos podría perdonar por llegar a la conclusión de que esta

mente tiene muy poca entidad. Sin embargo, ¿no podemos reconocer en nosotros mismos —prescindiendo ahora de las personas afectadas por un síndrome patológico que les impulsa a repetir acciones— circunstancias en las que continuamos cometiendo la misma estupidez, aunque tengamos pruebas irrefutables de que nos está creando problemas?

Nosotros no siempre lo hacemos mejor que las mariposas nocturnas. Incluso jefes de estado se han dado de narices con puertas de cristal. En los hoteles y edificios públicos estas barreras casi invisibles llevan pegados ahora grandes círculos rojos u otros signos de advertencia. También nosotros evolucionamos en un mundo sin cristales. La diferencia entre las mariposas nocturnas y nosotros es que cuando nos recuperamos, raramente nos ponemos a caminar en la misma dirección para chocar de nuevo con la puerta de cristal.

Como muchos otros insectos, las orugas siguen los rastros aromáticos que dejan sus compañeras. Si pintamos en el suelo un círculo invisible con la molécula de ese olor y ponemos varias orugas sobre la pista, seguirán girando y girando para siempre, como locomotoras en una vía circular, al menos hasta que caigan exhaustas. ¿En qué está pensando la oruga, si piensa algo? ¿Pensa quizá: «esa de delante mío parece saber a dónde va y yo la seguiré hasta los confines de la Tierra»? La oruga que sigue el rastro aromático casi siempre acaba encontrando a otra oruga de su especie, que es donde quiere estar. En la Naturaleza apenas hay senderos circulares, a menos que intervenga algún científico bromista, y esta debilidad del programa de las orugas casi nunca les crea problemas. Comprobamos de nuevo la existencia de un algoritmo simple y ningún indicio de una inteligencia ejecutiva que pondere datos discordantes.

Cuando una abeja melífera muere emana una feromona de la muerte, un olor característico que indica a los supervivientes que deben sacar a la difunta de la colmena. Esto podría parecer un acto de responsabilidad social final y supremo. Las demás abejas empujan y arrojan el cadáver de la colmena. La feromona de la muerte es ácido oleico (una molécula bastante compleja,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ , donde = indica un doble enlace químico). ¿Qué pasa si se moja ligeramente a una abeja viva con una gota de ácido oleico? Por muy robusta y vigorosa que sea, las demás la sacarán de la colmena «gritando y pataleando». <sup>5</sup> Incluso la abeja reina tendría que sufrir esa indignidad si la pintáramos con cantidades invisibles de ácido oleico.

¿Comprenden las abejas el peligro que representan los cadáveres descomponiéndose en la colmena? ¿Son conscientes de la relación entre la muerte y el ácido oleico? ¿Tienen idea de lo

que es la muerte? ¿Piensan en verificar la señal de defunción del ácido oleico contrastándola con otras informaciones, por ejemplo la presencia de movimientos saludables y espontáneos? La respuesta a todas estas preguntas es, casi con certeza, negativa. En la vida de la colmena no hay manera de que una abeja pueda despedir un tufo detectable de ácido oleico si no se muere. Es innecesario un complejo mecanismo contemplativo. Las percepciones de las abejas son adecuadas a sus necesidades.

¿Hace el insecto moribundo un esfuerzo especial y final para generar ácido oleico, y de este modo hacer un favor a la colmena? Es más probable que el ácido oleico derive del mal funcionamiento del metabolismo de los ácidos grasos en el momento de la muerte, reconocible por los sensibles receptores químicos de los supervivientes. Una raza de abejas con una ligera tendencia a fabricar una feromona de la muerte prosperará más que otra raza con cadáveres en descomposición y una colmena cargada de enfermedades. Esto sería cierto, aunque ninguna otra abeja de la colmena fuera pariente próxima de la fallecida, pero todas ellas son parientes próximas y la fabricación especial de una feromona de la muerte puede explicarse perfectamente por la selección de parentesco.

El insecto enjorado, de elegante arquitectura, que se pavonea entre las motas de polvo bajo el sol de mediodía ¿tiene emociones, tiene alguna conciencia? ¿O es sólo un sutil robot compuesto de materia orgánica, un autómatas fabricado con carbono, cargado de sensores y actuadores, programas y subrutinas, que fue construido siguiendo las instrucciones del ADN? (Veremos después con más detenimiento el sentido de ese «sólo».) Podríamos estar dispuestos a admitir que los insectos son robots porque, que nosotros sepamos, no hay pruebas convincentes de lo contrario y la mayoría de nosotros no tenemos vínculos emocionales profundos con los insectos.

En la primera mitad del siglo xvii, René Descartes, el «padre» de la filosofía moderna, llegó exactamente a esta conclusión. Descartes, que vivía en una época en que los relojes eran la tecnología punta, imaginó que los insectos y otras criaturas eran elegantes y miniaturizados ejemplares de relojería: «una raza superior de marionetas» como dijo Huxley,<sup>6</sup> «que comen sin placer, lloran sin dolor, no desean nada, no saben nada y sólo simulan inteligencia, del mismo modo que la abeja simula aplicar las matemáticas» (a la geometría de sus panales hexagonales). Las hormigas no tienen alma, argumentaba Descartes; no poseen obligaciones morales especiales.



¿A qué conclusión debemos llegar cuando encontramos en animales muy «superiores» programas similares de comportamiento, muy simples, no supervisados por ningún control ejecutivo central manifiesto? Cuando un huevo de ganso sale rodando del nido, la madre gansa lo vuelve a poner en él con mucho cuidado. El valor que tiene este comportamiento para los genes de ganso es evidente. ¿Comprende la madre gansa, que ha estado incubando sus huevos durante semanas, la importancia de recuperar un huevo que ha salido rodando? ¿Puede saber si falta uno? La madre gansa llega al extremo de recoger casi cualquier cosa que esté cerca del nido, como pelotas de ping-pong y botellas de cerveza. Comprende algo, pero podemos decir que no comprende lo suficiente.

Si atamos a un polluelo por la pata a un palo comenzará a piar con fuerza. Esta llamada desesperada provoca la salida inmediata de la madre gallina que corre hacia el sonido con las plumas erizadas, aunque no pueda ver al polluelo. En cuanto vislumbra al polluelo, comienza a picotear furiosamente a un enemigo imaginario. Pero si encadenamos al pollito ante los ojos de la gallina madre bajo una campana de vidrio, de modo que pueda verlo pero no oír su grito de dolor, la visión del pollito no la afectará en lo más mínimo.

... La señal perceptiva de la piada suele proceder indirectamente de un enemigo que ataca al pollito. De conformidad con el plan, esta señal sensorial es extinguida por la señal efectora del pico que golpea y ahuyenta al hostigador. El polluelo que se debate pero que no pía no constituye una señal sensorial que pueda desencadenar una actividad específica.<sup>7</sup>

Los peces tropicales machos adoptan una actitud agresiva cuando ven las marcas rojas de otros machos de su especie. Pero también se excitan cuando ven pasar por la ventana un camión rojo. Las personas se excitan sexualmente al mirar determinadas disposiciones de puntos muy pequeños sobre un papel, celuloide o cinta magnética. Pagan dinero para poder mirar esas formas.

¿En qué estamos pues? Descartes estaba dispuesto a admitir que los peces y las gallinas son también autómatas sutiles, carentes también de conciencia. Pero entonces, ¿qué son los hombres?

Descartes pisaba un terreno peligroso. Tenía ante sí el ejemplo del anciano Galileo a quien la llamada «Santa Inquisición» amenazó con la tortura por sostener que la Tierra gira una vez al día, contra la idea claramente expresada en la Biblia de que

la Tierra se mantiene estacionaria y los cielos giran a gran velocidad alrededor nuestro una vez al día. La Iglesia Católica Romana estaba muy dispuesta a imponer la obediencia, a intimidar, torturar y asesinar para obligar a todos a que pensarán como ella. A comienzos del siglo de Descartes la Iglesia había quemado vivo al filósofo Giordano Bruno por pensar de modo independiente, por exponer sus ideas y negarse a retractarse. Pero la afirmación de que los animales son autómatas de relojería era un tema mucho más arriesgado y delicado teológicamente que decidir si la Tierra giraba o no, porque no afectaba dogmas periféricos, sino esenciales, como el libre albedrío y la existencia del alma. Descartes, al igual que en otras cuestiones, tenía que actuar con mucho cuidado.

«Sabemos» que somos algo más que un conjunto de programas informáticos de enorme complejidad. Así nos lo dice la introspección. Así lo sentimos. Y por ello Descartes, que intentó realizar un examen concienzudo y escéptico de por qué debía creerse en algo y que hizo famosa la afirmación *Cogito, ergo sum* («Pienso, luego existo»), atribuyó almas inmortales a los seres humanos y a nadie más en la Tierra.

Pero nosotros, que vivimos en una época más ilustrada, en la que los castigos por tener ideas inquietantes son mucho menos severos, no sólo podemos, sino que tenemos la obligación de seguir investigando, como han hecho muchas personas desde Darwin. ¿Qué piensan los demás animales, si es que piensan algo? ¿Qué pueden decir si les interrogamos adecuadamente? Cuando examinamos a alguno de ellos con cuidado, ¿no encontramos pruebas de la existencia de controles ejecutivos que sopesan alternativas, de árboles ramificados de contingencias? Y cuando pensamos en el parentesco de toda la vida en la Tierra, ¿resulta plausible que los hombres tengan almas inmortales y los demás animales no?

La mariposa nocturna no precisa saber cómo esquivar un cristal cuando vuela ni el ganso recuperar sólo huevos y no botellas de cerveza, porque las ventanas de cristal y las botellas de cerveza existen desde hace tan poco que no son un elemento importante en la selección natural de insectos y aves. Los programas, circuitos y repertorios de comportamiento son simples si el hecho de ser complejos no beneficia en nada. Los mecanismos complejos evolucionan cuando los simples no sirven.

En la Naturaleza, el programa de recuperación de huevos de ganso es suficiente. Pero cuando los gansitos salen del cascarón, y especialmente cuando están a punto de dejar el nido, la madre está delicadamente sintonizada con los matices de sus sonidos, gestos y (quizá) olores. La madre ha aprendido muchas cosas so-

bre sus polluelos. Ahora conoce muy bien a los suyos y no los va a confundir con los gansitos de otra, por muy parecidos que puedan resultar a un observador humano.

En especies de aves donde las confusiones son frecuentes, donde las crías de un nido pueden intentar volar y aterrizar por error en un nido vecino, el mecanismo de reconocimiento y discriminación materna es aún más elaborado. El comportamiento del ganso es flexible y complejo cuando el comportamiento simple y rígido resulta peligroso y puede inducir a error; de lo contrario es rígido y simple. Los programas son austeros, no son más complejos de lo que precisan ser... con tal de que el mundo no produzca un exceso de novedades, ventanas y botellas de cerveza.

Volvamos a nuestro insecto volador. Puede ver, caminar, correr, oler, saborear, volar, aparearse, comer, evacuar, poner huevos, metamorfosearse. Tiene programas internos para cumplir estas funciones —contenidos en un cerebro cuya masa es quizá de sólo un miligramo— y órganos especializados, diseñados para ejecutar los programas. Pero ¿es eso todo? ¿Hay alguien responsable, alguien dentro, alguien que controle todas estas funciones? ¿Qué significa este «alguien»? ¿O es el insecto simplemente la suma de sus funciones y nada más, sin autoridad ejecutiva, sin un director de órganos, sin alma de insecto?

Si nos ponemos a cuatro patas y miramos al insecto detenidamente, veremos que ladea la cabeza, triangulándonos, intentando dar un sentido a este monstruo inmenso, amenazador, tridimensional que tiene delante. La mosca avanza caminando despreocupadamente; si levantamos el periódico doblado, se larga rápidamente. Si encendemos la luz, la cucaracha queda paralizada en su camino y nos mira intensamente. Si avanzamos hacia ella, echa a correr y se esconde entre las grietas del parquet. «Sabemos» que ese comportamiento se debe a simples subrutinas neuronales. Muchos científicos se ponen nerviosos si se les pregunta por la conciencia de una mosca común o de un escarabajo. Pero a veces tenemos la misteriosa sensación de que las divisiones que separan los programas de la conciencia quizá no sean sólo finas sino también porosas. Sabemos que el insecto decide a quién comerse, de quién escapar, a quién encontrar sexualmente atractivo. En su interior, con su diminuto cerebro, ¿se da cuenta de que elige, tiene conciencia de su propia existencia? ¿No tiene ni un miligramo de conciencia propia? ¿No alberga esperanza alguna de futuro? ¿No siente ni siquiera una pequeña satisfacción por el trabajo bien hecho de cada día? Si la masa de su cerebro es una millonésima parte de la nuestra, ¿le negaremos una millonésima parte de nuestros sentimientos y de nuestra conciencia? Y si después de haber sopesado cuidadosa-

mente estas cuestiones seguimos insistiendo en que es «sólo» un robot, ¿cómo podemos estar seguros de que este juicio no es válido también para nosotros?

Podemos reconocer la existencia de estas subrutinas precisamente por su inflexible simplicidad. Pero si en lugar de ello tuviéramos ante nosotros a un animal rebosante de juicios complejos, de árboles de posibilidades ramificados, de decisiones impredecibles y con un enérgico programa ejecutivo, ¿nos parecería entonces que estamos ante algo más que un mero computador complejo y exquisitamente miniaturizado?

Una abeja melífera regresa a la colmena de una expedición de exploración y «baila», es decir, que camina de prisa sobre el panal trazando un dibujo fijo y bastante complejo. Quizá lleva pegado al cuerpo polen o néctar y tal vez regurgite parte del contenido de su estómago para sus impacientes hermanas. Lo hace todo en completa oscuridad y las espectadoras verifican sus movimientos por el tacto. Esta información basta para que un enjambre de abejas salga volando de la colmena en la dirección correcta y recorra la distancia necesaria para llegar a un almacén de alimentos que nunca habían visitado, tan fácilmente como si fuera el trayecto cotidiano de casa al trabajo. Las abejas comparten el manjar que ha descrito la exploradora. Esto sucede con más frecuencia cuando escasean los alimentos o el néctar es especialmente dulce.<sup>8</sup> La información hereditaria almacenada dentro del insecto incluye los conocimientos necesarios para codificar la localización de un campo de flores con el lenguaje de la danza y decodificar la coreografía. Quizá no sean más que robots, pero en tal caso la capacidad de estos robots es formidable.

Cuando llamamos a estos seres simples robots, corremos también el peligro de perder de vista las posibilidades que nos brindarán la robótica y la inteligencia artificial en los próximos decenios. Existen ya robots que leen partituras musicales y las interpretan en un teclado, robots que traducen idiomas bastante bien, robots que aprenden de sus propias experiencias y codifican reglas que sus programadores nunca les enseñaron. (En ajedrez, por ejemplo, los robots pueden aprender que conviene generalmente colocar el alfil cerca del centro y no en la periferia del tablero, y luego pueden aprender los casos en que la excepción a la norma está justificada.) Algunos robots ajedrecistas de bucle abierto pueden derrotar a la mayoría de maestros de ajedrez. Sus jugadas sorprenden a sus programadores. Hay expertos que analizan sus juegos y especulan sobre las posibles «estrategias», «objetivos» e «intenciones» del robot. Cuando uno tiene un repertorio grande de comportamientos preprogramados y es capaz de aprender mucho de la experiencia, un observador

de fuera puede comenzar a considerarlo un ser consciente que realiza opciones voluntarias, con independencia de lo que haya dentro de su cabeza (o del lugar donde tiene sus neuronas).<sup>9</sup>

Y cuando uno tiene una gran colección de programas mutuamente integrados, capacidad de comportamiento aprendido, gran habilidad para tratar datos y medios para dar prioridad a programas que compiten entre sí ¿no podría uno comenzar a sentir dentro suyo que ya piensa algo? ¿No podría ser una concepción del mundo típicamente humana nuestra tendencia a imaginar que hay alguien dentro moviendo los hilos de la marioneta animal? \* Nuestra sensación de control ejecutivo sobre nosotros mismos, la seguridad de que estamos tirando de nuestros propios hilos, ¿no podría ser también una ilusión, por lo menos en la mayor parte del tiempo y en la mayoría de las cosas que hacemos? ¿En qué medida somos realmente responsables de nosotros mismos? ¿Y qué parte de nuestro comportamiento cotidiano tiene conectado el piloto automático?

Entre los muchos sentimientos humanos en los que interviene la cultura, pero que pueden estar fundamentalmente preprogramados, podríamos citar la atracción sexual, el enamoramiento, los celos, el hambre y la sed, el horror ante la visión de la sangre, el temor a las serpientes, a la altura y a los «monstruos», la timidez y la desconfianza hacia los desconocidos, la obediencia a quienes mandan, la veneración de los héroes, la dominación de los mansos, el dolor y el llanto, la risa, el tabú del incesto, la sonrisa de placer de los niños al ver a miembros de su familia, la angustia de la separación y el amor materno. Hay un complejo de emociones vinculado a cada una de estas situaciones y el pensamiento tiene poco que ver con ninguna de ellas. Sin duda, podemos imaginarnos a un ser cuya vida interna esté casi totalmente compuesta de estos sentimientos y prácticamente desprovista de pensamiento.

La araña teje su tela junto a la lámpara de la terraza. El hilo, fino y resistente, se desprende de su pezón hilador. Notamos por primera vez que la telaraña brilla llena de gotitas tras una tormenta de lluvia y vemos a la propietaria reparando un puntal de la circunferencia dañado. El elegante dibujo poligonal y con-

\* Un resultado prometedor de la inteligencia artificial es el descubrimiento de que el tratamiento distribuido de datos —el trabajo de muchas computadoras pequeñas en paralelo sin apenas una unidad procesadora central— funciona muy bien y según ciertos criterios mejor que la más rápida y mayor computadora aislada. Muchas mentes pequeñas trabajando en tándem pueden dar un resultado superior a una gran mente trabajando en solitario.

céntrico está cuidadosamente estabilizado por un solo hilo de retén que llega hasta el capuchón de nuestra lámpara y con otro que está unido a una barandilla cercana. La araña repara su tela incluso en la oscuridad y con mal tiempo. Por la noche, cuando la luz está prendida, la araña se sienta justo en el centro de su construcción y espera al infeliz insecto que se siente atraído por la luz y cuya visión es tan mala que apenas puede percibir la telaraña. Cuando el animalito queda atrapado, la noticia llega hasta ella por las ondas que los hilos transmiten. La araña se precipita hacia su presa por un puntal radial, pica al animal, lo envuelve rápidamente en un capullo blanco, lo empaqueta para su uso futuro y regresa corriendo al centro de control. Sin perder la compostura ha dado una demostración maravillosa de eficacia, y ni siquiera la vemos jadear. ¿Cómo sabe la araña diseñar, construir, estabilizar, reparar y utilizar esta elegante telaraña? ¿Cómo sabe que debe construirla junto a la lámpara de la terraza, que atraerá a los insectos? ¿Recorrió la araña toda la casa calculando la abundancia de insectos en los lugares de posible acampada? ¿Cómo pudo estar programado su comportamiento, si la luz artificial se ha inventado tan recientemente que la evolución de las arañas no ha podido todavía tenerla en cuenta?

Cuando se administra a las arañas LSD u otras drogas que alteran la conciencia, sus telarañas se vuelven menos simétricas, más erráticas, o quizá menos obsesivas, con una forma más libre, pero a la vez resultan menos eficaces para capturar insectos. ¿Qué olvida una araña cuando está «colocada»?

Quizá su comportamiento esté totalmente preprogramado en su código de nucleótidos ACGT. Pero ¿no podría una información mucho más compleja estar encerrada también en un código mucho más largo y complejo? O quizá la araña aprendió parte de esta información en aventuras pasadas tejiendo y reparando telas, inmovilizando y devorando presas. Recordemos ahora lo pequeño que es el cerebro de una araña: ¿No podría ser mucho más complejo el comportamiento derivado de las experiencias de un cerebro mucho mayor?

La telaraña está anclada con oportunismo a la geometría local del capuchón de una lámpara de terraza, una barandilla metálica o las vías muertas del ferrocarril. Es imposible que esto estuviera preprogramado por sí mismo. Debió de haber algún elemento de elección, de toma de decisiones, alguna conexión entre la predisposición hereditaria y una circunstancia ambiental que nunca había existido hasta entonces.

¿Es la araña «sólo» un autómatas que realiza sin cuestionarse nada acciones que le parecen lo más natural del mundo, premiadas y reforzadas por un amplio suministro de comida? ¿O puede

haber un componente de aprendizaje, de toma de decisiones y de conciencia de sí mismo?

La araña teje ahora su telaraña con un nivel elevado de ingeniería de precisión y tendrá su premio más tarde, quizá mucho más tarde. Ella espera pacientemente. ¿Sabe qué está esperando? ¿Sueña en deliciosas mariposas nocturnas o en tontas moscas de mayo? ¿O espera con la mente en blanco, al ralentí, sin pensar en nada de nada hasta que el tirón delatador la obliga a correr por uno de los puntales radiales y a picar al insecto que se debate antes de que pueda soltarse y escapar? ¿Estamos realmente seguros de que no tiene una débil e intermitente chispa de conciencia?

Cabría suponer que una cierta conciencia rudimentaria parpadea en las más humildes criaturas y que la conciencia aumenta al crecer la arquitectura neuronal y la complejidad cerebral. «Cuando un perro corre —dijo el naturalista Jakob von Uexküll— el perro mueve las patas, cuando un erizo de mar corre, las patas mueven al erizo de mar.»<sup>10</sup> Pero incluso entre los hombres, pensar es a menudo un estado subsidiario de la conciencia.

Si fuese posible espiar en la sique de una araña o de un ganso podríamos detectar una progresión caleidoscópica de inclinaciones; y quizá algunas premoniciones de elección consciente, acciones seleccionadas en un menú de posibles alternativas. Lo que los organismos individuales no humanos pueden percibir como motivaciones, lo que sienten que está pasando dentro de sus cuerpos es para nosotros uno de los contrapuntos casi inaudibles de la música de la vida.

Cuando un animal sale en busca de comida suele hacerlo de acuerdo con una pauta definida. Una búsqueda al azar es ineficaz, porque el camino le llevará repetidamente al punto de partida muchas veces y el animal explorará los mismos lugares una y otra vez. En cambio, aunque el animal pueda desviarse a derecha y a izquierda, la pauta general de la búsqueda es casi siempre un movimiento progresivo hacia adelante. El animal se encuentra en terreno desconocido. La búsqueda de alimentos convierte el ejercicio en exploración. La pasión por descubrir es innata. Es algo que a uno le gusta hacer por propio placer, pero tiene sus ventajas, ayuda a la supervivencia y aumenta el número de descendientes.

Tal vez los animales sean autómatas casi puros, con impulsos, instintos y aflujos de hormonas que les conducen a un comportamiento que a su vez está siendo apurado y seleccionado cuidadosamente para contribuir a la propagación de una secuencia genética determinada. Por vívidos que puedan ser los estados de conciencia quizá, como observó Huxley, «están causados de modo

inmediato por cambios moleculares en la sustancia cerebral». Pero desde el punto de vista del animal los estados de conciencia deben de parecerle —como a nosotros— naturales, apasionados e incluso en ocasiones deliberados. Tal vez una racha de impulsos y subrutinas entrecruzadas se siente a veces como una especie de ejercicio de libre albedrío. Sin duda el animal no puede tener la impresión de que se le empuja contra su voluntad. El animal elige voluntariamente comportarse según la forma dictada por sus programas contendientes. En general, se limita a obedecer órdenes. Cuando los días se alargan, el animal siente una inquietud desenfocada, algo así como una fiebre primaveral. No ha pensado en la concepción, la gestación, la época óptima para el nacimiento de las crías y la continuación de sus secuencias genéticas; todo eso supera en mucho sus capacidades. Pero en su interior puede muy bien sentir que el clima es embriagador, la vida tempestuosa y el claro de luna agradable.

No queremos ser condescendientes. La profundidad de comprensión que muestran los seres hermanos nuestros es, por supuesto, limitada. Como lo es la nuestra. También nosotros estamos a merced de nuestros sentimientos. También nosotros ignoramos profundamente lo que nos motiva. Y algunos de esos seres tienen como elementos familiares de sus vidas cotidianas sentimientos delicados de los que carece totalmente el hombre. Otros seres tienen gustos y apreciaciones diferentes del mundo exterior: «Al gusano que hay dentro del rabanito picante, el rábano le parece dulce», dice un viejo proverbio yiddish. Además, el gusano del rábano vive en un mundo de olores, sabores, texturas y otras sensaciones desconocidas para nosotros.

Los abejorros detectan la polarización de la luz solar que el hombre no puede captar sin instrumentos; los venenosos crábolos sienten la radiación infrarroja y captan diferencias de temperatura de  $0,01^{\circ}\text{C}$  a una distancia de medio metro; muchos insectos pueden ver luz ultravioleta; algunos peces africanos de agua dulce generan un campo eléctrico estático a su alrededor y notan a los intrusos por las ligeras perturbaciones inducidas en el campo; los perros, tiburones y cigarras detectan sonidos totalmente inaudibles para el hombre; los escorpiones ordinarios tienen microsismómetros en sus piernas con los que pueden notar en la más absoluta oscuridad las pisadas de un insecto pequeño a un metro de distancia; los escorpiones de agua sienten la profundidad midiendo la presión hidrostática; una mariposa hembra y núbil de gusano de seda libera por segundo diez mil millonésimas de gramo de una sustancia atractiva sexual que



lleva hacia ella a todos los machos de kilómetros a la redonda; los delfines, las ballenas y los murciélagos tienen una especie de sonar que permite una precisa localización por eco.

La dirección, el alcance, la amplitud y la frecuencia de los sonidos reflejados que los murciélagos dotados de ecolocalización captan después de emitir quedan sistemáticamente cartografiados en zonas adyacentes de sus cerebros. ¿Cómo percibe el murciélago su mundo de ecos? La carpa y el barbo tienen papilas gustativas distribuidas por la mayor parte de su cuerpo y en la boca; los nervios de todos estos sensores convergen en grandes lóbulos de tratamiento sensorial situados en sus cerebros, que no existen en otros animales. ¿Cómo ve el mundo un barbo? ¿Qué se siente en el interior de su cerebro? Ha habido casos de perros que mueven la cola y saludan con alegría a una persona a la que no habían visto nunca pero que resulta ser el gemelo idéntico del «amo» del perro, perdido hace tiempo y a quien reconoce por el olor. ¿Cómo es el mundo de olores de un perro? Las bacterias magnetotácticas contienen en su interior diminutos cristales de magnetita, un mineral de hierro que los primeros navegantes llamaban piedra imán o calamita. Estas bacterias tienen auténticas brújulas internas que las alinean con el campo magnético de la Tierra. La gran dinamo de hierro fundido que se mueve en el núcleo de la Tierra —y que al parecer es completamente desconocida para el hombre sin instrumentos— es una realidad que sirve de guía a estos seres microscópicos. ¿Cómo les afecta el magnetismo de la Tierra? Tal vez todos esos seres sean autómatas o algo parecido, pero qué asombrosas son las capacidades especiales que tienen y que no tuvo nunca el hombre, ni siquiera un superhéroe de tebeo. ¡Qué diferente debe de ser su visión del mundo, pues perciben tantas cosas que a nosotros se nos escapan!

Cada especie tiene un modelo de realidad diferente cartografiado en su cerebro. Ningún modelo es completo. Todos los modelos omiten algunos aspectos del mundo. Debido a esta omisión, antes o después habrá sorpresas percibidas quizá, como magia o milagro. Hay diferentes modalidades sensoriales, diferentes sensibilidades detectoras, diferentes maneras de integrar las sensaciones en un mapa mental dinámico de una... serpiente, por ejemplo, que persigue su presa deslizándose por el suelo.

Pero Descartes no se dejó impresionar. Escribió al marqués de Newcastle lo siguiente:

Sé muy bien que las bestias hacen muchas cosas mejor que nosotros, pero eso no me sorprende, porque corrobora que ellos actúan impulsados por la fuerza de la Naturaleza y por resor-

tes, como un reloj, que da la hora mejor de lo que puede comunicarnos nuestro juicio.<sup>11</sup>

A medida que la vida evolucionaba, el repertorio de sentimientos se fue ampliando. Aristóteles pensó que «en un conjunto de animales observamos docilidad o ferocidad, apacibilidad o irritabilidad, coraje o timidez, temor o confianza, nobleza o astucia rastrera y, con respecto a la inteligencia, algo equivalente a la sagacidad».<sup>12</sup> Las emociones que Darwin menciona se manifiestan al menos en algunos mamíferos que no son humanos —principalmente en perros, caballos y monos— e incluyen el placer, el dolor, la felicidad, el sufrimiento, el terror, la desconfianza, la falsedad, la valentía, la timidez, el resentimiento, el buen humor, la venganza, el amor desinteresado, los celos, la necesidad de afecto y de elogio, el orgullo, la vergüenza, la modestia, la generosidad y el sentido del humor.<sup>13</sup>

En algún momento, probablemente mucho antes de los primeros hombres, evolucionó también lentamente un nuevo conjunto de emociones: la curiosidad, la perspicacia, el placer de aprender y enseñar. De neurona en neurona, comenzaron a desaparecer las divisiones.

## ¿SON LOS ANIMALES MÁQUINAS?

(CUATRO OPINIONES)

### *Una visión del siglo XVII: Descartes*

Como seguramente habrán visto en las grútas y fuentes de los jardines reales, la fuerza con que el agua brota del depósito basta para mover varias máquinas, incluso para que éstas toquen instrumentos o pronuncien palabras según la diferente disposición de los conductos que llevan el agua...

Los objetos externos que actúan por su mera presencia sobre los órganos de los sentidos y que determinan por estos medios que la máquina corporal se mueva de muchas formas distintas, según como estén dispuestas las partes del cerebro, son como las personas que al entrar en alguna de estas grutas hidráulicas provocan inconscientemente los movimientos que se observan en su presencia. No pueden entrar en ellas sin pisar ciertas palancas dispuestas de tal modo que si, por ejemplo, se acercan a una Diana en el baño, ésta se esconde entre los juncos; y si intentan seguirla, ven a un Neptuno que se acer-

ca amenazándoles con su tridente; o si prueban cualquier otro camino, hacen que aparezca de repente otro monstruo que les arroja agua en la cara; o artilugios parecidos, según el capricho de los ingenieros que los han creado. Y finalmente, cuando se aloje el alma racional en esta máquina, tendrá su sede principal en el cerebro y ocupará el lugar del ingeniero, quien debe estar en el lugar donde se conectan todos los tubos de las instalaciones para que pueda aumentar o disminuir o de algún modo alterar sus movimientos...

Todas las funciones que he atribuido a esta máquina (el cuerpo), como la digestión de los alimentos, el pulso del corazón y de las arterias; la nutrición y el crecimiento de los miembros; la respiración, la vigilia y el sueño; la percepción de la luz, los sonidos, los olores, los sabores, el calor y cualidades semejantes de los órganos de los sentidos externos; la impresión de las ideas de éstos en el órgano del sentido común y en la imaginación; la retención o impresión de estas ideas en la memoria; los movimientos internos de los apetitos y las pasiones; y finalmente, los movimientos externos de todos los miembros que obedecen tan acertadamente, así como la acción de los objetos que se presentan a los sentidos y las impresiones que encuentran en la memoria, que imitan lo más exactamente posible las de un hombre real. Deseo, digo, que consideres que estas funciones de la máquina proceden de modo natural de la simple disposición de sus órganos, ni más ni menos que los movimientos de un reloj u otro autómatas proceden de los de sus contrapesos y engranajes; de modo que, por lo que a ellos respecta, no es necesario concebir otra alma vegetativa o sensible, ni otro principio de movimiento o de vida.<sup>14</sup>

### *Una visión del siglo XVIII: Voltaire*

¡Qué lamentable, qué triste cosa es haber dicho que los animales son máquinas desprovistas de comprensión y sentimientos, que realizan sus operaciones siempre del mismo modo, que no aprenden nada, que no son perfectas en nada, etc.!

¡Cómo! Ese pájaro que hace su nido en un semicírculo cuando está situado contra una pared, que lo construye en un cuarto de círculo cuando está en un ángulo, y en un círculo cuando está encima de un árbol; ¿actúa ese pájaro siempre del mismo modo? Aquel perro de caza que hemos disciplinado durante tres meses, ¿no sabe más al cabo de ese tiempo que antes de comenzar las lecciones? El canario a quien enseñamos una me-

lucía, ¿la repite en seguida? ¿No tenemos que estar enseñándose la durante un tiempo considerable? ¿No vemos que si comete un error se corrige a sí mismo?

¿Juzgas que tengo sentimientos, memoria, ideas sólo porque estoy hablando contigo? Bien, no hablo contigo; ves que me voy a casa con aspecto triste, que busco nerviosamente un papel, que abro el cajón donde recuerdo haberlo puesto, que lo encuentro, y que lo leo con alegría. Juzgas que he experimentado el sentimiento de angustia y de placer, que tengo memoria y comprensión.

Apliquemos el mismo juicio a este perro que ha perdido a su amo, que le ha buscado por todas las calles con gritos de dolor, que entra en la casa, agitado, inquieto, que baja las escaleras, las sube, va de una habitación a otra y que al final encuentra en su estudio al amo a quien ama y le demuestra su alegría con sus ladridos de placer, con sus saltos, con sus caricias.<sup>15</sup>

### *Una visión del siglo XIX: Huxley*

Pensemos en lo que pasa cuando alguien proyecta su puño contra nuestros ojos. Los párpados se cierran instantáneamente, sin conocimiento ni voluntad nuestros e incluso en contra de esta voluntad. ¿Qué ha pasado? Una imagen del puño avanzando rápidamente se forma sobre la retina en la parte posterior del ojo. La retina modifica esta imagen, convirtiéndola en una afección de algunas fibras del nervio óptico; las fibras del nervio óptico afectan ciertas partes del cerebro; el cerebro responde afectando las fibras particulares del séptimo nervio que van al músculo orbicular de los párpados; el cambio de estas fibras nerviosas altera las dimensiones de las fibras musculares, que se hacen más cortas y anchas, y el resultado es el cierre de la rendija entre los dos párpados, alrededor de los cuales están dispuestas estas fibras. He aquí un puro mecanismo que da lugar a una acción útil comparable estrictamente al mecanismo motor de la Diana hidráulica imaginado por Descartes. Pero podemos ir más lejos e indagar si nuestra volición, en lo que denominamos acción voluntaria, desempeña una función distinta de la del ingeniero de Descartes que está sentado en su despacho y abre este grifo o el otro cuando desea poner en movimiento una u otra máquina, pero que no ejerce una influencia directa en los movimientos del conjunto...

Descartes dice que no aplica sus ideas al cuerpo humano, sino sólo a una máquina imaginaria que, de poderse construir,

haría todo lo que el cuerpo humano hace; el filósofo quiere sobornar así al can Cerbero, pero lo hace de modo indigno, e inútilmente porque Cerbero no es tan estúpido que se traque esta bola...

¿Qué hombre vivo, si tuviera control ilimitado sobre todos los nervios de la boca y la laringe de otra persona, podría hacerle pronunciar una frase? Sin embargo, cuando uno tiene algo que decir, ¿hay algo más fácil que decirlo? Deseamos que se pronuncien ciertas palabras: tocamos los muelles de la máquina de hacer palabras y se pronuncian. Igual que el ingeniero de Descartes, que cuando quería que una máquina hidráulica determinada funcionara, sólo necesitaba abrir un grifo y lo que deseaba se realizaba. La educación sólo es posible porque el cuerpo es una máquina. La educación es la formación de los hábitos, la superposición de una organización artificial sobre la organización natural del cuerpo, de modo que los actos que al principio requerían un esfuerzo consciente se convierten finalmente en algo inconsciente y mecánico. Si el acto que requiere de modo primario una conciencia distinta y la volición de sus detalles necesitara siempre el mismo esfuerzo, la educación sería imposible.

Según Descartes el cuerpo realiza, como un simple mecanismo, todas las funciones comunes al hombre y a los animales y considera la conciencia como la distinción peculiar de la «*chose pensante*», del «alma racional», que en el hombre (y sólo en el hombre, en opinión de Descartes) está añadido al cuerpo. El filósofo imaginaba este alma racional alojada en la glándula pineal, como en una especie de oficina central desde donde, por intermediación de los espíritus animales, cobra conciencia de lo que está sucediendo en el cuerpo o de lo que influye en el funcionamiento del cuerpo. Los fisiólogos modernos no atribuyen una función tan elevada a la pequeña glándula pineal, pero aceptan de una manera vaga el principio de Descartes y suponen que el alma está alojada en la parte cortical del cerebro; al menos ésta se considera comúnmente la sede y el instrumento de la conciencia.

... Aunque podamos tener motivos de desacuerdo con la hipótesis de Descartes de que los animales son máquinas inconscientes, eso no significa que él se equivocara al considerarlos autómatas. Los animales pueden ser autómatas más o menos conscientes, más o menos sensibles; y la mayoría de las personas acepta implícita o explícitamente la idea de que son máquinas conscientes. Cuando decimos que las acciones de los animales inferiores están dirigidas por el instinto y no por la razón, lo que realmente afirmamos es que si bien los animales

sienten como nosotros, sus acciones son el resultado de su organización física. Creemos, en resumen, que son máquinas, una parte de las cuales (el sistema nervioso) no sólo pone el resto en marcha y coordina sus movimientos en relación con los cambios en los cuerpos de su entorno, sino que está provista de un aparato especial cuya función es dar vida a los estados de conciencia denominados sensaciones, emociones e ideas. Yo creo que esta opinión generalmente aceptada es la mejor expresión de los hechos conocidos actualmente.

... Es muy cierto que el argumento aplicado a los animales sirve igualmente, en mi opinión, para los hombres; y, por lo tanto, que todos los estados de conciencia, tanto en nosotros como en ellos, están causados de modo inmediato por cambios moleculares de la sustancia cerebral. Me parece que no hay pruebas, ni en los hombres ni en los animales, de que un estado de conciencia sea la causa de cambios en el movimiento de la materia del organismo. Si estas opiniones están bien fundadas, se deduce que nuestros estados mentales son simplemente los símbolos en la conciencia de los cambios que tienen lugar automáticamente en el organismo; y que, para poner un ejemplo extremo, el sentimiento que llamamos voluntad no es la causa de un acto voluntario, sino el símbolo del estado del cerebro que es la causa inmediata de aquel acto. Nosotros somos autómatas conscientes...<sup>16</sup>

### *Una visión del siglo XX: James L. y Carol G. Gould*

Al examinar el tema de las experiencias mentales de los animales hemos empezado a preguntarnos si es correcta la suposición implícita de que los hombres son casi completamente conscientes y conocedores (y por lo tanto totalmente competentes para evaluar a nuestros hermanos animales de menor complejidad cognoscitiva). ¿Podría ser que estuviera muy sobrealvalorado el grado de participación del pensamiento consciente en la vida cotidiana de la mayoría de personas? Sabemos ya que gran parte de nuestro comportamiento aprendido queda fijado permanentemente. A pesar de que aprender una tarea sea un proceso doloroso y difícil, los adultos ya no tienen que concentrarse conscientemente para caminar, nadar, atarse los zapatos, escribir palabras o incluso conducir un coche por un trayecto familiar. Determinados comportamientos lingüísticos se encuadran también en estos esquemas. Michael Gazzaniga, por ejemplo, cuenta el caso de un antiguo médico que tenía una lesión en el hemisferio izquierdo (lingüístico)

tan grave que ni siquiera podía construir frases sencillas de tres palabras. Y sin embargo, cuando alguien mencionaba un específico muy solicitado pero a todas luces ineficaz, soltaba una diatriba de cinco minutos pulida, perfectamente gramatical sobre los defectos del medicamento. Esta perorata estaba almacenada en el indemne lado derecho (junto con el habitual repertorio de canciones, poemas y epigramas) en forma de cinta motorizada que podía emitir palabras sin manipulación lingüística consciente.

... En realidad, ¿qué prueba hay de que en esos sublimes actos intelectuales llamados «inspiración» intervengan pensamientos conscientes? La mayoría de las veces nuestras mejores ideas se nos ocurren cuando no somos conscientes de ello, mientras estamos pensando o haciendo algo que no tiene ninguna importancia. La inspiración probablemente depende de algún programa que compara estructuras repetidamente durante mucho tiempo y que actúa imperceptiblemente por debajo del nivel de la conciencia a la búsqueda de posibles coincidencias.

Se nos ocurre que un etólogo extraterrestre, escéptico y desapasionado, que estudiara nuestra poco atractiva especie podría llegar a la razonable conclusión de que los *Homo sapiens* son, en su mayor parte, autómatas poseedores de unos departamentos de relaciones públicas muy activos y locuaces que se encargan de disculpar y encubrir sus flaquezas.<sup>17</sup>

## EL PENÚLTIMO REMEDIO

Cuando el mundo está sobrecargado de habitantes, el último de todos los remedios es la guerra...

THOMAS HOBBS, *Leviatán*, II, 30<sup>1</sup>

Cuando los organismos se han convertido en auténticos expertos en el sexo y la evolución ha desarrollado el equipo físico del sexo y la pasión por él, aparece necesariamente un peligro: pueden nacer tantos seres competentes y capaces de intercambiar su ADN, que después de devorar todos los alimentos, nutrientes o presas acaben muriendo casi todos, incluidos sus parientes próximos. Esto debe de haber sucedido innumerables veces en la historia de la vida.

Pongamos por ejemplo a un ser tan modesto como una bacteria, que pesa una billonésima de gramo, y dejemos que se reproduzca sin ningún obstáculo. En la segunda generación habrá dos bacterias; en la tercera generación, cuatro; en la cuarta generación, ocho; y así sucesivamente. Si imaginamos que ninguno de esos descendientes muere, al cabo de 100 generaciones el conjunto pesará como una montaña; al cabo de 135 generaciones, como la Tierra; al cabo de 150 generaciones, como el Sol; y al cabo de 185 generaciones, como la galaxia Vía Láctea.

Estos prodigiosos aumentos de masa son simples ejercicios aritméticos que nunca podrían producirse en el mundo real. En primer lugar, los microbios al multiplicarse se quedarán pronto sin comida. Sus descendientes no podrán pesar como una montaña si no disponen de una montaña de comida para alimentarse; mucho menos llegarán a disponer de una Tierra, un Sol o una galaxia. La cantidad disponible de alimentos es limitada. Por lo tanto, los descendientes pronto empezarán a competir entre sí por los escasos recursos. Pero habida cuenta del enorme poder de la reproducción exponencial, un organismo con cierta ventaja, aunque sea reducida, para encontrar alimentos o para aprovecharlos sustituirá rápidamente a la competencia (o al menos eso harán sus descendientes). Los reproductores rápidos generan poblaciones grandes y crean competencia para los recursos; proporcionan la materia prima para una selección natural que



amplía eficientemente las pequeñas diferencias de adaptabilidad, las cuales podrían ser tan pequeñas o sutiles que ni siquiera las notaría el naturalista más competente. Éste era el argumento central del manuscrito de Darwin sobre la evolución, escrito en 1844 y no publicado, y de su artículo publicado en *Proceedings of the Linnean Society* de Londres en 1858.<sup>2</sup>

¿Qué pasa en la realidad cuando el hacinamiento es excesivo? Algunas respuestas parecen estar al servicio de un fin superior. Embriones hermanos de tiburón luchan a muerte en el útero. En muchos mamíferos no humanos, hermanos y hermanas de la misma camada compiten para llegar a los pezones. A menudo hay una cría menos competente que no logra abrirse camino hasta el pezón: es el más débil de la camada que se va debilitando progresivamente con cada intento fallido por alimentarse. La zarigüeya de Virginia tiene trece tetas y generalmente más de treces crías por camada. Sólo sobreviven las crías que consiguen regularmente llegar a una teta. Estas competiciones eliminan a los débiles. Las especies que tienen más tetas que cachorros permiten a las crías debilitadas y con poca iniciativa llegar al estado adulto. Si es poco probable que estas crías sean adultos, que compitan con éxito y transmitan sus genes, su madre habrá estado perdiendo el tiempo desde el punto de vista de sus genes al alimentarlas. Las madres con menos tetas o más crías tienen una ventaja selectiva. Que nosotros sepamos, no acompaña a esto ninguna preocupación por la crueldad y el sufrimiento.

Los hombres hacemos continuamente experimentos de hacinamiento de animales en recintos cerrados, aparte del experimento de las ciudades. Las instituciones responsables se llaman zoos; algunos son mucho más perniciosos que otros. Un problema conocido de los zoos es que muchos de los animales encerrados son algo menos capaces de «reproducirse en cautividad»; otro problema son los conflictos violentos y continuos, generalmente entre machos de la misma especie. Los cuidadores de zoos han aprendido que si desean mantener sus «inventarios» deben separar a menudo a los machos. También se han realizado experimentos de laboratorio para estudiar el hacinamiento. Es importante recordar en todos estos casos la artificialidad de la circunstancia. Una opción posible en estado salvaje no es posible en cautividad: sea cual fuere la provocación, un animal encarcelado no puede escapar del conflicto y empezar su vida de nuevo en otro sitio.

Las ratas comunes o de alcantarilla han estado reproduciéndose en laboratorios científicos desde mediados del siglo XIX. La selección artificial ha creado —en parte por decisiones inconscientes del personal de laboratorio— una raza de ratas que es

más tranquila, menos agresiva, más fértil y que tiene un cerebro notablemente más pequeño que el de sus antepasadas libres. Todo esto es una ventaja para quienes experimentan con ratas.<sup>3</sup>

El psicólogo John B. Calhoun realizó un experimento que se ha hecho clásico,<sup>4</sup> consistente en dejar reproducirse a unas ratas comunes en un recinto de tamaño fijo hasta que el número de ocupantes, y por lo tanto la densidad de población, fuera muy alto. Procuró, sin embargo, que todas las ratas recibieran siempre suficiente comida. ¿Qué pasó?

A medida que la población aumentaba, se observó toda una serie de comportamientos insólitos. Las madres lactantes empezaron a actuar con cierto desequilibrio, rechazando y abandonando a sus crías, que languidecían y morían. A pesar de la abundancia de comida, los cadáveres de los recién nacidos eran vorazmente devorados por cualquiera que pasara. Las hembras adultas en celo o en estro eran perseguidas implacablemente, no por uno, sino por muchos machos, y no tenían esperanza alguna de escapar, ni siquiera de encontrar un refugio. Los trastornos de obstetricia y ginecología proliferaron, y muchas hembras morían al parir, o por complicaciones posteriores. En estas situaciones de hacinamiento las ratas perdían el interés o la capacidad de construir nidos para ellas y sus crías y su capacidad para ello: el resultado eran construcciones de poca monta, inútiles y propias de aficionados.

Calhoun distinguió cuatro tipos de machos: los dominantes y muy agresivos, que eran los «más normales», aunque de vez en cuando «enloquecían»; los homosexuales, que abordaban sexualmente a adultos y jóvenes de ambos sexos (pero, significativamente, sólo a hembras que no ovulaban): sus invitaciones eran generalmente aceptadas, o al menos toleradas, pero los machos dominantes los atacaban con frecuencia; una población completamente pasiva que «se movía por la comunidad como sonámbula» con una desorientación social casi completa; y un subgrupo llamado por Calhoun los «experimentadores», que no participaban en la lucha por una posición social, pero que eran hiperactivos, hipersexuales, bisexuales y caníbales.

Si no hubiera diferencias entre ratas y personas, podríamos llegar a la conclusión de que hacinar a los hombres en las ciudades —dejando inalterados los demás factores— tendría como consecuencia la aparición de más brotes de peleas callejeras y de violencia doméstica, malos tratos y desatención de los niños, aumento de la mortalidad infantil y materna, violaciones en grupo, sicosis, aumento de la homosexualidad y de la hipersexualidad, discriminación hacia los homosexuales, alienación, desorientación y desarraigo social y decadencia de los conocimientos

domésticos tradicionales. Sin duda es interesante. Pero las personas no son ratas.

El hacinamiento de los gatos desencadena un cuadro dantesco de bufidos y maullidos, animales con los pelos de punta, luchas despiadadas y la designación de gatos paria que todos los demás atacan. Pero las personas tampoco son gatos.

El hacinamiento de parientes nuestros más próximos, los piones, puede provocar derramamientos de sangre y disturbios sociales comparables como mínimo a los de ratas y gatos, como veremos después. En muchos animales, el hacinamiento provoca también una mayor susceptibilidad a las enfermedades, y una estatura adulta menor. Pero cuando los monos vervet comienzan a estar hacinados en sus recintos, se evitan cuidadosamente unos a otros y se dedican a estudiar con gran interés el suelo donde están sentados y las nubes que pasan por el cielo. Entre los chimpancés, el hacinamiento tiende a poner a todos algo inquietos. Hay más agresión, pero no mucha más. A medida que la densidad de población aumenta, los chimpancés realizan esfuerzos concertados para calmarse unos a otros y hacer las paces.<sup>5</sup> Los chimpancés tienen mecanismos neurales y un idioma social para compensar el hacinamiento. ¿No nos parecemos más a los chimpancés que a las ratas?

Podría considerarse que la respuesta de las ratas al hacinamiento, incluso en su forma más patológica, tiene una lógica evolutiva implacable. Cuando la densidad de población es excesiva se ponen en marcha mecanismos para reducirla. Contribuyen a lograr este fin factores como el gran número de adultos que pierden el interés social, las enfermedades, el aumento del número de homosexuales, y una elevada mortalidad infantil y materna. Al final, la población se hunde, el hacinamiento se reduce y la generación siguiente retorna a la normalidad, hasta que las presiones demográficas vuelvan a aumentar. Algunos comportamientos en respuesta a una elevada densidad de población de las ratas de Calhoun y de muchas otras especies quizá no deberían considerarse como bárbaras e insensibles, sino como una calamidad necesaria, cuya intervención preparó laboriosamente la evolución.

Hemos expresado el proceso en términos de la selección de grupo, pero también es posible interpretarlo en el idioma de la selección de parentesco. Pero también podríamos haber subrayado que el hacinamiento en la Naturaleza es casi siempre un preludio al hambre y que por ello tiene una especie de lógica desesperada abandonar a las crías o devorarlas, o dejar de construir nidos para los pequeños o procurar que las crías nazcan muertas o no concebirlas.<sup>6</sup>

En muchos animales —los monos aulladores, por ejemplo— la elevada densidad de población provoca la llegada al poder de machos forasteros y la matanza de las crías. Este comportamiento es especialmente vívido en las especies cuyos machos dominantes mantienen harenes o intentan impedir que otros machos se reproduzcan.<sup>7</sup> Pero, ¿se debe esto fundamentalmente al hacinamiento o a la estrategia evolutiva del nuevo macho dominante? Eliminar todas las distracciones de las hembras lo más rápidamente posible, lograr que ovulen (lo cual se consigue matando a sus crías) y preñarlas antes de que el próximo usurpador derrote al macho dominante favorece la proliferación de sus genes.\* Cuanto mayor sea el hacinamiento más desafíos de rivales sexuales y más infanticidios de este tipo. Aún no está claro si esto explica todo el comportamiento anómalo de las ratas de Calhoun, pero sin duda lo explica en parte.

Si, compadecidos de las ratas, gatos y papiones de estos experimentos, deseáramos ayudarlos, ¿qué podríamos hacer? Podría ocurrirnos la idea de organizar su fuga de la prisión y devolverlos a sus medios naturales. Eliminaríamos el hacinamiento, y si los animales pudieran apañarse solos quizá recuperarían su comportamiento y su estructura social normales. Pero ¿no debería la misma evolución haber inventado mecanismos para dispersar a organismos competidores de modo que no se interpusieran en los respectivos caminos, especialmente la variedad agresiva más flagrante, generalmente los jóvenes machos adultos? Esto sería ventajoso tanto para el individuo como para la especie.

De hecho, la Naturaleza proporciona esta válvula de seguridad: los perdedores potenciales —quienes creen que serán vencidos si continúan luchando o quienes consideran que los beneficios hipotéticos de la lucha no merecen el riesgo de aguantar y luchar hasta la muerte— pueden simplemente recoger los bártulos y marcharse. Hay una cláusula de escape en su contrato, una tarjeta que permite salir de la cárcel y reducir en picado los casos de mutilación y asesinato. Basta cumplir unas pocas

\* Ofrecen una interesante confirmación de estas ideas las observaciones del experto en comportamiento animal Stephen Emlen. Emlen decidió examinar las jacanas, aves que tienen los papeles sexuales habituales invertidos: los machos se ocupan de cuidar a las crías y las hembras compiten vigorosamente por tener algo parecido a un harén de machos. Las hembras que no poseen un harén no se reproducen, de modo que las de categoría inferior a menudo desafían a las hembras dominantes. Cuando triunfa un intento de este tipo, la hembra vencedora generalmente destruye los huevos y mata a los polluelos. Luego solicita sexualmente a los machos, que ahora no tienen crías con las que entretenerse y pueden dedicarse a propagar las secuencias genéticas de la nueva hembra. La estrategia genética del infanticidio es situacional, no basada en el sexo.

formalidades y largarse. Pero encerrémosles en un zoo o en un bloque de pisos de laboratorio para ratas y les estaremos negando toda posibilidad de huida. Es entonces cuando se vuelven locos.

Se precisa para ello algún tipo de repulsión mutua, como el de las cargas eléctricas del mismo signo o polaridad. Cuando dos electrones están lejos, apenas sienten su influencia mutua. Pero si los acercamos, entra en acción una poderosa fuerza de repulsión eléctrica, tanto mayor cuanto más cerca están. Algo parecido pasa con los imanes. Los animales oportunistas, que en condiciones favorables pueden reproducirse exponencialmente, necesitan una repulsión mutua que aumenta rápidamente cuando los animales se ponen en contacto próximo y sistemático. Esta fuerza existe en la Naturaleza: es la agresión intraespecífica, es decir, la agresión interna, dentro de una especie determinada.

La competencia en los animales se da casi siempre entre miembros de la misma especie. ¿Cómo podría ser de otro modo? Tienen casi exactamente el mismo hábitat, los mismos gustos culinarios, la misma estética erótica, los mismos lugares de anidar y dormir, el mismo terreno donde buscar comida y cazar. Si los animales viven dispersos, habrá suficiente alimento y recursos para todos, siempre que estén lo bastante cerca para poderse encontrar cuando llegue el momento de aparearse. Si hay hacinamiento los conflictos aumentan e incluso los animales más fuertes corren un riesgo mayor de enfrentarse a muerte.

La dispersión se logra gracias a la agresión, pero la agresión no es lo mismo que la violencia y raras veces llega tan lejos como la violencia.<sup>8</sup> A menudo basta con anunciar amenazadoramente a quien pueda oírlo que ése es territorio propio y que no se tolerarán intrusos. El animal puede patrullar las fronteras rociando el suelo con orina o depositando heces en lugares destacados y estratégicos o puede dejar una señal aromática de su interés por la finca arrastrándose y frotando mucho con sus glándulas odoríferas especiales. El oso gris intentará dejar en un pino marcas lo más altas que pueda; los posibles cazadores furtivos al imaginar la estatura de su autor, evitarán el encuentro.

Aproximadamente el 80 % de los diferentes órdenes de mamíferos están armados con glándulas aromáticas especializadas. Las gacelas las tienen delante de los ojos, los camellos en las patas y el cuello, las ovejas en el vientre, algunos cerdos en el codillo, las gamuzas detrás de los cuernos, las antilocabras en la mandíbula, los pecarís en la espalda, los almizcleros en los genitales y las cabras en la cola. Los ratones de agua frotan sus patas posteriores con las glándulas de sus flancos y golpean rítmicamente con las patas el suelo. Los gerbos y las ratas de bos-

que frotan sus vientres directamente sobre el suelo y segregan su señal aromática con su glándula ventral. Algunos animales tienen cinco o seis tipos diferentes de glándulas aromáticas en diferentes lugares de su cuerpo, cada una de las cuales contiene una proclama química diferente. Los gatos rocían las cortinas y tapicerías con gotitas de orín cuidadosamente titulado, por si un insolente gato forastero entrara en la sala y se acurrucara frente a la chimenea. Los conejos depositan sus heces recubriendo cada bolita con el producto de la glándula aromática anal y forman montones meticulosos en las encrucijadas interiores de las madrigueras: como los altares de Hécate en los caminos de la antigua Grecia.

Algunos animales marcan a otros con estos olores, y las ratas orinan sobre los cuerpos de sus parejas: quizá como un signo de propiedad sobre individuos y territorios. Los animales pueden distinguir por el olor a hembras de machos, a miembros de su propio grupo o raza de los demás, pueden determinar la edad, la identidad individual y la receptividad sexual de las hembras.<sup>9</sup> Los científicos han empezado a descifrar las frases repertorio de sus comunicados químicos, que pueden ser: «¡fuera forasteros!: a vosotros lo digo», o bien «macho soltero, bien alimentado, desea conocer a hembra soltera y atractiva...», o «si quieres pasar un buen rato, sigue este rastro aromático». A veces parece que los mensajes son mucho más sutiles. Los animales se dedican a llenar los conductos de comunicación olfativa con una riqueza y agudeza discriminadora que los hombres perdieron hace tiempo. A pesar de todos nuestros instrumentos, todavía no hemos conseguido volver a entrar en ese mundo.

Si, a pesar de todos los mensajes aromáticos, alguien invade nuestro territorio, quizá baste con hacer gestos amenazadores, abalanzarse sobre él o mostrarle los dientes y gruñir. Es evidente que entablar un combate mortal diente con diente o garra con garra cada vez que hay una pequeña disputa jurisdiccional es demasiado costoso para todos, tanto vencedores como vencidos. Es mucho mejor dispersar a la población con fanfarronadas, engaños, fingimientos y una vívida pantomima sobre el trato violento que daremos al intruso si se empeña en ignorar nuestras moderadas y razonables advertencias. La disuasión es la forma de arreglar generalmente este tipo de cosas en el planeta Tierra. La violencia real se sitúa en el extremo final del espectro de posibilidades agresivas: es un último recurso, como dijo Hobbes. La Naturaleza suele solucionar las cosas sin llegar a ese extremo.

Para evitar malentendidos es importante haber establecido convenciones inequívocas no sólo sobre lo que constituye una agresión, sino también sobre lo que constituye la sumisión. Los

gestos sumisos típicos de los mamíferos son lo opuesto a los gestos agresivos típicos:<sup>10</sup> apartar la vista y mirar a cualquier lado excepto al adversario, la inmovilidad absoluta, una especie de reverencia con las patas delanteras y la cabeza gachas y la grupa levantada, ocultar las partes del cuerpo que podrían interpretarse como exhibiciones de amenaza y presentar hacia arriba la arteria yugular o el vientre exponiendo los órganos vitales al adversario, como invitando al destripamiento. La pantomima es lúcida: «Aquí tienes mi vientre, haz conmigo lo que quieras.» Casi siempre sigue a esto un gesto magnánimo del vencedor.\* Las diferentes especies tienen diferentes convenciones hereditarias sobre lo que constituye y simboliza la sumisión. La lucha se transforma en ritual; en lugar de combate sangriento, hay un intercambio de datos.

Este tipo de agresión —la mayoría de veces entre machos de la misma especie que se disputan territorios o hembras— es muy diferente de la agresión de los depredadores, o de la agresión contra miembros de otras especies. Las dos modalidades tienen en común algunos rasgos (mostrar los dientes, por ejemplo), pero una es principalmente una simulación y la otra va muy en serio. En cada cual intervienen partes diferentes del cerebro. En rivalidades amorosas, los gatos chillan, escupen, arquean el lomo, erizan el pelo, levantan la cola y dilatan las pupilas. (Observemos que muchas de estas posturas y gestos hacen que el animal parezca mayor y más peligroso de lo que es.) Sin embargo, raras veces se lastiman en serio. La propensión genética a atacar a otros individuos de la misma especie y a provocar ataques de ellos tiene un elemento de adaptación negativa: aunque uno gane todas las peleas, puede salir malherido, o se le puede infectar una herida pequeña. Los rituales sin sangre y el combate simbólico son mucho más prácticos.

La agresión de los depredadores es exactamente lo contrario. Su primer objetivo es acercarse lo más posible a la víctima antes de que ésta se de cuenta de lo que está pasando. El gato avanza sigilosamente, por centímetros si es preciso, con las orejas aplastadas hacia atrás, el pelo pegado al perfil del cuerpo y la cola baja. El gato acecha en silencio absoluto. Luego viene el salto inesperado, la muerte de la presa y la cena; todo con una delicadeza y gracia consumadas, sin maullar y sin escupir. La agresión intraespecífica es casi únicamente exhibición, ostentación,

\* Otro aspecto del vocabulario gestual de pacificación es el comportamiento infantil de los adultos, incluyendo la súplica. En cierto modo es como cuando los enamorados humanos usan un lenguaje afectivo llamándose el uno al otro «pequeño». Aplican un léxico establecido en la infancia para otro propósito.

intimidación, coacción, arte teatral. Sólo en raras ocasiones acaba siendo un combate a muerte. Sin embargo, la agresión interespecífica es otra cosa. Ahí se va al grano. Puede que la presa escape, pero la intención del depredador es matar. Pocas especies confunden sistemáticamente las dos formas de agresión.

El combate fingido es el pan de cada día en el teatro de la agresión intraespecífica; ambos contendientes representan su papel, realizan los movimientos, pero ninguno acaba realmente herido. Los mortíferos peces piraña de dientes de aguja que habitan los ríos de Sudamérica luchan entre sí, o al menos los machos, pero nunca se muerden; morder les podrían perjudicar a todos. En lugar de morder se empujan con las aletas de la cola. Quieren comunicar agresión, pero no ensangrentar las aguas. Es como si los combatientes caminaran sobre una fina línea divisoria entre la cobardía y el asesinato. Lo más frecuente —en condiciones de hacinamiento las cosas pueden ser distintas— es seguir la línea con una asombrosa precisión. Pero, como recordatorio de lo fina que es la línea, en muchas especies la lucha intraespecífica es más probable cuando los animales tienen hambre. Un tipo de comportamiento desemboca en el otro.

La hembra de la garza azul oye el grito de amor del macho. Puede haber varios machos llamando al mismo tiempo, al viento, que no saben quién les escucha. La hembra escoge al que más le gusta y se posa sobre una rama próxima. El macho comienza inmediatamente a cortejarla. Pero si ella muestra interés y se le acerca, el macho cambia de opinión, se vuelve desagradable y la expulsa, o incluso la ataca. Cuando la desconcertada hembra huye, el macho la llama de nuevo «frenéticamente», según dice Nikko Tinbergen, el cronista pionero de la vida de la garza azul. Si la hembra le da otra oportunidad y regresa, es muy probable que el macho vuelva a atacarla. Pero si la paciencia de la hembra aguanta lo suficiente, el voluble malhumor del macho se irá calmando poco a poco y quizá acabe dispuesto a aparearse con ella. El macho es conflictivo y ambivalente. El sexo y la agresión están mezclados en su cerebro y la confusión es tan profunda que sin la paciencia de la hembra la especie podría dejar de reproducirse. Si tuviera que nombrarse en el reino de las aves a un candidato para la sicoterapia, proponemos a la garza azul macho. Pero en las mentes de muchas especies, incluidos reptiles, aves y mamíferos, se da una confusión parecida, especialmente en los machos. Parte del circuito neural del cerebro correspondiente a la agresión parece estar situado junto al circuito neural del sexo. El comportamiento resultante es extrañamente familiar. Pero, por supuesto, los hombres no son garzas.

A menudo podemos observar en el comportamiento del ani-



mal una ambivalencia, una tensión entre inhibición y desinhibición del mecanismo agresivo. El animal no sabe qué partido tomar. Un gallo de pelea armado con un pico y unos espolones mortales, en pleno enfrentamiento, puede darse la vuelta y ponerse a picotear un guijarro del suelo, que arrojará al cabo de un momento. En el comportamiento humano, como en el animal, esto se llama «desplazamiento». Los sentimientos agresivos se transfieren o se desplazan a alguien o a algo distinto, de modo que las pasiones puedan descargarse sin provocar daños reales. El gallo no está enfadado con el guijarro, pero el guijarro está a tiro y es un blanco más seguro.

Algunos peces tropicales machos utilizan sus vivos colores para mantener alejados a otros machos, es decir, para proteger territorios y hembras. Pero también las hembras están decoradas de modo parecido. Durante el cortejo, si la hembra se siente atraída por el macho prescinde de sus habituales indicaciones de sumisión o de disposición a la fuga y muestra sus intenciones amorosas al macho con una exhibición. Sin embargo, esta exhibición es muy parecida a la propia postura agresiva del macho. En algunas especies, el macho se enfurece (y probablemente se desconcierta un poco); responde mostrando a la hembra la coloración de su costado, bate la cola temiblemente y la embiste. Pero, como señala Konrad Lorenz en un famoso estudio, en realidad no la ataca (si lo hiciera, dejaría menos descendencia): pasa de largo cerca de la hembra y ataca a otro pez, generalmente al macho que manda en el territorio contiguo y que probablemente estaba muy tranquilo con sus cosas ramoneando entre las algas. Finalmente, la situación se resuelve. Nuestro protagonista deja de atacar a su vecino o de embestir a la hembra. La especie continúa. En este caso, en lugar de desplazar la agresión de un enemigo formidable a un objetivo inofensivo, el desplazamiento es inverso. Este tipo de redirección está muy extendido. También aquí los gestos, posturas y exhibiciones relacionados con el sexo están muy próximos a los de la violencia. Ambos pueden confundirse.

Un lobo saluda a otro rodeándole el hocico con la boca. Muchos otros mamíferos hacen algo parecido. Los domadores de animales salvajes se sorprenden cuando son los beneficiarios de esos saludos. El lobo se levanta sobre sus patas traseras, coloca las patas delanteras en los hombros del científico y pone sus mandíbulas alrededor de la cabeza del científico. Ésta es simplemente la manera que el lobo tiene de mostrarse cariñoso. Si fuésemos un animal que no supiera hablar, comunicaríamos un mensaje muy claro: «¿Ves mis dientes? ¿Los notas? Podría hacerte daño; sí, mucho daño. Pero no lo voy a hacer porque me

gustas.» Una vez más, una línea muy estrecha separa el afecto de la agresión.

Los chimpancés que juegan a pelearse de broma, como decimos nosotros, ponen una «cara de juego» característica para demostrar que su gimnasia de combate no es más que un juego. Las exhibiciones de cortejo de las gaviotas se han calificado de actos de «temor y hostilidad, o tendencias de ataque y de huida, expresadas... de una forma que parece negarlas».<sup>11</sup>

Entre las garzas hay una «ceremonia de apaciguamiento» en la que el macho extiende sus alas, exagera su tamaño, levanta el pico... y luego, todavía en una postura de amenaza, se da la vuelta y presenta una parte de su anatomía vulnerable y muy visiblemente marcada, quizá la parte lateral o trasera de la cabeza. La pantomima puede repetirse varias veces e incluir un ataque a un trozo de madera u otra cosa que esté a mano. El mensaje que el ave comunica es claro: «Soy grande y amenazador, pero no para ti, sino para ése, aquél y el de más allá.»<sup>12</sup>

La sonrisa puede tener un origen similar. Enseñar los dientes conlleva el mensaje: «Me parece que eres comida» o por lo menos, «Cuidado conmigo». Pero en el lenguaje simbólico de los animales esta señal puede suavizarse y modificarse: «Aunque seas comida, aunque yo esté bien equipado para comerte, conmigo estás a salvo.» En todo el mundo, en casi todas las culturas humanas, sonreír demuestra afecto y compañerismo (con ciertos matices que comunican un toque de nerviosismo y deferencia). En todo el mundo, en casi todas las culturas humanas, en la vida civil como en la militar, al dar un apretón de manos, al dar esos cinco, al saludarse como los sioux montados, al dar los salves al César y los Heil a Hitler, al saludar a un oficial superior o al agitar la mano para decir adiós, los hombres ofrecemos nuestra mano derecha para saludar, demostrando cuando todavía estamos a una distancia segura que no vamos armados y que por lo tanto no somos una amenaza. Ésta es la información que uno necesita conocer en una especie propensa desde sus primeros días a los palos, cuchillos, lanzas y hachas.

Los animales, con ocasionales excepciones, no parece que deduzcan conscientemente lo que deben hacer en una situación determinada y que luego, sopesando alternativas, opten por la agresión. Éste es un proceso demasiado lento para poder sobrevivir en el tumultuoso mundo biológico. El animal siente la amenaza o ve la presa y una décima de segundo después responde. Se inicia un conjunto complejo de reacciones fisiológicas —se vierte adrenalina en el torrente sanguíneo y los miembros comienzan

a flexionarse— y estas reacciones suelen estar disponibles y listas en el animal, a la espera de las señales que las desencadenarán.

En la arquitectura neural de los mamíferos hay un circuito innato de la agresión y la depredación. Si se estimula eléctricamente una determinada región del cerebro de un gato solitario, comenzará a acechar a una presa imaginaria. Si cortamos la corriente, el gato se estirará y se lamerá las patas; la alucinación se ha desvanecido. Las ratas que no se paran a mirar dos veces a los ratones, al aplicar una descarga eléctrica en las partes apropiadas de sus cerebros, se convierten en asesinas enloquecidas, en máquinas implacables de matar ratones. Los circuitos neurales simulados existen por algún motivo; en el curso ordinario de la vida del animal, los excitará alguna señal del mundo exterior —un movimiento, un olor, un sonido causante de estimulación eléctrica— y se pondrá en marcha el mecanismo del cerebro encargado de la agresión o la depredación. Incluso los cachorros de perro de sólo dos semanas se ponen a aullar y a ladrar si se les da un succulento hueso cubierto de carne. La comida seca para perros no desencadena la misma respuesta innata y apasionada. Los hombres también tienen este mecanismo. A veces un circuito que se dispara cuando no debe o que está mal conectado puede ponerse en marcha con muy pocos estímulos del mundo exterior, o incluso sin ningún estímulo.

Es como si todos nosotros, aves y mamíferos —pero especialmente los machos—, fuéramos por el mundo llevando un tablero de control con sus teclas. Los tableros son muy visibles y ofrecen fácil acceso a los demás (y también a nosotros; de modo que podemos ejercitarnos solos, como saben hacer los atletas profesionales). Cuando se pulsan las teclas, se desinhibe un conjunto de respuestas poderosas, apasionadas y a veces mortales que en general están rigurosamente controladas. Visto de este modo, puede parecer extraño que la Naturaleza haya creado unas teclas tan fáciles de pulsar, de acceso tan fácil, tan vulnerables a la explotación.<sup>13</sup>

Una especie de luciérnagas caníbales simula el color y la frecuencia de los destellos de llamada de otra especie de luciérnagas palurdas. Las caníbales pulsán las teclas del amor de inocentes insectos; las luciérnagas víctimas ven visiones de hembras seductoras donde en realidad sólo hay bocas abiertas. A menudo los machos de muchas especies, para atraer a hembras poco interesadas o recalcitrantes y aparearse con ellas, están dispuestos a pulsar teclas destinadas a objetivos bastante distintos, como

la alimentación, la defensa, la timidez ante la agresión, o el cuidado de las crías. Pueden arremeter brevemente de modo amenazador, llorar como un bebé, imitar una llamada de alarma, saltar con una sola pierna como si estuvieran heridos, o (los pavos reales) picotear en el suelo como si hubieran encontrado comida.<sup>14</sup>

Estos machos, que no se dejan influir por los escrúpulos, emplearán cualquier método que sirva. En muchas culturas, los jóvenes intentan pulsar todas las teclas disponibles para el sexo, formulando quizá promesas totalmente insinceras de fidelidad y dedicación; o se provocan mutuamente a la pelea burlándose del valor del otro, por ejemplo, o calumniando el comportamiento sexual de su madre. Las ventajas de tener estas teclas tan a mano deben pesar más que los riesgos. Sin embargo, la inflexibilidad de estas respuestas impulsivas podría ser motivo de preocupación.

Estas pautas de comportamiento están codificadas también en los ácidos nucleicos. Cada ademán de disuasión, cada postura que indica sumisión queda meticulosamente escrita en el lenguaje de los nucleótidos ACGT. Por lo tanto, podríamos esperar que entre un animal y otro de una especie determinada varíe el estilo o la intensidad de la agresión, como así se comprueba. Si tomamos una población de ratones y apareamos entre sí por un lado a los agresivos y por otro a los pacíficos, obtendremos finalmente dos razas de temperamento claramente diferente. Esto no se debe al modo de criar a los hijos, porque los retoños de padres agresivos, criados por madres pacíficas, son agresivos y viceversa. Se sabe que los criadores de perros han producido mediante la selección artificial razas nerviosas, excitables y feroces, como por ejemplo los rottweiler o los pitbull, y razas pacíficas y amables, utilizadas a menudo como perros guardianes, por ejemplo el cocker. La herencia suele tener más influencia que el entorno doméstico sobre la agresión de ratones y perros. (En los hombres podría ser al revés, o ambas influencias podrían estar igualadas.)

Casi todos los mamíferos sociales están organizados en grupos de hembras (a menudo emparentadas) y sus hijos. Los machos, por lo demás ausentes, están presentes de modo conspicuo cuando las hembras están en celo. Pueden dedicarse a dominar, luchar o aparearse, pero en términos de estructura social básica y de crianza de los hijos su presencia suele ser escasa. Generalmente, crían a los hijos madres solteras. Son excepciones a la norma los chimpancés, los gorilas, los gibones, los perros salva-

jes y quizá los lobos. Y, de un modo más que ocasional, los hombres.

En climas templados y polares hay buenos motivos para que las crías nazcan en primavera, porque así les queda para crecer el resto de la primavera y todo el verano y el otoño, antes de que deban enfrentarse con los rigores del invierno. Si el período de gestación es corto (o si dura casi un año), el apareamiento se producirá también en primavera. Tuvieron que transcurrir grandes espacios de tiempo evolutivo para conseguir incorporar relojes biológicos en los animales, estimular la maquinaria reproductora en el momento oportuno de la primavera e inhibirlo en otras épocas del año.

La selección natural ha proporcionado una amplia gama de pistas visuales, olfativas, auditivas y de otra índole para informar a los machos, generalmente poco interesados, de que a su alrededor los ovarios están desprendiendo óvulos, lo que no es posible captar de otro modo. La atención sexual en otros momentos suele ser un esfuerzo inútil (sirve para unir al macho y a la hembra de especies que necesitan a ambos para criar a los pequeños). La hembra está diseñada con un cierto calendario interno (que quizá la longitud del día pone en marcha) y una serie de señales y comportamientos (feromonas seductoras, además de posturas provocativas, por ejemplo). Cuando llega la estación del amor y se recibe la señal, ambos sexos enloquecen de pasión como activados por algún aparato de relojería cartesiano.

Si el apareamiento se produce en la primavera, la rivalidad de los machos por las atenciones de las hembras debería tener su momento culminante en la primavera. Si las vidas de los ciervos dependen en parte de su velocidad y de su capacidad de defensa cuando los acorralan los depredadores, las pruebas intraespecíficas de fuerza, velocidad, resistencia y estrategia de los ciervos macho benefician a los genes de los vencedores y al clan de los ciervos. Se trata de combates ritualizados, casi nunca a muerte. El sentido del ejercicio queda inmediatamente claro cuando la hembra se entrega al vencedor. Una multitud de espectáculos de este tipo repetidos a lo largo de generaciones ayuda al ciervo a mantenerse al nivel de las mejoras hereditarias que experimenta, por ejemplo, la habilidad cazadora de los lobos.

En muchas especies depredadoras los animales cazan juntos. Se levanta a la presa y se le hace caer en la emboscada, o se la agota con repetidas fintas. Se aísla a los rezagados, generalmente los más débiles, que son las crías y los viejos. Se utiliza un sistema de relevos. El primer grupo realiza sólo fintas y el segundo grupo corre a paso largo para tomar el relevo del ataque cuando el primer grupo está agotado. La cooperación per-

mite cazar con mucha eficacia, y los depredadores pueden derribar a animales mucho mayores que ellos.

Los miembros de un equipo de caza tienen una cierta ética: cualquier rivalidad que pueda existir entre ellos queda arrinconada durante la caza. También para ellos «la política se detiene al borde del agua». Dentro del grupo hay un conjunto de normas sociales diferentes de las de fuera. Pero entre atacar animales de otras especies y atacar forasteros de la misma especie sólo hay un paso. Este paso lo dan los perros y los leones, que cazan en equipo, y las hormigas y los pingüinos, que no lo hacen. Estos animales actúan como si solamente debieran lealtad especial a su grupo; todos los demás inspiran desconfianza y hostilidad, aunque sean miembros de la misma especie. Y esto no se limita a los equipos de caza. Es un realidad de la vida de la mayoría de aves y mamíferos sociales.

El etnocentrismo es la creencia de que el grupo propio (sea cual fuere) ocupa el centro de todo lo bueno y verdadero, el centro del universo social. Nosotros hacemos las cosas como deben hacerse. La xenofobia es el temor y el odio hacia los extranjeros. El comportamiento de ellos es obstinado o raro o abominable. No tienen el mismo respeto hacia la vida que nosotros tenemos. Y en todo caso están ahí para acabar con nosotros. Es de nuevo el «nosotros contra ellos». El etnocentrismo y la xenofobia son muy comunes entre las aves y los mamíferos, aunque no constituyan una norma invariable: las bandadas de aves migratorias, por ejemplo, son mucho más abiertas a los recién llegados de la misma especie.

Si topamos con un forastero que quiere hacernos daño a los dos, ambos tendremos motivos para dejar de lado las diferencias que puedan existir entre nosotros y oponernos juntos al enemigo común. Las posibilidades de sobrevivir a un ataque —como individuos y como grupo— son mucho mayores si hacemos causa común con nuestros compañeros. La existencia de enemigos comunes puede actuar como una poderosa fuerza de unificación. Los enemigos comunes mantienen funcionando la maquinaria social. Los grupos que tienden a la paranoia xenofóbica podrían tener una ventaja de cohesión en relación con grupos que inicialmente son más realistas y despreocupados. Quizá exageramos la amenaza, pero hemos reducido las tensiones internas dentro del grupo; y si la amenaza del exterior es más grave de lo que habíamos calculado en privado, estaremos mejor preparados. Si los costos sociales se mantienen dentro de límites razonables, esta actitud puede ser una estrategia de supervivencia válida. Por eso a veces la xenofobia puede resultar contagiosa.

Las crías son vulnerables incluso en animales que tienen po-

cos enemigos naturales cuando son adultos: los delfines, por ejemplo, o los lobos. Hay que tomar medidas especiales para protegerlas. Los delfines adultos no se alejan de sus crías. Los cachorros de lobo son muy cautos y temerosos en sus primeros meses de vida. Muchos polluelos piden alimento con señales visuales y no auditivas, para no despertar el interés indeseable de los depredadores. Estas medidas permiten tratar la violencia interespecífica y también la intraespecífica. Muchos animales que viven en grupo atacan a miembros de otros grupos perdidos en su territorio, por lo tanto las crías tienen buenos motivos para desconfiar de los forasteros.

Las crías de ñu azul, un antílope africano que es presa de muchos depredadores, pueden mantenerse en pie temblorosamente a los pocos minutos de haber nacido. Al cabo de cinco minutos ya puede seguir a su madre, y a las veinticuatro horas puede seguir el paso de la manada. Los ñus azules crecen de prisa. Las crías de otros animales, cuyo ejemplo más claro es el hombre, nacen completamente desvalidas. Si los padres los abandonan, mueren en pocos días, aunque no haya depredadores. Una madre de ñu azul apenas hace concesiones a su cría, aparte de dejarla mamar. Las madres humanas (y las madres del petirrojo, del lobo y del mono, entre muchas otras) deben adoptar un repertorio complejo de comportamientos para que pueda haber una próxima generación. En los mamíferos superiores estas actividades especiales pueden durar años o incluso decenios, hasta que el hijo ha crecido casi del todo. Una inversión tan alta se justifica si el beneficio es también elevado y comparable. La larga infancia de los mamíferos superiores está relacionada con sus cerebros más grandes y con la necesidad de enseñar a las crías. Esto libera a los cachorros de la inflexibilidad relativa que supone disponer sólo de conocimientos genéticos preprogramados.

En muchos animales hay un período temprano de la vida durante el cual se produce un aprendizaje profundo e irreversible; una época, por ejemplo, en que un patito seguirá cualquier cosa cercana que se mueva como su mamá, aunque sea un barbudo precursor del estudio del comportamiento animal. Esto se denomina impresión. Los patitos, antes de romper el cascarón y salir del huevo, memorizan la voz de quien les está incubando y le responden con píos desde dentro del huevo. Si durante la incubación habla con el huevo un hombre, el patito al nacer responderá a esta voz. La impresión puede incluir el aprendizaje de una llamada, una canción, un olor, una forma o una preferencia alimentaria, y desarrolla un profundo vínculo emotivo. La información queda grabada en la memoria para toda la vida.

Estos sonidos, olores e imágenes están asociados con la co-

mida, el calor, el cariño y la seguridad en un mundo a menudo hostil. Los corderos, pollitos y gansitos deben reconocer con confianza y seguir a sus madres andantes; en caso contrario, el castigo puede ser la muerte. No es extraño, pues, que la impresión dure toda la vida. La predisposición a dejarse imprimir está programada en el ADN y sujeta a limitaciones muy estrictas (en algunos casos el proceso sólo puede ocurrir en un período específico de uno o dos días de una vida entera). Pero la información específica tan indeleblemente grabada está condicionada por el medio ambiente y la experiencia, y difiere de un animal a otro. De esta forma, los pequeños pueden adquirir, generalmente de sus padres, conocimientos recientes que no pudieron incluirse en la última edición de los ácidos nucleicos.

Una inclinación general hacia el etnocentrismo y la xenofobia puede considerarse necesaria en cada generación. Pero los grupos a los que se debe lealtad y los que merecen especial odio y desprecio pueden cambiar de una generación a otra. La impresión es un medio de adaptar las propensiones generales a la política práctica, y constituye una forma de educación. La maquinaria está lista para quienes saben usarla. Los animales jóvenes tienen una memoria casi eidética pero no tienen aptitudes críticas. Se creerán cualquier cosa, todo lo que les enseñen. Como nos recuerda el ejemplo del desfile de patitos anadeando con adoración tras el etólogo, los animales superiores faltos de escrúpulos podrían hacer un uso indebido de la impresión. Las crías están muy dispuestas a aprender a quién deben amar y a quién deben odiar.

Si se frotran con aroma de limón los pezones y las vaginas de ratas madres que amamantan, cuando los hijos machos llegan a adultos se sienten atraídos preferentemente por hembras con olor a limón, y renuncian a otras hembras de olor natural, accesibles y núbiles.<sup>15</sup> Esta impresión por el olor indica hasta qué punto las experiencias tempranas pueden influir en las preferencias y la actividad sexual posterior. Esto nos recuerda la canción que dice: «Quiero una chica como la chica que se casó con mi papaíto.» Pero los hombres no somos ratas.

Los animales con infancias largas e impresiones eficientes pueden realizar cambios completos en su comportamiento para adaptarse a un entorno cambiante y hacerlo en sólo unas generaciones y no a lo largo de eras geológicas. Esto, a su vez, crea vínculos aún más estrechos entre las madres y sus retoños. Crea algo muy parecido al amor. Esto significa también que las diferentes comunidades de una misma especie pueden tener pautas de conducta diferentes que se transmiten de una generación a otra, aunque los grupos sean, en términos genéticos, esencial-



mente idénticos. La estrategia de infancias largas y aprendizaje temprano introduce un nuevo elemento: la cultura.

La vida humana comienza en una carrera de uno contra centenares de millones. Las células espermáticas desbocadas son competitivas desde el comienzo. Pero el objetivo fundamental de la rivalidad es una cooperación muy estrecha. Las dos células se funden completamente y combinan su material genético. Dos seres muy diferentes se convierten en uno solo. El acto de crear un ser humano implica una mezcla de elementos opuestos casi extravagante: competencia desesperada contra toda probabilidad de éxito y una cooperación tan perfecta que las identidades propias de cada parte se esfuman. Sería incoherente que se menospreciaran seres surgidos de una intensa rivalidad y que comienzan con una perfecta cooperación.

«En las acciones de la Naturaleza —dijo Marco Aurelio—, no se encuentra mal alguno.»<sup>16</sup> Los animales no son agresivos porque sean salvajes, bestiales o malvados —esas palabras explican muy poco—, sino porque ese comportamiento proporciona alimento y defensa contra los depredadores, porque espacia la población y evita el hacinamiento y porque tiene un valor de adaptación. La agresión es una estrategia de supervivencia que ha evolucionado para servir a la vida. Coexiste, especialmente en los primates, con la compasión, el altruismo, el heroísmo y el tierno y sacrificado amor hacia las crías. También éstas son estrategias de supervivencia. Eliminar la agresión sería una tontería, aparte de un objetivo inalcanzable: es un elemento demasiado profundo de nosotros mismos. El proceso evolutivo ha actuado para alcanzar el nivel de agresión correcto —ni demasiado, ni demasiado poco— con los inhibidores y desinhibidores adecuados.

Procedemos de una mezcla turbulenta de inclinaciones contradictorias. No debería sorprendernos que en nuestra psicología y nuestra política prevaleciera una tensión de elementos opuestos semejante.

## DOMINACIÓN Y SUMISIÓN

Cuando dejamos de mirar a un ser orgánico como mira un salvaje a un navío, como algo totalmente incomprendible para él; cuando pensamos que todos los productos de la Naturaleza han tenido una larga historia; cuando las estructuras complejas y los instintos nos parecen la suma de muchas invenciones, útil cada una de ellas a quien las posee, del mismo modo que cualquier gran invento mecánico es la suma del trabajo, la experiencia, la razón y hasta de los errores de muchos trabajadores; cuando contemplamos así a cada ser orgánico, el estudio de la historia natural —hablo por experiencia— resulta mucho más interesante.

CHARLES DARWIN, *El origen de las especies*<sup>1</sup>

Orden. Jerarquía. Disciplina.

BENITO MUSSOLINI,  
propuesta de consigna nacional<sup>2</sup>

Los dos crótalos se deslizan silenciosamente uno hacia el otro, moviendo sus lenguas bífidas. Se enroscan lentamente en un abrazo lánguido, elevándose cada vez más del suelo. Los brillantes anillos se mueven en un flujo y reflujo constante. Los reptiles forman juntos una doble hélice como un eco macroscópico de su subyacente realidad microscópica.

Observadores de otra época llegaron a la conclusión de que esto es una danza de cortejo reptilina. Pero aquellos observadores se olvidaron de capturar a las serpientes y determinar su sexo. Si lo hacemos nosotros veremos que ambos crótalos son machos. ¿Qué están haciendo entonces? Los abrazos homosexuales se conocen en todo el reino animal y por lo tanto aquello podría seguir siendo una danza de cortejo; pero, aparte de que el espectáculo suele terminar cuando una serpiente derriba a la otra en el suelo, no se trasluce en él ningún acto sexual manifiesto. Este hipnotizante ritual serpentino parece más bien un combate de lucha libre regido por reglas estrictas. Ningún combatiente acaba lastimado o con un mordisco, que nosotros sepamos. Cuando el duelo termina, el que ha sido derribado acepta la derrota y se marcha deslizándose por el suelo.

¿Es esto un concurso para acceder a las hembras? A veces no hay ninguna hembra presente que inste al campeón o no está

disponible como recompensa para el vencedor. Se trata como mínimo de una lucha jerárquica para decidir quién es el mejor crótalo, lo cual no excluye la posibilidad de que el encuentro sea también homosexual: la competencia entre machos para dominar, expresada en la metáfora homosexual, es un tema extendido entre los animales.

Perder la batalla parece un duro golpe para la autoestima del crótalo. Se le ve malhumorado y desmoralizado, incapaz durante varios días de defenderse contra rivales aún más débiles. Pero aquí hay un mecanismo que convierte después la lucha por la dominación en un apareamiento afortunado: cuando un crótalo hembra encuentra a un macho solitario imita el comportamiento masculino y se levanta del suelo como si se estuviera preparando para ese deportivo combate. Si el macho, abatido aún por su última derrota, no tiene suficiente vigor para estar a la altura de las circunstancias, la hembra buscará otra pareja.<sup>3</sup> Casi sin excepción, las hembras acaban apareándose con los vencedores.<sup>4</sup>

Un crótalo macho<sup>5</sup> toma bajo su «protección» a una o más hembras sexualmente receptivas y hace lo que puede para ahuyentar a otros machos. El crótalo macho defiende territorios específicos o compite por ellos, especialmente por los territorios que contienen recursos importantes para la siguiente generación de crótalos. El más famoso crótalo americano, la serpiente cascabel de las praderas, no se aparea cuando sale de la hibernación en primavera, sino que espera hasta el final del verano, aunque entonces seguir el rastro de una hembra le suponga un auténtico esfuerzo.

En cambio, las serpientes *thamnophis* de Manitoba invernan en enormes madrigueras que contienen unos diez mil individuos: el proverbial nido de serpientes. En primavera las hembras están sexualmente receptivas cuando van saliendo, una por una, de la guarida. Lo que se encuentra tampoco está mal: una pandilla de varios miles de machos que espera impacientemente abalanzarse sobre cada hembra a medida que van saliendo y formar una contorsionada y orgiástica «bola de apareamiento» que es básicamente infecunda. La competencia entre los machos es feroz, tanto antes como después del coito; el vencedor, tras aparearse, inserta un tapón vaginal de modo que ningún rival pueda triunfar si él no ha logrado preñar al objeto de sus atenciones. Incluso entre las serpientes hay un núcleo de comportamiento básico —que incluye dominación, territorialidad y celos sexuales— que los humanos no tienen problema alguno en reconocer.

Las sociedades animales son democracias sólo en muy pocos casos. Algunas son monarquías absolutas, otras oligarquías inestables, otras —especialmente las de hembras— aristocracias hereditarias. Las jerarquías dominantes existen en casi todas las especies de aves y mamíferos, excepto las más solitarias. Hay un orden de categorías basado principalmente en la fuerza, el tamaño, la coordinación, el coraje, la belicosidad y la inteligencia social. A veces basta mirar para adivinar quién domina en un momento dado: por ejemplo el ciervo que tiene más puntas en su cornamenta o el gran gorila de espalda plateada, espectacularmente musculoso. En otros casos es alguien que no habríamos imaginado, alguien con una estatura física anodina, cuyas cualidades de mando quizá sean evidentes para los animales que observamos, pero no para nosotros.

Llamamos «alfa», la primera letra del alfabeto griego, al animal dominante, cuya posición se decide en un combate ritualizado o a veces en un combate real. Después de alfa viene beta, luego delta, zeta, eta... hasta omega, la última letra del alfabeto griego. Lo más frecuente es que alfa domine a beta, quien muestra los correspondientes signos de sumisión, que beta domine a gamma; gamma a delta; y así por toda la jerarquía.\* El macho alfa puede mostrar un comportamiento dominante en la jerarquía masculina en el 100 % de los casos, el macho o machos omegas en el 0 % y los que están en medio pueden presentar frecuencias intermedias.

Si dejamos de lado la dudosa satisfacción intrínseca que puede dar intimidar a los demás, poseer una categoría superior a menudo comporta ciertos beneficios prácticos: el privilegio de comer primero y de tomar los bocados más selectos, por ejemplo, o el derecho a mantener relaciones sexuales con quienquiera que despierte el apetito. Los entusiastas más apasionados de las jerarquías de dominación son casi siempre los machos, aunque en muchos casos hay jerarquías de dominación femenina casi paralelas. Los machos suelen dominar a todas las hembras y a todos los jóvenes. Entre las especies relativamente escasas cuyas hembras dominan en ocasiones a los machos hay que citar

\* Alfa también domina a gamma y a los que están por debajo de gamma; beta domina a delta y a los que están por debajo de delta; y así sucesivamente. Hay más animales dominados que dominadores, y la jerarquía podría llamarse con mayor motivo de sumisión y no de dominación. Pero a los hombres nos fascina la dominación y a menudo, al menos en Occidente y dejando la religión de lado, nos repele un poco la sumisión. Se han escrito bibliotecas enteras sobre las «dotes de mando» y apenas nada sobre las «dotes de obediencia».

a los monos vervet, los mismos que saben mantener la calma en casos de hacinamiento.

Si bien el acceso privilegiado a hembras deseables no es el acompañamiento invariable de la categoría superior, es un beneficio frecuente de ella. En una población de ratones, el tercio superior de la jerarquía puede ser el causante del 92 % de las inseminaciones. En un estudio sobre leones marinos, los machos situados en el 6 % superior de la jerarquía dominante fecundaron al 88 % de las hembras.<sup>6</sup> Los machos de categoría superior suelen esforzarse para impedir que los machos de categoría inferior fecunden a las hembras. A veces las hembras actúan para provocar la rivalidad entre los machos.<sup>7</sup> Si los machos dominantes engendran casi todos los hijos, es evidente que ser macho dominante tiene una gran ventaja selectiva. Las cualidades heredadas que predispongan a conseguir el dominio, mantenerlo y disfrutar de él, se implantarán rápidamente en toda la población, o al menos entre los machos. La evolución reconfigurará con este fin las constituciones sociales e individuales. De hecho, parece que hay partes del cerebro que se ocupan del comportamiento dominante.<sup>8</sup>

El ascenso de categoría no suele producirse mediante el trabajo social comunitario o la resistencia al invasor. El ascenso se consigue principalmente con combates dentro del grupo que la mayoría de las veces son rituales y algunas veces reales. Darwin comprendió claramente cómo podría producir la selección natural este resultado:

La ley de la lucha por la posesión de la hembra parece prevalecer en todas las grandes clases de mamíferos. Casi todos los naturalistas admitirán que el mayor tamaño, fuerza, valentía y agresividad del macho, sus armas especiales de ataque, así como sus medios especiales de defensa, se han adquirido o se han modificado mediante esa forma de selección que he llamado sexual. Esto no depende de una superioridad en la lucha general por la vida, sino de que determinados individuos de un sexo, generalmente los machos, logren conquistar a otros machos y dejen más descendientes para heredar su superioridad que los machos menos afortunados.<sup>9</sup>

Si uno es segundo lugarteniente en la jerarquía y desea un ascenso, desafiará al primer lugarteniente, éste desafiará al capitán, éste al comandante; y así sucesivamente escalafón arriba. Al menos en este aspecto, las jerarquías de dominación animal y las jerarquías militares humanas son diferentes. Tal vez un ejemplo mejor es el de ciertas jerarquías en empresas donde todo

vale para derribar al rival. Si el desafiador triunfa, los dos animales a veces intercambian su posición, y los lingotes de plata pasan a ser de oro. Los animales debilitados por enfermedades, heridas, o por la edad generalmente descienden en el escalafón.

En las jerarquías de dominación no suele funcionar el principio de que «en este pueblo no cabemos los dos». Cuando uno se enfrenta con un malhumorado macho alfa tiene otra opción además de huir o luchar. Puede someterse. Casi todos lo hacen. Los machos subordinados se congracian con los que ocupan la cima de la jerarquía mediante incesantes reverencias y friegas. Los que están situados más cerca del poder suelen tener acceso a comida y a hembras que son las sobras de los alfas. A veces los machos dominantes están tan atareados con sus funciones policiales que quienes ocupan puestos inferiores en la jerarquía pueden concertar citas sexuales que nunca se les habría permitido si los alfas hubieran estado menos ocupados. La fertilización subrepticia de las hembras cuando el macho alfa no mira se llama «cleptogamia». Los «besos a hurtadillas» tienen más o menos el mismo sabor. De modo que ser un alfa no es más que una estrategia para que los machos continúen sus linajes. Ser beta o gamma con una cierta inclinación a la cleptogamia es también una estrategia. Y hay otras más. Una jerarquía de dominación no ambigua y bien definida minimiza la violencia. Hay muchas amenazas, intimidación y sumisión ritual pero apenas se producen daños corporales. La violencia estalla cuando el orden jerárquico es incierto o está continuamente cambiando. Cuando los machos jóvenes intentan establecer su lugar en la jerarquía o cuando hay una lucha en la cúspide para ocupar la categoría alfa, los combates pueden provocar heridas graves, incluso muertes. Pero si a uno no le importa estar constantemente subordinado a animales de rango superior, la jerarquía de dominación ofrece un medio pacífico y ritualizado con pocas sorpresas. Quizá éste sea un motivo de atracción para quienes se integran en jerarquías religiosas, académicas, políticas, policiales y colectivas, o en la clase militar en épocas de paz. Cualquier inconveniente que la jerarquía pueda imponer está compensado por la estabilidad social resultante. El precio puede pagarse en ansiedad: temor a ofender a los superiores, a ser considerado poco deferente, a olvidar la propia posición, a cometer un crimen de lesa majestad.

Cuando se mantiene la jerarquía de la dominación, todos los conflictos (especialmente los combates rituales o simbólicos) se dan entre animales que se conocen. Pero la agresión intraespecífica xenofóbica es diferente, porque se produce entre animales sin vínculos ni parentesco percibido que ni siquiera se conocen.

Es un encuentro con forasteros de olor extraño, y lo más probable es que el enfrentamiento provoque víctimas y muertes.

Cuando llega un ratón desconocido, las ratas dejan lo que estaban haciendo y lo atacan: las ratas dominantes atacan al intruso por la espalda y a menudo lo montan en el proceso, mientras que las ratas subordinadas atacan al intruso por los flancos y raras veces lo montan. Cada uno hace lo que puede.<sup>10</sup> Entre los ratones que viven en grupos pequeños, los que están en la cúspide de la jerarquía tienden a forcejear, intimidar y luchar más activamente, a reaccionar con mayor energía ante las novedades y a tener más hijos. También tienen pieles más lustrosas que los machos subordinados. Pero cuando se trata de luchar con un ratón de otro grupo,<sup>11</sup> se ponen en juego repentinamente formas democráticas y los subordinados luchan junto a los alfas.\*

La geometría más simple de una jerarquía de dominación es lineal o en línea recta. Es la jerarquía que hemos descrito. El soldado raso delega en el cabo, el cabo en el sargento (y si examinamos con mayor detenimiento, hay varios grados hiperfinos de soldados rasos, cabos y sargentos), el sargento delega en el alférez y así sucesivamente pasando por el teniente, el capitán, el comandante, el teniente coronel, el coronel, el general de brigada, el general de división, el teniente general o el mariscal de campo. Los estamentos militares de los diferentes países tienen diferentes nombres para las diversas graduaciones, pero la idea básica es la misma: Todo el mundo conoce su posición. Los subordinados tratan con deferencia a sus superiores. Les rinden homenaje.

Las jerarquías lineales son una forma de organización social fácilmente observable entre las aves de corral, donde existe un orden de picoteo. Es especialmente claro el ejemplo de las gallinas. (En los mamíferos el orden jerárquico es a menudo el hecho principal de la vida social masculina.) La gallina alfa picotea a beta y a todas las que están por debajo, beta picotea a gamma y a todas las que están por debajo; y así vamos bajando por la jerarquía hasta llegar a la pobre omega, que no tiene nadie a

\* La historia muy reciente de la actividad bélica humana proporciona un contraste: los alfa generalmente viejos se aíslan en lugar seguro, a menudo donde están las mujeres jóvenes, y mandan a luchar y a morir a sus subordinados, generalmente jóvenes. En ninguna otra especie han instituido impunemente los machos alfa combinaciones tan gratas y cómodas. Esto requiere al menos una cooperación implícita entre alfas de grupos rivales, pero a menudo se llega a un arreglo. Ninguna otra especie, aparte de los insectos sociales, ha tenido inteligencia suficiente para inventar la guerra. La guerra es una institución óptimamente configurada para beneficiar a los alfas.

quien picotear. Los machos de categoría superior intentan monopolizar sexualmente a las gallinas, pero a veces fracasan. Los gallos dominan a las gallinas excepto en raras ocasiones, como puede observarse en la vida cotidiana del corral.

En las poblaciones grandes es poco común el orden de categorías lineal; por el contrario, se separan pequeños bucles triangulares en los que delta domina a epsilon, epsilon domina a zeta, pero zeta además de dominar a eta también domina a delta, o quizá incluso a alguien situado más arriba en la jerarquía.<sup>12</sup> Estas relaciones crean una complejidad social a la que pueden oponerse las gallinas acérrimamente conservadoras.

¿Cómo se establece la jerarquía de dominación? Cuando dos gallinas se conocen suele estallar una breve trifulca con muchos cloqueos, graznidos, picoteos y vuelo de plumas. O bien una de las gallinas puede mirar bien cómo es la otra y someterse a ella sin pelear, como suele suceder cuando una gallina inmadura se enfrenta con una adulta saludable. Entre las gallinas vigorosas, la vencedora es la mejor luchadora o la más fanfarrona. Interviene el factor «campo propio»: es mucho más probable que una gallina gane la pelea en su propio corral que en el de su adversaria. Están en juego la agresividad, la valentía y la fuerza. A menudo basta un solo combate de dominación para que quede congelada la relación entre las dos gallinas; la de rango superior tiene el derecho a picotear a la de rango inferior sin temor al castigo. En los grupos en donde se sustituyen periódicamente las gallinas de rango superior por otras completamente desconocidas, éstas luchan más, comen menos, pierden peso y ponen menos huevos. A la larga, el orden de picoteo beneficia a las propias gallinas.<sup>13</sup>

El juego de «acoquinar» nació entre los adolescentes estadounidenses del decenio de 1950 y consiste en que un jugador desafía al otro para ver quién se acoquina antes. El ejemplo más conocido es conducir dos automóviles a gran velocidad uno contra el otro: quien se desvía antes quizá salve su vida (y de paso la de su rival) pero pierde su posición. El nombre en inglés «jugar a gallinas» (*play chicken*) denota su profundo origen evolutivo. En la cultura de los jóvenes ser gallina significa tener miedo a realizar una acción arriesgada o heroica. El nombre evoca el comportamiento de los subordinados en la jerarquía de dominación del corral; su elección delata, si no el conocimiento real, al menos la intuición de las raíces animales de esa costumbre.

Hay sistemas sociales monárquicos en los que todo el mundo está dominado por el macho alfa o por los pocos machos de rango superior, y apenas hay agresiones en el resto del grupo. El macho dominante dedica una cantidad considerable de tiempo



a calmar a los subordinados ultrajados y a dirimir disputas. A veces la justicia es un poco brutal, pero a menudo un simple ladrido o un mueca bastan. En especial en estos sistemas las jerarquías de dominación favorecen la estabilidad social. Los machos de muchas especies han desarrollado armas potentes. La vida sería mucho más peligrosa si cada vez que dos pirañas macho o dos leones o dos ciervos o dos elefantes macho estuviesen en desacuerdo estallara una lucha a muerte. La jerarquía de dominación que incluye posiciones sociales relativas fijas durante períodos considerables de tiempo y la institucionalización de combates rituales en lugar de reales para resolver enfrentamientos serios, es esencial para el mecanismo de supervivencia. No sólo supone ventajas genéticas para el macho dominante, sino también para todos los demás. *Pax dominatoris*. Aunque sea preciso aguantar muchos abusos, aunque a veces nos ofenden los jefes, un sistema de este tipo donde cada uno sabe cuál es su sitio, resulta seguro quizá incluso cómodo.

¿Qué tipo de selección es ésta? ¿Es una simple selección individual del alfa macho, con un beneficio para los demás machos sólo incidental? ¿Es una selección de parentesco, porque los machos de categoría inferior son parientes no muy lejanos de los alfa? ¿Es selección de grupo, porque estos grupos estructurados y estabilizados por una jerarquía de dominación tienen más probabilidades de sobrevivir que grupos en los que el combate a muerte es la norma? ¿Son estas categorías separables e inequívocas?

El alfa quizá tenga ganas de atacar a un inferior que le ha ofendido, pero si éste hace los gestos de sumisión característicos de la especie, el alfa se ve obligado a perdonarle. No se han sentado para ponerse de acuerdo sobre un código moral, ni nadie ha bajado las tablas del monte, pero las posturas y gestos de las inhibiciones ante la violencia son muy parecidos a un código moral.

Uno de los ejemplos más espectaculares del comportamiento de dominación en los grupos, que se observa entre animales tan diferentes como pájaros, antílopes y (quizá) mosquitos, es el de los lugares de cortejo.

En los lugares de cortejo se celebra una especie de torneos antes de la estación de reproducción y durante ella. El mismo grupo de machos se encuentra uno y otro día en un lugar tradicional y ocupa las mismas posiciones individuales en una arena, ocupando y defendiendo cada uno un pequeño territorio o corte. Cada macho se enfrenta con sus vecinos uno a uno, de forma intermitente o continua, exhibiendo un maravilloso plumaje o

sus capacidades vocales o realizando curiosos ejercicios gimnásticos... Los machos tienen territorios propios, pero sigue habiendo una jerarquía: los de rango superior suelen estar ubicados en medio y los aspirantes menores, que no se han graduado, quedan fuera. Las hembras llegan a estas arenas en su debido momento para ser fertilizadas, y normalmente pasan hasta llegar a uno de los machos dominantes del centro.<sup>14</sup>

Tal vez la llegada de la primavera a Ft. Lauderdale o Daytona Beach sea una de las instituciones humanas más parecidas al cortejo que acabamos de describir.

La conducta de dominación es habitual entre los reptiles, anfibios e incluso crustáceos.<sup>15</sup> Los varánidos (como el dragón de Komodo) realizan exhibiciones de intimidación rituales y estereotipadas muy buenas. Agitan o sacuden la cola, se levantan sobre sus patas posteriores, hinchan la garganta y si su rival no se somete después de todo esto, luchan con él para derribarlo. La dominación entre los cocodrilos se establece dando golpes con la cabeza sobre el agua, rugiendo, embistiendo, persiguiendo y mordiendo, de modo fingido o real. Si se interrumpe el abrazo de apareamiento de una rana macho el animal croa; cuanto más grave es su croar, mayor será su posible tamaño una vez desacoplado y más miedo tiene el intruso en potencia. Una rana de América Central, desdentada, y de colores radiantes, perteneciente al género *Dendrobates*, intimida a los intrusos con una vigorosa secuencia de pectorales. La agresión de los escincos se manifiesta en cada temporada cuando las cabezas de los machos se vuelven de un rojo intenso, pero a menudo estos animales olvidan las virtudes de la intimidación con fanfarronería: los dos rivales se lanzan uno sobre el otro sin apenas amenazar primero hinchando la garganta. Cuando se encuentran dos cangrejos ermitaños, dedican varios segundos a medirse uno al otro, golpeándose mutuamente con sus antenas, y el más pequeño se somete luego rápidamente al mayor.<sup>16</sup> Las moscas de ojos pedunculados hacen lo mismo; los individuos más dominantes son los que tienen los ojos más separados.

Es raro que un macho comience siendo un alfa. Generalmente tiene que ganarse el ascenso. Pero en los intervalos entre desafíos, sería un error molestar demasiado a los demás. Incluso los muy ambiciosos necesitan tener un cierto talento para la subordinación y la sumisión. También es difícil predecir quién alcanzará un rango elevado. A veces los acontecimientos empujan a una posición elevada a animales que no se lo esperaban. Por lo tanto, todos deben poder estar a la altura de las circunstancias. Cuando se forma parte de una jerarquía lineal, hay que sa-

ber dominar a los animales que están por debajo de uno y someterse a los que están por encima. Dentro del mismo pecho deben latir la tendencia a la dominación y la tendencia a la sumisión. Los problemas complejos producen animales complejos.

Nada de lo dicho hasta ahora indica algo sobre las preferencias de las hembras. ¿Qué pasa si el macho alfa le resulta arrogante, grosero y que se toma demasiadas libertades? ¿O si simplemente lo encuentra feo? ¿Tiene derecho a rechazarlo? Al menos entre los hámsters esta opción no existe.

La psicóloga Patricia Brown y sus colegas realizaron con hámsters sirios el siguiente experimento.<sup>17</sup> Los machos, agrupados según tamaños y pesos, podían relacionarse de entrada en parejas para establecer la dominación. Los comportamientos considerados dominantes eran la persecución y los mordiscos: las posturas defensivas, las evasivas, las colas levantadas y la sumisión plena se consideraban rasgos de subordinación. Los dominantes realizaban diez veces más actos agresivos que un mismo número de animales subordinados; estos últimos efectuaban diez veces más actos sumisos que los machos considerados dominantes. No se tardaba nunca más de una hora en decidir quién era dominante y quién subordinado en un par de hámsters.

Esos machos sabían luchar, pero nunca habían tenido una experiencia sexual. Cada uno de ellos llevaba un pequeño arnés de cuero atado a una cuerda que limitaba la distancia que podía recorrer, como la correa de un perro. Después los investigadores soltaron a una hembra en ovulación; la hembra podía llegar a los machos atados, pero las correas impedían a éstos seguir a la hembra más allá de un determinado punto o molestarla con sus atenciones. Cualquier contacto sexual ofrecido debería aceptar las condiciones de la hembra.

Podemos imaginarnos a la hembra examinando lentamente con mirada escrutadora, de la cabeza a la cola, a los machos embutidos en sus curiosos trajes de cuero. El conflicto de dominación anterior había sido básicamente ritual, por lo tanto no había dejado heridas que pudieran delatar al animal subordinado. Cada macho ocupaba su propia zona independiente, de modo que no podían verse unos a otros ni comunicar su posición relativa a la hembra, mediante gestos de dominación o sumisión. ¿Elegiría la hembra al macho dominante, a pesar de la ausencia de signos visibles para los observadores humanos? ¿O descubriría algún otro rasgo más atractivo? Las hembras no demostraron ni vacilación ni recato. En menos de cinco minutos, cada una de ellas se ofreció para copular con uno de los machos y en to-

dos los casos éste era el macho dominante. Las hembras no precisaban conocerlo de antemano para descubrir de algún modo que aquél era el macho dominante. Sin preguntar nada sobre su educación, familia, perspectivas financieras o sus buenas intenciones, todas las hembras desearon ansiosamente tener relaciones sexuales con el macho dominante.

¿Cómo pudieron enterarse las hembras? La respuesta, al parecer, es que podían oler la dominación. Existe literalmente una química entre los hámsters: el olor del poder. Los machos dominantes emanan un cierto efluvio, una feromona que no tienen los machos subordinados.<sup>18</sup>

«Soy famoso. Eso es lo que hacen los famosos», dijo en cierta ocasión el campeón de pesos pesados Mike Tyson explicando sus proposiciones amorosas a casi todas las participantes en concursos de belleza. Y el ex secretario de Estado de los Estados Unidos, Henry Kissinger, no famoso precisamente por su aspecto, explicaba la atracción que una bella actriz sentía por él diciendo: «El poder es el mayor afrodisíaco.»

Los machos dominantes copulan preferentemente con hembras atractivas. Las hembras facilitan el acto lo más que pueden. Se agachan, elevan su cuarto trasero y levantan la cola para que no estorbe. (Nos estamos refiriendo de nuevo a los hámsters.) En el experimento de Brown de roedores con chaquetas de motorista, durante la primera media hora de apareamiento el promedio de «penetraciones» por machos dominantes fue de 40; durante esa media hora los machos subordinados que se apuntaron algún tanto (generalmente cuando los dominantes hubieran terminado) alcanzaron el triste promedio de 1,6.

Supongamos que crecemos en una sociedad donde este comportamiento es la norma, ¿no llegaríamos a la conclusión de que el animal que monta y que realiza repetidos ejercicios pélvicos es la parte dominante, mientras que el animal que se agacha, que es receptivo y pasivo, tiene la categoría de subordinado? ¿Nos sorprendería que este poderoso símbolo de dominación y sumisión se generalizara en el repertorio de gestos y posturas de los machos obsesionados por la posición social?

Antes de la invención del lenguaje, los animales necesitan símbolos claros para comunicarse. Hay un lenguaje no verbal bien desarrollado que ya hemos descrito y que incluye: «Estoy patas arriba y me rindo», y «Podría morderte, pero no lo haré: seamos amigos». Sería muy natural que se instituyeran recordatorios cotidianos de la posición ocupada en la jerarquía consistentes en que un macho se monta de modo breve y ceremonial a otro macho. El macho que monta es el dominante; el macho montado es un subordinado. No se precisa penetración. Este lenguaje sim-

bólico está de hecho extendido, y hablaremos de él con mayor detenimiento en capítulos posteriores. Puede tener poco o ningún contenido sexual aparente.

En condiciones naturales, las ratas de alcantarilla —la misma variedad común cuya estructura social se hundió en los experimentos de hacinamiento de Calhoun— viven ordenadas en jerarquías sociales. Un animal dominante puede acercarse a un animal sumiso, oler y lamer su zona anogenital, y montarlo por detrás mientras lo sujeta con las patas delanteras. El animal sumiso puede levantar sus cuartos traseros para indicar su deseo de ser montado. La agresión masculina para mantener la jerarquía de dominación incluye golpear los costados, hacer rodar y dar patadas, inmovilizar al oponente con las patas delanteras, y boxear: los dos animales se ponen realmente de pie, uno frente al otro, y se atizan golpes con la izquierda y ganchos con la derecha. En condiciones normales, es raro que alguien resulte herido.

Incluso entre las langostas la postura agresiva consiste en ponerse de pie, en realidad de puntillas (o al menos sobre las puntas de sus pinzas). La postura sumisa consiste en quedarse plano sobre el suelo, con las patas un poco en jarra. La idea es mostrar que uno no puede hacer ningún daño (por lo menos de prisa), aunque quiera. Entre los hombres hay muchos gestos de un tono similar. La policía, al enfrentarse con sospechosos posiblemente armados, les ordena que ponga las manos arriba (para demostrar que no llevan armas), o que enlacen las manos detrás del cogote (lo mismo); o que se apoyen formando un ángulo pronunciado sobre una pared (con las manos sobre ella); o que se tumben boca abajo. Las expresiones de sumisión son bien recibidas («No quería hacer nada, de veras»), pero un policía que arriesga su vida necesita una garantía más firme, una postura, por ejemplo.

En casi todos los mamíferos superiores la copulación se produce cuando el macho entra en la vagina de la hembra por detrás. La hembra se agacha para ayudar al macho a montarla y puede hacer movimientos especiales para facilitar su entrada, como sacudidas y meneo de caderas, que forman parte del lenguaje simbólico de la seducción. La hembra se agacha en parte para ofrecer una geometría favorable a la penetración, pero también para indicar que no tiene intención de irse a ninguna parte. No va a escaparse. Algo parecido puede verse en muchas otras especies. El escarabajo macho corteja a la hembra con unos toques en el caparazón dados con los pies, las antenas, las partes bucales o los genitales, según las especies, y la hembra queda instantáneamente inmovilizada.<sup>19</sup> La extraña atracción de los hombres por los pies pequeños grotescamente deformados (en

China durante casi un milenio) y por los tacones muy altos (en todo el Occidente moderno), así como por las ropas femeninas<sup>20</sup> muy apretadas, y el fetiche de la mujer indefensa en general pueden ser una manifestación humana del mismo simbolismo.

En muchas especies el macho alfa amenaza sistemáticamente a cualquier macho que intente aparearse con cualquier hembra del grupo, especialmente cuando la concepción es posible. El alfa no siempre triunfa debido a las fecundaciones clandestinas de machos subordinados —cleptogamia— en las que las hembras suelen participar voluntariamente, pero tiene muchos motivos para intentarlo. Esto también ocurre en las jerarquías de dominación femeninas. Entre las aves de corral, por ejemplo, la hembra alfa tiende a atacar a cualquier hembra que se acerque demasiado a un macho adulto durante la estación de la crianza. Las hembras de alto rango de los papiones gelada, donde existe una jerarquía de dominación femenina, las hembras de alto rango no se aparean, en promedio, más a menudo durante la ovulación que las hembras de bajo rango; pero las hembras de bajo rango pocas veces dan a luz. Algo relacionado con su posición social inferior disminuye su fertilidad. Quizá anuncian la ovulación cuando en realidad no están desprendiendo ningún óvulo, o quizá sufren muchos abortos espontáneos. Pero sea cual fuere el motivo, su situación inferior les impide tener descendencia. En los monos tití, las hembras subordinadas tienden a suprimir sus ovulaciones, pero cuando se liberan de la jerarquía de dominación femenina, en seguida quedan preñadas.<sup>21</sup> De este modo, los genes que contribuyen a tener una categoría superior en la jerarquía femenina —gran estatura, por ejemplo, o habilidades sociales superiores— se transmiten preferentemente a la generación siguiente. Esto tiende a estabilizar una aristocracia hereditaria.

En el ganado, y en muchos otros animales, el macho alfa intenta reunir en torno suyo a un harén de hembras y ahuyentar a los demás machos, pero su éxito suele ser limitado. Cuando ha pasado la época de la crianza, los machos regresan a sus formas solitarias y las hembras (y las crías) reanudan su propia agrupación social. Entre los ciervos hay agrupaciones de ciervas que tienen su propia jerarquía de dominación. Es corriente que se elija a la cabecilla de estas comunidades no por la capacidad de intimidación, de amenaza o de lucha, sino por la edad: la hembra fértil más vieja dirige. (Las manadas exclusivamente femeninas de elefantes africanos adoptan la misma convención; aunque estén compuestas por centenares de elefantes, la estructura social es muy estable.) Estos grupos parecen estar organizados en torno a la protección. Cuando son atacados, forman una es-

estructura en forma de diamante o de huso, con la hembra alfa delante y la beta cubriendo la retaguardia (cerrando la marcha). Si los perseguidores avanzan, la hembra beta puede valientemente detenerse en seco y atacar al primer depredador. Mientras el resto del grupo escapa, la alfa y la beta pueden intercambiar el puesto de centinela.

Es las escaramuzas, las ventajas de la jerarquía de dominación son claras. Incluso las hembras de mamífero, que muestran poco entusiasmo por la dominación individual, se organizan en jerarquías de combate en épocas de conflictos. De modo que las jerarquías de dominación tienen al menos dos funciones, enormemente útiles ambas para los individuos y para el grupo: reducen las peleas peligrosas y divisivas dentro del grupo (fomentando lo que podríamos llamar estabilidad política); y producen un rendimiento óptimo para los conflictos entre grupos y entre especies (proporcionando lo que podríamos llamar preparación militar).

Una tercera supuesta ventaja de las jerarquías de dominación es que propagan de modo preferente los genes de los alfas, los que están en buena forma física o de comportamiento. Podríamos imaginar una estrategia condicional común para todos los del grupo que sería algo así como: «Soy grande y fuerte, intimidado; si fuera pequeño y débil, me retiraría.» Esto beneficia a todos de un modo u otro, y el foco exclusivo está en el «Yo».

Los hombres sentimos de modo natural un cierto resentimiento si nos imaginamos metidos en una jerarquía de dominación de este tipo, con su cobarde sumisión y sus evidentes crueldades. Por el hecho de ser hombres podemos imaginar también los placeres de una máquina social bien dirigida en la que todo el mundo sabe cuál es su sitio, en la que nadie se desvía del camino ni causa problemas, en la que se muestra habitual deferencia y respeto a los superiores. Según procedamos de una educación, escuela o sociedad más democrática o más autoritaria, podemos señalar que los beneficios de la jerarquía de dominación compensan cualquier afrenta a la libertad y a la dignidad, o viceversa. Pero este debate no trata aún sobre nosotros. Los hombres no somos ciervos ni hámsters ni papiones hamadrías. Para estas especies el análisis de beneficio de costos se ha hecho ya. Para ellos, el orden público es el bien supremo. El que los hámsters tengan derechos y libertades individuales innatos, que precisen protección institucional, no es una verdad evidente por sí misma.

Para jugar al juego de la jerarquía, hay que recordar al menos quién es quién, reconocer categorías y dar las respuestas

apropiadas, dominantes o sumisas, según dicten las circunstancias. Las categorías no están fijadas por el tiempo, por lo cual deben poderse reevaluar y revisar hechos de importancia central. Las jerarquías de dominación aportan beneficios, pero requieren pensamiento y flexibilidad. No basta con haber heredado instrucciones del ácido nucleico sobre cómo amenazar y cómo someterse. Deben poderse aplicar esos comportamientos de modo apropiado a un orden cambiante de conocidos, aliados, rivales, amantes: aquellos cuya categoría de dominación es situacional y cuya identidad y circunstancias actuales no pueden codificarse en los ácidos nucleicos. Como también es cierto en las estrategias de caza y de huida o de aprendizaje de los padres, las jerarquías requieren cerebros. Sin embargo, las instrucciones de los genes a menudo controlan muchísimo más que cualquier sabiduría que resida en el cerebro.

Quizá al principio los animales no sabían distinguir muy bien a individuos, contentándose con «Despide mi atractivo sexual favorito, luego ése es mi chico». En la relación entre depredador y presa o en las aventuras sexuales de los machos que no están obligados a ocuparse de su descendencia, los detalles del reconocimiento individual no llevan consigo una buena recompensa. Uno puede entonces decir impunemente: «Para mí todos huelen igual» o «En la oscuridad todos son iguales». Podemos entonces estereotipar y hay que pagar pocas multas de adaptación. Pero a medida que pasa el tiempo evolutivo deben realizarse distinciones más precisas. Podría ser útil saber quién es el padre de un hijo para poder animarle a que desempeñe una función en su crianza y protección. Podría ser útil conocer la posición exacta de todos los demás machos en la jerarquía de dominación si se desean evitar conflictos diarios, o si se desea subir en el escalafón.

Una de las muchas sorpresas de la investigación moderna sobre los primates es la rapidez con que el observador humano—incluso si es completamente insensible a las pistas olfativas—puede distinguir y reconocer a todos los papiones de la tropa, a todos los chimpancés de la banda. Si el observador pasa cierto tiempo con ellos ya no «parecen todos iguales». Esto requiere cierta motivación y un poco de reflexión, pero entra dentro de nuestras capacidades. Sin este reconocimiento individual, la mayor parte de la vida social de los animales superiores, como de los hombres, permanecerá oculta para nosotros. En el caso de los hombres el lenguaje, el vestido y las excentricidades de comportamiento facilitan mucho el reconocimiento individual. Sin embargo, la tentación de dividir a hombres y a otras especies en un número pequeño de categorías estereotipadas, en lugar de



reconocer diferencias y juzgar a los individuos uno por uno, sigue estando muy arraigada en nosotros. El racismo, el sexismo y un cóctel tóxico de xenofobias aún influyen poderosamente en la acción y la inacción. Pero uno de los logros más importantes de nuestra propia era es haber llegado a un consenso mundial, a pesar de muchas tentativas infructuosas, de que hemos acabado dispuestos a dejar atrás este vestigio de gran antigüedad. Muchas voces antiguas hablan dentro de nosotros. Somos capaces de enmudecer algunas de esas voces, cuando ya no sirven a nuestros mejores intereses, y de ampliar otras si las necesitamos más. Éste es un motivo de esperanza.

En cuanto al tema más importante de la dominación y la sumisión, el jurado aún no se ha pronunciado. Es cierto que en los últimos siglos se ha eliminado del escenario mundial la monarquía, dejando sólo su pompa y sus disfraces, y que los intentos de democracia parecen irse imponiendo a rachas en todo el mundo. Pero la llamada del macho alfa y el asentimiento condescendiente de los omegas sigue siendo la letanía diaria de la organización humana política y social.

### **SOBRE LA IMPERMANENCIA**

El Hombre, como la hierba son sus días, como la flor del campo, así florece; / pasa por él un soplo, y ya no existe, ni el lugar donde estuvo le vuelve a conocer.

Salmo 103, versículos 15, 16

## LA VIOLACIÓN DE CENIS

Ni los dioses inmortales pueden huir, ni los hombres que viven sólo un día. Quien te tiene dentro enloquece.

SÓFOCLES, *Antígona*, 781<sup>1</sup>

Vuela sobre la Tierra y sobre el rugiente mar de sal. Hechiza y enloquece el corazón de la víctima que ataca. Hechiza la raza de los leones que cazan en la montaña y a los animales del mar, y a todos los seres que la Tierra alimenta y que el sol abrasador ve y también al hombre... Tú, Amor, todo lo gobiernas como un rey, tú eres el único gobernante de todos ellos.

EURÍPIDES, *Hipólito*, 1268<sup>2</sup>

Uno de los mitos de la antigua Grecia cuenta la historia de Cenís, «la más encantadora de las doncellas de Tesalia», que caminaba sin acompañantes por una playa solitaria cuando la vio Poseidón, el dios del mar, hermano mayor del rey de los dioses y violador ocasional. Loco de lujuria, Poseidón la atacó allí mismo. Después se compadeció de ella y le preguntó qué podía darle para reparar su acción. Ella respondió: ser hombre. Cenís deseaba convertirse en hombre, no en un hombre cualquiera sino en un hombre muy masculino, guerrero e «invulnerable» para que nunca pudieran someterla de nuevo a tal humillación. Poseidón aceptó. Realizó la metamorfosis y Cenís se convirtió en Ceneo.

Pasó el tiempo y Ceneo concibió un hijo. Mató a muchos hombres con su espada afilada y hábilmente manejada. Pero las espadas y las flechas de sus adversarios no podían penetrar en su cuerpo. No es difícil interpretar esta metáfora. Finalmente Ceneo comenzó a darse tanta importancia que llegó a burlarse de los dioses. Erigió su lanza en el mercado y obligó a la gente a adorarla y hacerle sacrificios. Ordenó bajo pena de muerte que no adoraran a ningún otro dios. El simbolismo vuelve a ser claro.

Los griegos llamaban *hibris* a la arrogancia extrema, de la cual Ceneo da un ejemplo evidente. La *hibris* era una característica casi exclusivamente masculina. Más tarde o más temprano llamaba la atención de los dioses y provocaba su retribución; especialmente hacia los humanos que no eran respetuosos con los inmortales. Los dioses exigían sumisión. Cuando la noticia

de la afrenta de Ceneo llegó a oídos de Zeus, cuya mesa de despacho estaba sin duda llena a rebosar de casos parecidos, ordenó a los centauros —quimeras mitad hombre, mitad caballo— que ejecutaran su implacable sentencia. Los centauros obedientes atacaron a Ceneo y se burlaron de él: «¿No recuerdas a qué precio conseguiste esta falsa apariencia de hombre?... Deja la guerra para los hombres.» Pero los centauros perdieron a seis de los suyos derribados por la veloz espada de Ceneo. Sus lanzas rebotaban en él «como el granizo sobre el tejado». Deshonrados, pues les estaba «venciendo un enemigo que era sólo mitad hombre» —una queja incomprensible en un centauro— decidieron ahogarle con troncos y arrancaron muchos árboles para «aplastar su terca vida utilizando los bosques como proyectiles». Ceneo no tenía poderes especiales en relación con la respiración y tras una refriega los centauros lograron dominarlo y ahogarlo. Cuando llegó el momento de enterrar el cadáver, quedaron atónitos al descubrir que Ceneo se había convertido de nuevo en Cenis: el invencible guerrero era de nuevo la vulnerable joven.<sup>3</sup>

Quizá la pobre Cenis tomó una sobredosis de la sustancia que Poseidón había empleado para efectuar la metamorfosis. Tal como reconocían los antiguos griegos, hay una medida correcta de lo que hace macho a un hombre, y una cantidad demasiado grande o demasiado pequeña entraña problemas.

Los testículos de gorrión tienen una longitud aproximada de un milímetro y pesan un miligramo. (Quizá por esto no se dice a nadie que los tiene como un gorrión.) Con los testes intactos, los peleones pajaritos entran en su jerarquía, básicamente lineal, ahuyentan a otros pájaros que invaden su territorio y, si su posición social es elevada, hacen proposiciones a las hembras fértiles, que son bien recibidas. Pero busquemos debajo de esas plumas, eliminemos esos dos diminutos órganos y cuando el pájaro se haya recuperado, todos esos rasgos habrán desaparecido. Los pájaros agresivos se vuelven sumisos, los territoriales se vuelven permisivos con los intrusos, los apasionados pierden interés por el sexo. Inyectemos ahora una determinada molécula de esteroide en el gorrión y recuperará su resuelto entusiasmo por el sexo, la agresión, la dominación y la territorialidad. Poco después de la castración, las codornices japonesas macho dejan de pavonear, de cacarear y de copular. Tampoco logran despertar el interés de las codornices hembra. Si los tratamos con ese mismo esteroide vuelven a pavonear, a cacarear y a copular, y las hembras vuelven a encontrarlos irresistibles. Castremos a un can-

grejo de mar joven y nunca desarrollará su distintiva y gigante pinza asimétrica.

Los seres humanos hace miles de años que comprendieron algo de esto. Los guerreros capturados se castraban para que no dieran problemas. Aún hoy se califica a un dirigente ineficaz de «eunuco político». Los jefezuelos y los emperadores castraban a algunos hombres para que pudieran vigilar sus harenes sin sucumbir a la tentación o al menos, pues había determinados arreglos, sin fecundar a ninguna de las residentes. De este modo su lealtad al jefe no quedaba adulterada por vínculos familiares o por otros afectos y obligaciones confusionarios. Es notable que casi exactamente la misma molécula produzca estos cambios fundamentales en el comportamiento de gorriones, codornices, cangrejos de mar y hombres.

La molécula esteroide que efectúa estas transformaciones, como si fuera el filtro de un mago, es la testosterona. Ella y otras moléculas similares se denominan andrógenos, y la testosterona se produce principalmente en los testículos,<sup>4</sup> a partir —¡quién lo diría!— del colesterol, entra en el torrente sanguíneo y provoca un conjunto complejo de comportamientos que reconocemos como característicamente masculinos. Esta vinculación se refleja también en el lenguaje, por ejemplo en la expresión «los tiene bien puestos» aplicada a quien demuestra una valentía e independencia ejemplares, que no es cobarde o servil. Se comprueba en grupos de monos machos de reciente constitución que cuanto más alto es el rango de un animal en la jerarquía de dominación que se está formando más testosterona circula en su sangre. Pero la correlación desaparece cuando la jerarquía se estabiliza, los encuentros son simbólicos y los betas se someten habitualmente a los alfas.<sup>5</sup> Cuanto más testosterona tiene un animal, más lejos está dispuesto a llegar para desafiar y dominar a posibles rivales.<sup>6</sup> En los niveles de testosterona elevados hay una tendencia interespecífica a ampliar la dominación dentro del grupo y extenderla a una parte del territorio. El jefe y el terrateniente se vuelven el mismo individuo.

En los cerebros de muchos animales hay puntos receptores específicos que están encargados del comportamiento inducido por hormonas y a los que las moléculas de testosterona y otras hormonas sexuales se enlazan químicamente. Puede haber centros cerebrales separados responsables del pavoneo, el cacareo, la intimidación, la pelea, la copulación, la defensa del territorio y la posición en la jerarquía de dominación; pero cada centro tiene una tecla pulsada por la testosterona. El comportamiento se pone en marcha cuando la testosterona emigra por la sangre de los testículos al cerebro. En las células cerebrales individua-

les, la presencia de testosterona activa segmentos de la secuencia de nucleótidos ACGT que de lo contrario quedarían ignorados y no transcritos, pero que ahora sintetizan un conjunto de enzimas esenciales. La testosterona, como muchas otras hormonas, es el nexo de una serie de bucles de realimentación positivos y negativos que mantienen la concentración de la molécula que circula en la sangre.

Los animales macho no sólo soportan todas estas actividades de pelea, intimidación y combate mediadas por la testosterona, sino que al parecer les encantan. Los ratones aprenden a recorrer un laberinto complejo cuando la única recompensa o refuerzo es la oportunidad de poder medirse con otro macho. En nuestra especie abundan ejemplos semejantes. Los machos tienden a participar con entusiasmo en las actividades que son esenciales para dejar mucha descendencia. El sexo es el ejemplo más obvio. La agresión entra en la misma categoría.

El retraso entre la concepción y el nacimiento es demasiado largo para que un animal pueda asociar la causa con su efecto, incluso cuando el período de gestación es muy corto, como el de los ratones. Dejar que sean los ratones quienes averigüen la relación entre la cópula y la creación de la siguiente generación sería condenar sus genes a la extinción. Es preciso que exista una necesidad de sexo absolutamente arrolladora y —como medio de refuerzo— que participar en él dé placer. Es un ejemplo más del ADN demostrando creativamente su control, de la forma más clara e inequívoca posible.

Se ha cerrado un trato: el animal renuncia a los alimentos, acepta adoptar posturas indignas, arriesga su vida para que sus filamentos de ADN puedan unirse con los filamentos de otro animal de la misma especie. A cambio de ello tendrá algunos momentos de éxtasis sexual, una de las monedas con que el ADN recompensa al animal que lo lleva y lo alimenta. Hay muchos otros ejemplos de placer mediado por el ADN en actividades que favorecen la adaptación, como el amor de los padres por sus hijos, el placer de explorar y descubrir, la valentía, la camaradería y el altruismo, así como la serie regular de rasgos influidos por la testosterona que producen jefes y terratenientes.

Hormonas parecidas a la testosterona desempeñan una función esencial en el desarrollo de los órganos sexuales y del comportamiento sexual de todos los seres, incluidos los hongos acuáticos. Los esteroides debieron de evolucionar muy temprano, puesto que hoy están distribuidos muy ampliamente: quizá se remontan a la invención del sexo hace unos mil millones de años. Este uso transespecífico de la misma molécula para un propósito sexual casi idéntico tiene algunas consecuencias extrañas. Por

ejemplo, la principal feromona sexual del cerdo es el 5-alfa-androstenol, químicamente parecida a la testosterona y que está mezclada con la saliva del verraco (al igual que la testosterona, presente en la saliva de los hombres). Cuando una cerda en celo huele este esteroide en un verraco babeante, adopta rápidamente la seductora postura de apareamiento. Aunque parezca extraño, las trufas, esa delicia culinaria francesa, producen exactamente el mismo esteroide y con una concentración mayor que en la saliva del verraco. Esto puede explicar que los gastrónomos utilicen a los cerdos para encontrar y desenterrar trufas. (Qué ingrato debe de resultar para las puercas enamorarse siempre de trocitos negros de hongo que los hombres les arrebatan luego cruelmente.) Las trufas son hongos y en ellos los esteroides desempeñan funciones sexuales esenciales, por lo que atormentar a las cerdas quizá sólo sea una consecuencia accidental, o quizá ayude también a que los cerdos remuevan la tierra con placer, las esporas se dispersen más y la Tierra se cubra de trufas.

Habida cuenta de todo ello, ¿cómo debemos interpretar que el 5-alfa-androstenol se produzca también copiosamente en la transpiración de las axilas masculinas? ¿Es posible que desempeñara alguna función en el cortejo humano y prehumano y en el apareamiento, hace mucho tiempo, mucho antes de que se institucionalizara la higiene, antes de la era de perfumes y desodorantes? (No podemos dejar de observar que la nariz de las mujeres está a menudo al mismo nivel que las axilas de los hombres.)\* ¿Podría esto estar relacionado de algún modo con la disposición de los ricos a gastar sumas desorbitantes en trozos diminutos de una sustancia prácticamente insípida, parecida al corcho?

Un embrión genéticamente masculino privado de testosterona y de otros andrógenos saldrá con unos genitales parecidos a los femeninos. A la inversa, los genitales de embriones genéticamente femeninos sometidos a elevados niveles de testosterona y demás andrógenos quedarán masculinizados. Si la cantidad de esteroides presente es pequeña pueden nacer con un clítoris algo mayor; si la cantidad es grande, el clítoris se convierte en un pene, y los labios mayores se pliegan, se unen y se convierten en un escroto. Quizá el embrión desarrolle un pene y un escroto masculinos de aspecto normal, pero dentro del escroto no habrá testículos. (También tendrá ovarios que no funcionen.) Estas ni-

\* Uno de los especialistas que comentó el presente libro se queja así: «Yo haría lo posible para evitar notarlo... Pero no hay que ponerse justamente al nivel de la axila para olerlo. Pensemos en cualquier gimnasio.» Aunque los gimnasios están impregnados con el sudor de muchos atletas acumulado durante muchos años. Otro lector especialista señaló que actualmente se están vendiendo como supuestos afrodisiacos moléculas del tipo 5-alfa-androstenol.

ñas cuando crecen descubren que prefieren las pistolas y los coches a las muñecas y las cocinas, los juegos de niños a los de niñas, y que les gusta pelearse y jugar al aire libre; también puede que encuentren más atractivas sexualmente a las mujeres que a los hombres.<sup>8</sup> (No hay pruebas de lo contrario; por ejemplo, de que la mayoría de marimachos tenga cantidades excesivas de andrógenos.)

Las diferencias entre macho y hembra, no las diferencias genéticas sino de una cuestión tan fundamental como el tipo de genitales externos que el individuo va a tener, dependen de la cantidad de esteroide masculino presente en las primeras semanas después de la concepción. Dejemos solo ese pedacito de tejido embrionario en desarrollo y se convertirá en una hembra. Bañémoslo con una pequeña hormona como la testosterona y se convertirá en un macho.\* El tejido está cargado a la espera de dispararse para responder al andrógeno (palabra que significa «creador de machos»), el cual actúa como medio de comunicación interna. El embrión en ciernes tiene unas teclas que solamente los andrógenos pueden pulsar. Una vez pulsadas, entra en acción un mecanismo importante cuya existencia no habríamos imaginado nunca y que realiza transformaciones míticas.

En especies animales muy diferentes hay otra clase de hormonas sexuales, los estrógenos, que limitan la agresividad de las hembras, y otra hormona más, la progesterona, que aumenta la tendencia femenina a proteger y a cuidar de las crías. (Las palabras significan, respectivamente, algo así como creadora del estro y promotora de la gestación.) Las ratas madres, como todos los mamíferos, están pendientes de sus crías: construyen y defienden los nidos, alimentan a los pequeños, los lamen para limpiarlos, los rescatan cuando se pierden y los instruyen. Pero ninguno de estos comportamientos es evidente en las hembras vírgenes, quienes ignoran completamente a las crías recién nacidas o incluso hacen esfuerzos para evitarlas. Pero un tratamiento prolongado con las hormonas femeninas progesterona y estradiol, para que su concentración en las vírgenes llegue al nivel característico de fines del embarazo, provoca la aparición de un comportamiento maternal acentuado. Las ratas con altos niveles de estrógeno están menos ansiosas y temerosas y es menos probable que se peleen.<sup>9</sup>

Estas hormonas femeninas se producen principalmente en los

\* Por lo tanto es erróneo el argumento de Aristóteles<sup>10</sup> —repetido milenios después por Sigmund Freud— de que «la hembra es, como si dijéramos, un macho mutilado». (Ni tampoco el macho es una hembra alterada por la testosterona, aunque eso se acerca más a la realidad.) Los cuerpos de las mujeres sintetizan estradiol, el más potente de los estrógenos, a partir de la testosterona.

ovarios. Pero cuando vemos a una madre tranquila, competente y amorosa, casi ninguno de nosotros siente el impulso de exclamar: «¡Qué ovarios tiene!» El motivo está relacionado sin duda con la fácil accesibilidad de los testículos para su eliminación accidental o experimental, puesto que cuelgan de vulnerables sacos externos \* y están situados de forma muy diferente a los ovarios, que están encerrados y custodiados dentro de la caja fuerte del cuerpo. Es evidente que también deben considerarse como joyas de la familia.

Las hormonas familiares controlan el ciclo del estro que culmina cuando las hembras están ovulando y difunden en general anuncios olfativos y visuales comunicando que están disponibles para el apareamiento. En muchas especies esto no pasa a menudo y tampoco dura mucho; las vacas, por ejemplo, se interesan por el sexo unas seis horas cada tres semanas. Las vacas no «ligan» mucho. «En la mayoría de especies —escribe Mary Midgley—,<sup>11</sup> una breve estación de apareamiento y una simple estructura instintiva convierten el celo en una alteración estacional con una determinada rutina, comparable a las compras de Navidad.» En una amplia variedad de mamíferos, desde las cobayas a los monos pequeños, la hembra no sólo dificulta el apareamiento fuera del estro sino que lo hace físicamente imposible con un cinturón de castidad orgánico: la vagina está sellada por una membrana o tapón desarrollado especialmente para tal fin o se fusiona y cierra, lo que es todavía más definitivo.

En cambio, entre la mayoría de personas y en algunos simios superiores, la actividad sexual no sólo es posible, sino igualmente probable en prácticamente cualquier etapa del ciclo. Algunas personas controlan el ciclo (midiendo pequeños cambios de la temperatura corporal) y luego evitan la relación sexual durante la época de la ovulación. Esta técnica anticonceptiva, aprobada por la Iglesia, es la imagen especular de la práctica de muchos animales, que anuncian llamativamente la ovulación y evitan la relación sexual en todos los demás momentos. Esto nos recuerda lo lejos que nuestra cultura nos ha llevado de nuestros antepasados y qué cambios fundamentales son posibles en nosotros.

\* Con el fin, se cree convencionalmente, de mantener su temperatura a varios grados menos que si estuvieran situados dentro del cuerpo. Se dice que si los testículos estuvieran ubicados dentro del cálido abdomen producirían menos células espermáticas y los hombres serían bastante estériles. Los beneficios de los testículos externos compensan sus riesgos. Pero los gorriones y los peleones pájaros cantores llevan sus testículos dentro; y sin embargo, aun a temperaturas elevadas, sus células espermáticas parecen tener muchas agallas. Nuestra explicación sobre el motivo de que los machos de algunas especies lleven sus testículos fuera y otros dentro parece incompleta.



En muchos animales el ciclo de ovulación dura unas cuantas semanas. No hay muchas especies que tengan períodos casi exactamente iguales al ciclo lunar (el tiempo que va de una luna nueva a la siguiente). No se sabe si esta peculiaridad del hombre es algo más que una simple coincidencia y, en caso afirmativo, a qué se debe.

Los mamíferos amamantan a sus crías, pero sólo las hembras están bien preparadas para ello.\* Éste es uno de los pocos casos en que la definición de una clasificación importante de la biología está determinada por las características de uno solo de los sexos. Dar leche es un proceso que está mediado también por hormonas. La leche materna es esencial para las crías, que nacen inermes y no pueden digerir la dieta de los adultos. Éste es otro motivo de que las hembras pasen más tiempo con sus hijos y de que, por lo tanto, hagan una inversión mayor en ellos. Los machos están generalmente más interesados en otras cosas: dominación, agresión, territorialidad, muchas compañeras sexuales. La relación existente entre los esteroides y la agresión es válida con sorprendente regularidad en todo el reino animal. Si se elimina la fuente principal de las hormonas sexuales, la agresión disminuye, no sólo entre los mamíferos y las aves, sino también entre los lagartos e incluso los peces. Si se trata a los machos castrados con testosterona, la agresión se reanuda. Si se da estrógeno a animales intactos, la agresión disminuye también en todas las especies. La utilización repetida de los mismos esteroides en las mismas funciones —poner en marcha y detener la agresión en animales muy diferentes— demuestra su eficacia y su antigüedad.

La agresión es adaptativa, pero sólo en intensidades controladas. El repertorio de comportamientos agresivos está siempre disponible a la espera únicamente de que algo lo desinhiba. Los esteroides, cuya producción está controlada por el medio ambiente social y por los relojes biológicos, tiene la misión de de-

\* Las excepciones son, en cierto modo, corrientes. Los palomos y las palomas alimentan normalmente a los pollitos con una «leche del buche» regurgitada, que contiene poco azúcar y mucha grasa, lo contrario de la leche de los mamíferos. El macho de pingüino emperador, después de haber incubado los huevos durante cuarenta días, segrega en su esófago una leche nutritiva. Cuando el polluelo sale del cascarón, esta leche es su único alimento. Su peso se duplica gracias a la leche paterna y cuando la hembra del pingüino emperador regresa atiborrada de diminutos camarones, el polluelo está en muy buen estado. Los dos sexos del gran flamenco segregan una especie de leche que mezclan con su sangre y dan a los polluelos en el primer mes de vida; cada padre da una décima de litro de este biberón por día.<sup>12</sup> Muchos animales, por ejemplo los lobos, alimentan a sus crías con comida regurgitada, pero éste es un alimento muy diferente de la leche.

sinhibir la agresión. En tal caso, ¿a qué se debe que los machos sean tan a menudo más agresivos que las hembras? Si las hembras generaran algo menos de estrógeno y algo más de testosterona, ¿no podrían resultar tan agresivas como los machos? Existe una especie de igualdad entre los sexos para la agresión en los lobos, las ardillas arbóreas, los ratones de laboratorio y las ratas, las musarañas de cola corta, los lemures de cola anillada y los gibones. Los machos de las ardillas voladoras meridionales no son territoriales, pero sí lo son sus hembras, que inician la mayoría de peleas entre los sexos, y las ganan.<sup>13</sup> El hecho evidente de que los machos de la especie humana sean más agresivos que las hembras (la testosterona del plasma sanguíneo es unas diez veces más abundante en hombres que en mujeres) no obliga en absoluto a aplicar el mismo sistema en el resto del reino animal, ni siquiera en el resto de los primates.

La testosterona se cobra su precio, como sabe cualquiera que haya visto a su gato macho volver a casa arrastrándose después de una ausencia de un día o dos con un ojo a la viruta, una oreja desgarrada y el pelaje enmarañado y manchado de sangre. ¿Qué sucede si tomamos a un animal macho, por ejemplo a un animal menos combativo que el gato que decide pasar una noche en la calle, y lo equipamos con un injerto que mantenga elevado el nivel de testosterona en su sangre? Si se hace el experimento con gorriones, que son muy poco territorialistas, no parece que aumente de modo importante la tasa de asesinatos entre gorriones. Pero si se realiza el injerto en garrapateros machos, el número de aves vivas disminuye de modo pronunciado;<sup>14</sup> se observa ahora la presencia de muchas aves con heridas de anómala gravedad, sufridas evidentemente en combates con sus compañeras. Los garrapateros establecen jerarquías de dominación, al contrario de los gorriones, pero no tienen refugios territoriales a donde huir. Las fanfarronadas pueden escalar y convertirse en peleas graves cuando uno está cargado de testosterona y no existen tradiciones de refugio. Otro déficit provocado por los esteroides se observa en aves macho, cuyos niveles de testosterona están artificialmente elevados, que se muestran menos propensas a alimentar a sus polluelos.<sup>15</sup> Los machos muy machos tienden a descuidar sus responsabilidades familiares.

Las empresas farmacéuticas fabrican ahora hormonas sexuales y éstas se utilizan mucho, de modo legal e ilegal. Podemos aprender algo sobre su función en la Naturaleza preguntándonos por qué las utiliza la gente. Los esteroides anabólicos son moléculas muy parecidas a la testosterona, pero en general no idénticas a ellas. Los toman principalmente: 1) culturistas y atletas (quienes creen que algunas demostraciones de fuerza sólo pue-

den realizarlas hombres jóvenes cargados de esteroides); 2) hombres jóvenes que desean aumentar su aspecto masculino, generalmente para atraer a mujeres o a otros hombres; 3) personas que quieren desinhibir sus tendencias mezquinas (porteros de discotecas, asesinos a sueldo del crimen organizado, guardas de prisiones).<sup>16</sup> El aumento de la musculatura no se consigue solamente con dosis de esteroides; hay que practicar ejercicios vigorosos y sistemáticos. Uno de los efectos colaterales es el acné facial y dorsal. No parece que los esteroides anabólicos fomenten el crecimiento del pelo. Dosis elevadas provocan la disfunción y la atrofia de los testículos, lo que constituye quizá la respuesta del cuerpo a niveles excesivos de testosterona; un exceso de testosterona supone un peligro social lo bastante grande para que haya evolucionado un mecanismo encargado de impedir la transmisión a generaciones futuras de la tendencia a una producción excesiva.

Las mujeres toman estrógeno, generalmente después de la menopausia o de una histerectomía, para mantener el interés sexual y la lubricación, para frenar la pérdida de calcio óseo y para lograr un rostro más juvenil. Mujeres culturistas y mujeres transexuales pueden tomar esteroides anabólicos porque redistribuye de modo pronunciado el peso, trasladándolo de los muslos al pecho y a los bíceps, por ejemplo. Los hombres transexuales toman estrógeno para redistribuir el peso en sentido inverso, para que les crezcan los pechos y para feminizar los pezones y las aréolas; también se produce un endulzamiento general del temperamento. Las consecuencias descritas en los adultos que toman hormonas sexuales y la influencia mucho más profunda que tienen en el embrión al determinar de modo real los órganos sexuales que tendrá el feto indican que unos cambios mucho más sutiles en los niveles hormonales pueden influir probablemente no sólo en la dominación, la territorialidad, la agresión, el cuidado de los hijos, la amabilidad, el nivel de ansiedad y la capacidad de resolver conflictos, sino también en el apetito y la preferencia sexuales.

Los hombres convierten a los toros, los sementales y los gallos en bueyes, caballos castrados y capones porque consideran poco conveniente su machismo: el mismo espíritu masculino que los castradores probablemente admiran en sí mismos. Bastan uno o dos hábiles movimientos de la cuchilla —o un buen mordisco de una pastora lapona de renos— para que los niveles de testosterona desciendan a proporciones manejables durante el resto de la vida del animal. Los hombres quieren que sus animales do-

mésticos sean sumisos y fácilmente controlables. Los machos intactos son una necesidad incómoda; nos basta un número suficiente de ejemplares que puedan engendrar una nueva generación de cautivos.

Algo parecido, aunque menos directo, sucede en la jerarquía de dominación. Los animales que son vencidos en los combates rituales, desde los crótalos hasta los primates, a menudo experimentan una pronunciada disminución de testosterona y hormonas sexuales afines, con lo que es menos probable que desafíen en un momento posterior a quienes mandan y también es menos probable que resulten heridos. El perdedor ha aprendido su lección, a nivel molecular. Habrá menos esteroides circulando en su sangre, con lo que se mostrará menos ardiente persiguiendo a las hembras, al menos en presencia de machos de categoría superior. También esto es del agrado de los alfa. La disminución del nivel de testosterona después de una derrota suele ser mucho más pronunciado que el aumento debido a una victoria.

Volvamos a los testículos de los gorriones: en una zona de cría, cada pequeño territorio está ocupado por un gorrión macho que lo defenderá contra todos los forasteros.\* Supongamos que un ornitólogo entrometido captura a uno de estos machos territoriales y lo saca de su territorio. ¿Qué sucede? Lo invaden otros machos procedentes de zonas adyacentes, muchos de los cuales no podían antes defender un territorio. Como es lógico, para que se les tome en serio tienen que amenazar e intimidar. Por lo tanto, el nivel general de ansiedad de los gorriones aumenta, tanto entre los recién llegados como entre los gorriones no sustituidos de territorios adyacentes. Las tensiones políticas llegan a un punto alto. Si analizamos el torrente sanguíneo de los gorriones en el transcurso de sus disputas (que quizá desde nuestro punto de vista parezcan de poca monta, pero que para ellos son Quemoy y Matsu), descubriremos que los niveles de testosterona de todos han aumentado: los de los machos recién introducidos que intentan establecer sus territorios y los de los machos de territorios vecinos que ahora deben trabajar para defenderse más de lo habitual. Lo mismo es cierto en muchos otros animales.

Quienes tienen más testosterona son en general más agresivos. Quienes necesitan testosterona en general se la fabrican. La testosterona parece desempeñar una función esencial como cau-

\* Bueno, por lo menos contra todos los forasteros gorriones. Las relaciones de dominación existentes en la misma sección de bosque y que rigen las comunidades por ejemplo de búhos, osos, mapaches y hombres pasan generalmente desapercibidos para los gorriones.

sa y efecto de la agresión, la territorialidad, la dominación y el resto de rasgos de comportamiento masculino que justifica lo de «los chicos serán siempre chicos». Esto parece cumplirse en especies muy diferentes, incluidos monos, simios y hombres.

En la primavera, bajo el estímulo de la longitud creciente del día, aumenta el nivel de testosterona de las aves macho posadas en sus ramas y de las aves macho canoras (como arrendajos, curruacas y gorriones); estas aves desarrollan el plumaje, revelan un temperamento agresivo y comienzan a cantar. Los machos con repertorios más ricos crían antes y producen más polluelos. Los repertorios de los machos más atractivos llegan hasta docenas de canciones distinguibles. La variedad musical es el medio que permite convertir más testosterona en más aves.

Cuando las hembras ponen los huevos, el nivel de testosterona de los machos continúa siendo elevado; están protegiendo a sus parejas. Cuando ellas comienzan a incubar los huevos y pierden el interés en las proposiciones sexuales, los niveles de testosterona de los machos se reducen. Supongamos que se injerta a las hembras suficiente estrógeno para que sigan siendo sexualmente atractivas y receptivas, a pesar de sus nuevos deberes maternales. Entonces los niveles de testosterona de los machos continúan manteniéndose elevados. Mientras la hembra esté sexualmente disponible, el macho tiene tendencia a estar presente y a actuar de modo protector.<sup>17</sup>

Estos experimentos indican que puede conseguirse una importante ventaja selectiva si una especie rompe las limitaciones del estro. La receptividad sexual continua de la hembra tiene al macho ocupado en todo un conjunto de servicios útiles. Esto es precisamente lo que parece haber sucedido en nuestra especie, quizá gracias a pequeños ajustes del código del ADN que regula el reloj interno de estrógeno.

El comportamiento inducido por la testosterona tiene que estar sujeto a límites y restricciones. Si llega a extremos contraproducentes, la selección natural reajustará rápidamente la concentración de esteroides en la sangre. El envenenamiento con testosterona que llegue a producir mala adaptación debe de ser muy raro. En las aves nectarívoras, los murciélagos y los insectos es posible comparar la energía que gasta el macho impulsado por sus esteroides para defenderse contra los recolectores furtivos, con la energía que podría extraerse de las flores guardadas.\* De hecho, la territorialidad sólo suele existir cuando los

\* Es un dilema parecido al de la alcahofa: ¿Las calorías que se queman intentando alcanzar su succulento corazón compensan las que se adquieren ingiriendo alguna cosa?

beneficios energéticos superan los costos energéticos: cuando hay tan pocas flores sabrosas para libar que vale la pena dedicar todos los esfuerzos a expulsar a la competencia. Los nectarívoros no son territorialistas rígidos. No se pelean con todos los recién llegados a fin de proteger un desierto de piedras. Estas aves realizan un análisis de costos y beneficios. Aunque estén en un jardín rico en flores nectaríferas por la mañana no suele observarse un comportamiento territorial, porque durante la noche cuando las aves estaban durmiendo se acumuló una cantidad abundante de néctar. Por la mañana, hay suficiente néctar para ir libando de flor en flor. Hacia el mediodía, sin embargo, cuando han estado alimentándose aves de todas partes y los recursos comienzan a escasear, se dispara la territorialidad.<sup>18</sup> Los elementos locales ahuyentan a los intrusos con alas extendidas y a picotazos. Tal vez piensen que han sido buenos demasiado tiempo y que ahora hay que pararles los pies a los forasteros. Pero en el fondo se trata de una decisión económica y no patriótica; práctica y no ideológica.

Quizá sucede en muchos animales, pero por lo menos está bien demostrado en ratas y ratones: el miedo va acompañado por un olor característico, una feromona del miedo, que los demás reconocen fácilmente.<sup>19</sup> Sucede a menudo que cuando los amigos o parientes huelen que tienes miedo, echan a correr, lo cual puede convenirles a ellos, pero no te ayuda mucho. Incluso es posible que aliente al rival o al depredador, que fue el causante del miedo sentido.

Cuando los gansarones, los patitos y los pollitos empiezan a picotear y salen del cascarón tienen un conocimiento aproximado en sus cabezas del aspecto que debe tener un halcón, según demuestra un experimento clásico. Nadie tiene que enseñárselo. También saben qué es el miedo. Los científicos fabrican una silueta muy sencilla, por ejemplo con cartón recortado y dos proyecciones que podrían ser alas. Perfilan un cuerpo que es más largo y redondeado por un extremo y más corto y achatado por el otro. Si la silueta se mueve con la proyección más larga por delante parece una oca volando, con las alas extendidas y su largo cuello precediéndola. Si uno mueve la silueta encima de los pollitos, con el cuello por delante, seguirán con sus cosas. ¿A quién da miedo una oca? Movamos ahora la misma silueta con el extremo achatado por delante, con lo que parecerá un halcón con las alas extendidas y una larga cola por detrás: su paso provocará un gran revuelo de pídidos y temblores. Si este experimento se ha interpretado correctamente,<sup>20</sup> en algún lugar, dentro del

esperma y del óvulo que permiten fabricar a un polluelo, codificado en la secuencia ACGT de sus ácidos nucleicos, hay la imagen de un halcón.

Quizá este miedo innato de las aves de rapiña sea parecido al temor a los «monstruos» que manifiestan casi todos los niños cuando comienzan a andar. Muchos depredadores que se muestran circunspectos cuando hay una persona adulta presente, atacan alegremente a un niño que gatea. Las hienas, los lobos y los grandes felinos son sólo algunos de los depredadores que acechaban a los hombres primitivos y a sus antepasados inmediatos. Cuando el niño comienza a caminar solo conviene que sepa, en su misma médula, que hay monstruos sueltos fuera. Si sabe eso, es mucho más probable que al más ligero síntoma de peligro vuelva corriendo a casa, a refugiarse con los adultos. La selección ampliará de modo resonante cualquier ligera predisposición en este sentido.\*

En los pollos adultos hay un conjunto de respuestas más organizadas y sistemáticas, incluidas llamadas específicas de alarma auditiva que pueden alertar a cualquier pollo que pueda oír la siniestra noticia: hay un halcón volando. El grito que anuncia a un depredador aéreo es totalmente diferente del que anuncia a un depredador terrestre, por ejemplo, un zorro o un mapache. Puesto que el ave que da la alarma revela también su presencia y situación al halcón, podríamos considerar esta conducta como un acto de valor que ha evolucionado gracias a la selección de grupo. Un seleccionista individual podría afirmar, aunque no sabemos si convincentemente, que el grito actúa poniendo en movimiento a los demás pollos, cuyas carreras pueden distraer al halcón y salvar al ave que dio la alarma.

Experimentos realizados por el biólogo Peter Marler y sus colegas<sup>21</sup> demuestran que, por lo menos entre gallos jóvenes, la propensión a dar gritos de alarma depende mucho de si hay cerca un compañero. Si no hay otras aves presentes, el gallo puede quedar inmóvil o mirando al cielo cuando ve algo parecido a un halcón, pero no grita en señal de alarma. Es más probable que dé la alarma si hay otra ave que pueda oírlo; y, de modo significativo, es mucho más probable que grite si su compañero es otro pollo, cualquier pollo, en lugar por ejemplo de una perdiz. Sin embargo, no le importa el plumaje; los pollos con colores muy diferentes se merecen el aviso. Lo único que cuenta es que el

\* Del mismo modo que los polluelos parece que conserven y refinan esta preocupación cuando se convierten en adultos, lo mismo hacen los hombres. El miedo a depredadores no humanos es otra de las «teclas» fácilmente disponibles que pueden pulsarse para manipular un comportamiento apasionado. Las películas de terror son un ejemplo, aunque no el más notable.

compañero sea otra ave doméstica. Tal vez esto sea simplemente un caso de selección basta por parentesco, pero desde luego se parece a la solidaridad dentro de la especie.

¿Es esto una demostración de heroísmo? ¿Comprende el gallo joven el peligro a que se expone, y a pesar de su miedo, grita con valentía? ¿O se trata más probablemente de que gritar cuando hay un compañero cerca, y no hacerlo cuando uno está solo es un programa del ADN y nada más? El ave ve un halcón, ve otro pollo y grita sin que se le plantee ningún terrible dilema moral. Cuando uno de los participantes en una pelea de gallos continúa luchando hasta la muerte, a pesar de que está sangrando y se ha quedado ciego, ¿demuestra un «coraje invencible» (como dijo un admirador inglés de las peleas de gallos), o se trata más bien de un algoritmo de pelea, que se ha desbocado, que ha escapado de las subrutinas de inhibición? Entre los hombres, ¿tiene el héroe una lúcida comprensión del peligro a que se expone, o está siguiendo simplemente una de nuestras subrutinas preprogramadas? La mayoría de héroes cuentan que se limitaron a hacer lo que se les ocurrió de forma natural, sin pensar mucho en ello.

Los dos sexos tienen probabilidades diferentes de emitir gritos de alarma. En otro estudio de Peter Marler y sus colegas,<sup>22</sup> los gallos jóvenes dieron el grito de alarma cada vez que vieron una silueta de halcón, pero las gallinas sólo emitieron gritos de este tipo en el 13 % de las ocasiones.\* Es mucho menos probable que los gallos jóvenes castrados den la alarma, excepto si se les implanta testosterona, en cuyo caso la frecuencia de llamadas aumenta. Por lo tanto, la testosterona desempeña una función no sólo en las jerarquías de dominio, el sexo, la territorialidad y la agresión, sino también en advertir prontamente la presencia de depredadores, tanto si consideramos al protagonista héroe como autómeta.

Las hembras preadolescentes de ratón tienen una molécula en su orina que induce la producción de testosterona en los machos que la huelen. A su vez, la orina de los machos contiene ahora feromonas que aceleran el desarrollo sexual de la hembra inmadura que la huele. La hembra madura pronto si hay machos alrededor suyo y tarda más en madurar si no los hay: es

\* Los sexos difieren también en otro tipo de gritos. Por ejemplo, cuando un macho encuentra algún alimento que sabe que gusta a la hembra, a menudo emite una llamada de comida. Pero cuando la gallina encuentra comida, no llama al gallo; de hecho, no dice nada, a menos que tenga polluelos. Las gallinas sin familia prefieren cenar solas.



un bucle de realimentación positivo que ahorra esfuerzos innecesarios. (Como cabe esperar, los ratones hembra que no pueden detectar los olores nunca entran en estro.) Es más, hembras normalmente preñadas que huelen la orina de machos de una cepa diferente de ratones abortan espontáneamente sus fetos, reabsorben los embriones en sus cuerpos y entran en celo rápidamente.<sup>23</sup> Este sistema es útil para los machos forasteros. Si a los machos residentes no les gusta, les basta con impedir la llegada de los forasteros con sus aromas abortantes.

En los ratones, como en la mayoría de animales, la testosterona comienza a fabricarse en serio en la pubertad y es en este momento cuando se inician las agresiones graves contra otros ratones. En los machos adultos, cuanto más testosterona hay, más rápido será el ataque cuando un macho forastero aparezca en las fronteras territoriales. También, si se castra a los machos disminuye su agresividad. Y de nuevo si se suministra testosterona a los castrados, aumentará su agresividad. Los ratones machos tienen tendencia a «marcar» su entorno con pequeñas gotas de orina; un trabajo al que se dedican con redoblado esfuerzo cuando merodean por allí otros ratones (o cuando encuentran un objeto desconocido, quizá un cepillo del pelo). Habida cuenta del fenómeno de la reabsorción de los embriones, los machos tienen que ser los principales orinadores del territorio para que puedan dejar descendencia. Quizá esta demarcación hace la función de las etiquetas en las maletas, de los letreros que señalan que un terreno es de «propiedad privada», o de los retratos heroicos del dirigente nacional en los lugares públicos. El ratoncito valiente está cantando: «Esta tierra es mi tierra» y «Todo es mío». Aun cuando no esté físicamente presente, quiere que los transeúntes tomen nota cuidadosamente de la identidad del propietario. Como uno podría imaginar, si se castra al ratón las demarcaciones urinarias disminuyen notablemente; si se le da más testosterona, su tendencia a dejar marcas se reaviva.

Los ratones hembra normales orinan con poca frecuencia. No son marcadoras inveteradas. ¿Pero qué sucede si se da un chute de testosterona a una hembra infantil cuya anatomía es normal? Empezará a marcar con frecuencia. (Si se realiza un experimento similar con perros, las hembras adultas que recibieron testosterona antes de nacer adoptan la postura de orinar de los machos; levantan una pierna y dejan gotear la orina por la otra: una indignidad más que deben aguantar las manos de los científicos.) Cuando se administra testosterona a ratas de sexo femenino cuyos ovarios se extirparon quirúrgicamente, se vuelven agresivas, alternando una tendencia masculina al enfrentamiento con un comportamiento sexual claramente femenino. Pero ad-

ministrar testosterona a hembras normales en las primeras etapas de su vida tiene el siguiente resultado: cuando crecen, resultan mucho menos atractivas para los machos.

La testosterona en la sangre está íntimamente relacionada con la expresión de la agresión en los machos, pero no todo acaba aquí. Por ejemplo, en el cerebro hay moléculas que reprimen la agresión. Las cepas hereditarias de ratas que tienen una violencia insólita tienen una concentración menor de estas sustancias químicas cerebrales inhibitoras que las cepas más pacíficas. Las ratas agresivas se calman cuando hay una cantidad superior de estas sustancias químicas en sus cerebros; las ratas pacíficas se muestran agitadas cuando hay menos cantidad de estas sustancias químicas. Si una rata está ocupada observando actos de violencia de otras ratas, por ejemplo matar ratones, el nivel de sustancias químicas cerebrales inhibitoras desciende.<sup>24</sup> Es mucho más probable que actúe ahora violentamente, y no sólo contra ratones. Las tendencias agresivas reprimidas se han desinhibido. Y también las de todos los demás. La hostilidad puede entonces difundirse rápidamente por el grupo, expresada de modo diferente por individuos diferentes. Quizá esto fue lo que sucedió con las ratas de Calhoun, tan confinadas que la agresión y la desesperación se difundieron en oleadas reflejándose y ampliándose en múltiples focos dentro de la comunidad. La violencia es contagiosa.

En experimentos realizados por Heidi Swanson y Richard Schuster,<sup>25</sup> se dio a las ratas para aprender una tarea compleja de cooperación consistente en correr juntas sobre determinados paneles en el suelo siguiendo una secuencia concreta. Si conseguían hacerlo, se les recompensaba con agua azucarada; en caso contrario, acababan dando vueltas a la cámara experimental sin propósito alguno. Nadie les enseñó lo que debían hacer, o por lo menos no se les enseñó directamente. Fue un proceso de tanteo. Se ensayó el experimento en parejas de machos, parejas de hembras, parejas de machos castrados y parejas de machos castrados con injertos de testosterona. Algunas de las ratas habían vivido antes solas.

Los resultados fueron los siguientes: las hembras y los machos castrados aprendieron bastante rápidamente. Los machos normales y los castrados con testosterona administrada aprendieron mucho más lentamente. Los machos que antes habían vivido solos lo hicieron todavía peor. Algunas parejas de ratas macho de vida previa solitaria, parejas con testículos intactos y también parejas de machos castrados pero estimulados por la testosterona, nunca aprendieron el truco.

Esto es lo que podría esperarse de los machos solitarios: uno

vive solo y tiene poca experiencia de cooperación, por lo que probablemente no obtendrá buenos resultados en una prueba difícil de cooperación. Pero en tal caso, ¿cómo descubrieron el sistema las hembras que habían estado viviendo solas? La respuesta parece ser que si uno es un macho solitario, un misántropo, y tiene que realizar una tarea compleja en coordinación con otro animal, la testosterona le hace tonto. Todas las parejas de machos que solían vivir solos y que no podían descubrir cómo superar la prueba, iniciaron violentas peleas. En cambio la vida en comunidad tendía a calmarlos.

Swanson y Schuster llegaron a la conclusión de que las deficiencias en el aprendizaje no se debieron tanto a la agresión en sí como a la agresión en el contexto de la jerarquía de dominación. Los que tendían a ser vencedores en los combates rituales (o reales), que casi siempre eran los mismos individuos, se paseaban contoneándose con el pelo erguido, amenazando, haciendo fintas y en ocasiones atacando. Los subordinados se agazapaban, cerraban los ojos, y o bien quedaban inmóviles durante largos períodos de tiempo o se escondían. Pero las tendencias a pavonearse o a agazaparse y a esconderse no son las que más favorecen la cooperación gimnástica necesaria para recibir agua azucarada.

La cooperación tiene pronunciados matices democráticos. Las jerarquías extremas de dominación y de sumisión no las tienen. Los dos sistemas son muy incompatibles. En estos experimentos, las hembras intimidaron a otras y lucharon como los machos, pero la vencedora de hoy era a menudo la derrotada de ayer y viceversa, al contrario de los machos. Agazaparse y quedar inmóviles eran posturas menos corrientes, y el estilo femenino de agresión no obstaculizó tanto los resultados sociales como el estilo de los protagonistas masculinos.

La riqueza y complejidad del comportamiento sexual inducido por la testosterona y que estamos descubriendo —dominación, territorialidad y todo lo demás— es un medio que tienen los machos de competir y dejar más descendencia. No es la única posibilidad. Ya hemos mencionado la selección en el nivel de la competición entre células espermáticas, y las especies en las que el macho deja un tapón vaginal cuando ha terminado para frustrar a quienes llegan después. Los machos de libélula intentan ganar a sus competidores retroactivamente: una púa en forma de látigo que se proyecta desde el pene se clava en la masa de esperma depositado anteriormente en la hembra. Cuando el macho se retira, se lleva consigo el semen de su rival. Las libélulas son mucho más directas que las aves y que los mamíferos: nuestros machos son violentos, están consumidos por los celos,

escupen amenazas y acusaciones impulsados por el deseo de tener acceso sexual exclusivo por lo menos a una hembra. El macho de libélula se ahorra gran parte de esto. Le basta con escribir de nuevo la historia sexual de su pareja.

Nos hemos centrado en la agresión, la dominación y la testosterona porque parecen tener una importancia esencial para comprender el comportamiento y los sistemas sociales humanos. Pero hay muchas otras hormonas promotoras de comportamiento que son esenciales para el bienestar humano, incluido el estrógeno y la progesterona en las hembras. El hecho de que una pequeña concentración de moléculas que corren por el torrente sanguíneo puedan desencadenar pautas complejas de comportamiento y que animales diferentes de la misma especie generen cantidades diferentes de estas hormonas es un tema interesante de reflexión cuando se juzgan cuestiones como el libre albedrío, la responsabilidad individual y el orden público.

Si Poseidón hubiera medido con más cuidado el regalo que dio a Cenis, la cuestión no habría llegado a la atención de Zeus. Si la concentración de testosterona de Poseidón hubiese sido inferior, o si hubiese estado en vigor algún castigo contra los dioses por violar a las personas, Cenis podía haber vivido una vida feliz e intachable. En todo caso es cierto que Ceneo se mostró arrogante en exceso, pero a causa de la violación y de sus consecuencias. Fue culpable de no demostrar respeto a los dioses, pero los dioses no la habían respetado a ella. No hay indicación de que la piedad de Tesalia hubiese sufrido menoscabo si Poseidón hubiera dejado tranquila a Cenis. Ella iba tranquilamente a lo suyo, paseándose por la playa.

## EL OCÉANO DEL DEVENIR

Que todo valle sea elevado, y todo monte y cerro rebajado.

Isaías, 40,4

Conseguirán cruzar el océano del devenir.

*Maitreyavyakarana* (hacia 500 a. de C.)<sup>1</sup>

Imaginemos por un momento que la especie a la que pertenecemos tiene un éxito extraordinario. A lo largo de un proceso evolutivo lento se ha ido adaptando con gran precisión a su nicho ambiental. Nosotros y nuestros compañeros estamos ahora gordos y contentos, quizá incluso al pie de la letra. Pero cualquier cambio genético importante, especialmente cuando el individuo está tan bien adaptado, no suele ser en beneficio propio, del mismo modo que un cambio al azar en algunos de los dominios magnéticos microscópicos de una cinta de audio no es probable que mejore la música grabada en ella. Es imposible impedir que se produzcan mutaciones perjudiciales, como tampoco puede evitarse que la música grabada se deteriore lentamente, pero puede frenarse la difusión de estas mutaciones a través de la especie. La selección natural pasa su cedazo por la población y elimina rápidamente todo lo que no funciona, o lo que no funciona tan bien. No se considera una circunstancia atenuante que la mutación, por algún remoto accidente, pueda resultar útil en el futuro. La selección darwiniana actúa aquí y ahora. Se dicta una sentencia sumaria. La cimitarra de la selección se abate sobre el individuo después de una cuidadosa discriminación.

Pero ahora imaginemos que algo cambia. Un pequeño cuerpo interplanetario que atraviesa a gran velocidad el espacio encuentra en medio de su camino un planeta azul y la explosión resultante rocía la atmósfera superior con una cantidad tal de partículas finas que la Tierra se oscurece y se enfría; el lago que habitamos se congela o la vegetación de la sabana que nos alimenta se marchita y muere. O bien el motor tectónico del interior de la Tierra crea un nuevo arco insular y una serie de explosiones volcánicas cambia la composición del aire, con lo que se liberan a la atmósfera más gases de invernadero, el clima se calienta y las pozas de marea y los lagos poco profundos donde habíamos estado chapoteando alegremente comienzan a secar-

se, o una presa formada por hielo glacial se rompe creando un mar interior allí donde solía haber el hábitat desértico que nosotros preferíamos.

Tal vez el cambio tenga una procedencia biológica: los animales que comemos se camuflan ahora mejor o se defienden con mayor obstinación; o los animales que consumimos se han adaptado mejor a la caza, o la resistencia a una nueva cepa de microorganismos resulta insuficiente; o una planta que comemos normalmente acaba fabricando una toxina que nos pone enfermos. Puede haber toda una cascada de cambios: una alteración física relativamente pequeña puede desencadenar adaptaciones y extinciones en unas cuantas especies directamente afectadas y los cambios biológicos pueden propagarse hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la cadena de alimentación.

El mundo ha cambiado y la especie de tanto éxito a la que pertenecíamos puede quedar reducida a una situación mucho más marginal. En este momento una mutación rara o una combinación improbable de genes existentes puede resultar mucho más adaptativa. La información hereditaria que antes menospreciábamos puede merecer una acogida heroica y el hecho nos recuerda una vez más el valor de las mutaciones y del sexo. O quizá en el momento preciso no se genera por casualidad más información genética útil y la especie a la que pertenecemos continúa su decadencia.

No existen organismos capaces de todo. Respirar oxígeno nos permite extraer energía de los alimentos con mucha más eficiencia; pero el oxígeno es un veneno para las moléculas orgánicas y las estructuras necesarias para que las moléculas orgánicas puedan tratar normalmente el oxígeno resultan caras. El plumaje blanco de la perdiz ofrece un magnífico camuflaje en las nieves del Ártico; pero también absorbe menos luz solar y su sistema termorregulador tiene que funcionar más activamente. La espléndida cola del pavo real le hace prácticamente irresistible al sexo opuesto, pero también anuncia de modo visible a los zorros la presencia de un banquete. El carácter de glóbulo falciforme confiere inmunidad para la malaria, pero condena a muchas personas a una anemia debilitadora. Toda adaptación es el resultado de una transacción.

Imaginemos que estamos diseñando un vehículo que podrá correr por la carretera, volar por el aire y sumergirse. Si pudiéramos construir una máquina de este tipo no haría bien ninguna de sus funciones. Cuando tenemos que desplazarnos por terrenos accidentados construimos vehículos todo terreno, cuando queremos viajar bajo el agua, construimos submarinos, y cuando queremos volar por el aire, aviones. Es muy lógico que

estos tres vehículos, aunque tengan una forma general semejante, no tiendan a tener un aspecto concreto muy parecido. Incluso los denominados hidroaviones no son muy apropiados para la navegación, ni resultan muy cómodos en el aire.

Las aves que pueden nadar bajo el agua magníficamente, como los pingüinos, o que pueden correr muy bien, como las avestruces, tienden a perder su capacidad para volar. Las especificaciones mecánicas para nadar o correr se contradicen con las especificaciones necesarias para volar. La mayoría de las especies cuando se enfrentan con estas alternativas se ven obligadas por la selección a asumir una adaptación u otra. Los organismos que dejan todas las opciones abiertas tienden a desaparecer del escenario mundial. El exceso de generalización es un error evolutivo.

Pero los organismos que están demasiado especializados, que funcionan extraordinariamente bien pero sólo en un nicho ambiental único y muy restringido, también tienden a extinguirse; corren el peligro de cerrar un trato fáustico, trocando su supervivencia a largo plazo por los halagos de una carrera brillante pero breve. ¿Qué sucede cuando el medio ambiente cambia? Como los fabricantes de barriles en un mundo de recipientes de acero, como los herreros y los fabricantes de calesas en la época de los vehículos a motor, o como los fabricantes de reglas de cálculo en la era de las calculadoras de bolsillo, los profesionales muy especializados pueden quedar anticuados prácticamente de la noche a la mañana,

Cuando a uno le llega un pase adelante en el fútbol americano debe mantener la vista fija en la pelota. Pero al mismo tiempo debe seguir vigilando los placajes de los contrincantes. Coger la pelota es su objetivo a corto plazo; correr con ella después de atraparla es el objetivo a largo plazo. Quien se preocupe únicamente por correr más que los contrincantes, puede olvidarse de coger la pelota. Quien se concentra sólo en agarrar la pelota, puede acabar en el suelo cuando se hace con ella y fallar la jugada. Se necesita un cierto compromiso entre los objetivos a corto y a largo plazo. Esta combinación óptima dependerá de la puntuación, los fuera de juego, el tiempo que queda y la capacidad de los atajadores contrarios. En cada circunstancia hay por lo menos una combinación óptima. Un jugador profesional no imaginará nunca que su tarea de restador consiste exclusivamente en recoger pases o en correr exclusivamente con la pelota. Es preciso adquirir la costumbre de estimar rápidamente los riesgos y beneficios potenciales y el equilibrio necesario entre los objetivos a corto y a largo plazo.

Todo encuentro exige esta capacidad de juicio, que contribu-

ye en gran medida a la emoción del deporte. En la vida diaria deben formularse también continuamente juicios de este tipo. Y son tema básico y algo controvertido de la evolución.

El peligro que plantea el exceso de especialización es que si el medio ambiente cambia, el organismo queda desamparado. Si uno está muy bien adaptado a su hábitat actual, quizá acabe siendo un inútil a largo plazo. Y, por lo contrario, si uno dedica todo su tiempo a prepararse para contingencias futuras, muchas de ellas remotas, quizá se convierta en un inútil a corto plazo. La naturaleza planteó un dilema a la vida: hallar el equilibrio óptimo entre corto y largo plazo, encontrar un camino intermedio entre el exceso de especialización y el exceso de generalización. Como es lógico, el problema se complica porque ni los genes ni los organismos tienen idea de qué adaptaciones futuras son posibles o útiles.

Los genes mutan de vez en cuando, y al cambiar el medio ambiente puede suceder al cabo de mucho tiempo que un nuevo gen dote a su portador de medios de supervivencia mejorados. Este individuo está ahora más «adaptado» a su nicho ecológico. Ha aumentado su valor adaptativo, las posibilidades que ofrece de ayudar a su portador a dejar más descendencia viable. Si una determinada mutación ofrece a quienes la poseen sólo un 1% de ventaja sobre quienes carecen de ella, la mutación se habrá incorporado a la mayoría de miembros de una población grande y que se cruza libremente en aproximadamente un millar de generaciones,<sup>2</sup> lo que corresponde únicamente a unas cuantas decenas de miles de años, aunque los animales sean grandes y longevos. ¿Pero qué pasa si las mutaciones que proporcionan una ventaja pequeña de este tipo se producen con una frecuencia demasiado baja, o si es preciso que varios genes muten al mismo tiempo, y por lo tanto de modo muy improbable, cada uno en la dirección correcta, para adaptarse a la nueva situación? En tal caso todos los miembros de la población pueden extinguirse.

¿Existe una estrategia evolutiva que permita a los individuos y las especies escapar de esta trampa, algún truco que permita evitar los extremos del exceso de especialización y del exceso de generalización? Cuando se producen catástrofes ambientales importantes es posible que no exista una tal estrategia. Los dinosaurios proliferaron y ocuparon una impresionante gama de nichos ecológicos, sin embargo ninguno sobrevivió a las extinciones masivas que se produjeron hace 65 millones de años. Cuando los cambios ecológicos son rápidos, pero menos apocalípticos, hay varios medios para sobrevivir. Conviene reproducirse sexualmente, tal como hemos dicho, porque la recombinación de los genes aumenta mucho la variedad genética general. Convie-



ne ocupar un territorio grande y heterogéneo y no especializarse demasiado. Y conviene que la población se separe formando muchos subgrupos casi aislados, como expuso claramente por primera vez el genetista de poblaciones Sewall Wright, quien falleció casi centenario en 1987. Ofrecemos a continuación una exposición simplificada de un tema complejo, algunos aspectos del cual se están debatiendo de nuevo.<sup>3</sup> Pero aunque sólo fuera una metáfora, su capacidad de explicación para los mamíferos, y especialmente para los primates, es considerable.

Los genes, los manuales de instrucción escritos en el alfabeto ACGT del ADN, están experimentando una mutación. Algunos genes encargados de cuestiones importantes, como el funcionamiento de una enzima, cambian lentamente; puede ser que apenas cambien en decenas o incluso en centenares de millones de años, porque tales cambios casi siempre provocan un funcionamiento deficiente de alguna máquina-herramienta molecular o la detienen completamente. Los organismos con este gen mutante mueren (o dejan menos descendencia) y la mutación tiende a no transmitirse a generaciones futuras. El cedazo de la selección la elimina. Otros cambios que no causan daño —en una secuencia no transcrita o sin sentido, o en los planos para fabricar los elementos estructurales que permiten orientar, por ejemplo, la máquina-herramienta, o aplicarla sobre una plantilla molecular— pueden transmitirse rápidamente a generaciones futuras, porque la selección no eliminará al organismo que tenga la nueva mutación. En el código de los elementos estructurales, la secuencia concreta de ACGT apenas importa; lo único que se necesitan son elementos de sostén, una secuencia cualquiera que codifique la forma de un mango subcelular, por ejemplo, sin que importe con qué aminoácidos está fabricado el mango. Los cambios en secuencias de ACGT que de todos modos se ignoran tampoco perjudicarán. En alguna ocasión toca el gordo a un organismo y en un número relativamente escaso de generaciones la mutación favorable se difunde por toda la población; pero los cambios genéticos generales debidos a mutaciones favorables son lentos, porque suceden con muy poca frecuencia.

Algunos genes estarán en casi toda la población; otros aparecerán sólo en una pequeña fracción de la población. Pero no todo el mundo tendrá los genes, incluso los que son muy útiles, o bien porque el gen es nuevo y no ha tenido tiempo de difundirse por toda la población, o porque se están produciendo siempre mutaciones que transforman o eliminan un gen determinado, aunque sea beneficioso. Si la ausencia de un gen útil no es decididamente

te mortal, siempre habrá organismos que carezcan de él en una población bastante grande. En general, cualquier gen está distribuido en la población: algunos individuos lo tienen y otros no. Si dividimos esta especie en subpoblaciones más pequeñas y mutuamente aisladas, el porcentaje de individuos que tiene un determinado gen variará de un grupo a otro.

Hay unos diez mil genes activos en un mamífero «superior» típico. Cualquiera de ellos puede variar de un individuo a otro y de un grupo a otro. Algunos se extinguen durante un tiempo o para siempre. Algunos genes están recién estrenados y se están difundiendo por la población. La mayoría son veteranos. La utilidad de un gen determinado (en la población de lobos o de hombres o de cualquier mamífero que imaginemos) depende del medio ambiente, y también el medio ambiente está cambiando.

Sigamos la trayectoria de uno de esos diez mil genes. Tal vez sirva para producir más testosterona, pero podría ser cualquier otro gen. La fracción de población que tiene este gen, en relación con todos los otros posibles genes, se denomina la frecuencia del gen.

Imaginemos ahora un conjunto de poblaciones aisladas de la misma especie. Supongamos que son bandas de monos que viven en valles adyacentes y casi idénticos, separados por montañas infranqueables. Cualquier diferencia en las posibilidades de supervivencia o de dejar descendientes en los dos grupos no se deberá a que uno de ellos vive en un entorno físico más favorable.

No todos los valores de la frecuencia del gen tienen un igual valor adaptativo. Hay una frecuencia óptima en la población. Si la frecuencia del gen es demasiado baja, tal vez los monos se muestren poco activos en su defensa contra los depredadores. Si es demasiado elevada, quizá se maten entre sí en luchas de dominación. Cuando dos poblaciones aisladas, cuyas circunstancias son por lo demás idénticas, tienen diferentes constelaciones de genes activos, sus miembros tendrán diferentes aptitudes darwinianas.

Pero la frecuencia óptima de este gen depende de la frecuencia óptima de otros genes, y también del entorno fluido y variable en el cual deben vivir los monos. Es posible que haya más de una frecuencia óptima, según sean las circunstancias. Lo mismo es válido para los diez mil genes más: todas sus frecuencias óptimas dependen mutuamente y varían a medida que lo hace el medio ambiente. Por ejemplo, una frecuencia elevada de un gen que produce más testosterona puede ser útil para enfrentarse con los depredadores y otros grupos hostiles, suponiendo que también sean más abundantes los genes que permiten vivir en paz dentro del grupo. Y así sucesivamente. Los óptimos están entrelazados.

Puede suceder que un conjunto de frecuencias de genes que permitía antes al grupo estar magníficamente adaptado se convierta ahora en una notable desventaja; y que quizá las frecuencias de genes que sólo habían dado un margen de aptitud sean ahora la clave para la supervivencia. Éste es un concepto muy inquietante de la existencia: es precisamente cuando uno está más en armonía con su medio ambiente cuando empieza a adelgazarse el hielo sobre el que está patinando. Lo que uno debía haber procurado, si hubiese podido, es escapar pronto de una adaptación óptima: renunciar deliberadamente a la situación de gracia de los individuos bien adaptados, humillarse a pesar de ser poderoso. Está claro ahora el significado de la expresión «exceso de especialización». Pero, como comprobamos nosotros cada día, casi nunca las poblaciones privilegiadas de la humanidad están dispuestas a adoptar esta estrategia. En el enfrentamiento clásico entre intereses a corto y a largo plazo, el corto plazo casi siempre gana, especialmente cuando es imposible predecir el futuro.

Sí, les falta previsión. ¿Pero cómo podrían prever nada? Es pedir demasiado imaginar que unos monos puedan prever los cambios geológicos o ecológicos futuros. Nosotros los hombres, que con nuestra inteligencia deberíamos poder profetizar más que los monos, tenemos muchas dificultades para prever el futuro y nos resulta todavía más difícil actuar de conformidad con lo que sabemos.<sup>4</sup> El corto plazo tiende a predominar en las operaciones militares, en las intrigas de la política, en la mayoría de iniciativas empresariales y en las respuestas nacionales a los problemas del medio ambiente mundial. Por lo tanto, puede imaginarse a primera vista que es demasiado difícil la conservación precavida de un conjunto de frecuencias de genes que resultarán óptimas en determinadas circunstancias futuras, cuando nadie es siquiera consciente de este hecho. Cabría imaginar que hay un fallo en el proceso evolutivo, que la vida, en determinadas circunstancias, podría quedar encallada.

¿Cuál podría ser el motivo de que se desplazara la frecuencia de genes en poblaciones distintas hacia valores inferiores a los óptimos? Supongamos que la tasa de mutaciones aumentó debido a la introducción de una nueva sustancia química en el medio ambiente (que vomitó el interior de la Tierra) o a un aumento en el flujo de rayos cósmicos (quizá originados en la explosión de alguna estrella en medio de la Vía Láctea). Entonces las frecuencias de genes en poblaciones aisladas se diversifican. Podría ser incluso que una población acabara poseyendo las frecuencias óptimas precisas para adaptarse a una necesidad futura. Pero esta coincidencia será muy rara. Lo más probable es que los cam-

bios importantes sean mortales. Por lo tanto un aumento de la tasa de mutaciones tiende principalmente a distribuir la variación de frecuencias de genes, pero no mucho.

La población tenderá a seguir las circunstancias cambiantes gracias a la acción conjunta de las mutaciones y de la selección, esforzándose siempre en alcanzar la adaptación óptima. Si las condiciones externas varían con la suficiente lentitud, la población podría mantenerse siempre cerca de la adaptación óptima. Las frecuencias de los genes están siempre variando lentamente. Este movimiento gradual, impulsado por las mutaciones y la selección natural en un entorno físico y biológico cambiante, es precisamente el proceso evolutivo expuesto por Darwin; y el cambio continuo de las frecuencias de los genes descubierto por Wright es una metáfora de la selección natural.

Hasta este momento todas las subpoblaciones aisladas que hemos estado estudiando eran grandes, formadas quizá por miles de individuos o más. Pero ahora viene el punto crítico de Wright: imaginemos pequeños grupos que no tienen más de unas cuantas docenas de individuos. Estos grupos tienden a tener una elevada endogamia. Al cabo de pocas generaciones, ¿con quién puede uno aparearse sino con parientes? Consideremos pues durante un momento el tema de la endogamia antes de estudiar las perspectivas evolutivas de las poblaciones pequeñas.

Algunas culturas humanas practican el sexo en privado y comen en público, y otras culturas lo hacen al revés; algunas viven con sus parientes ancianos, otras los abandonan y otras se los comen; algunas instituyen normas rígidas que deben obedecer incluso los niños que empiezan a andar, y otras dejan que los niños hagan casi todo lo que quieren; algunas entierran a sus muertos, otras queman a sus muertos y otras los exponen para que los pájaros se los coman; algunas culturas utilizan conchas como dinero, otras utilizan el metal, otras el papel y otras prescindan totalmente del dinero; algunas culturas no tienen dioses, otras tienen un único dios, otras tienen muchos dioses. Pero todas ellas abominan el incesto.

Evitar el incesto es uno de los pocos elementos comunes invariables dentro de la espectacular diversidad de las culturas humanas. Pero a veces se han permitido excepciones para las clases dirigentes (¿quiénes pueden si no?). Cuando los reyes eran dioses, o algo muy parecido, sólo sus hermanas eran de categoría suficiente para ser sus cónyuges. Las familias reales mayas y egipcias practicaron la endogamia durante generaciones y los hermanos se casaban con las hermanas, aunque se cree que el

proceso estaba mitigado por uniones no permitidas y no registradas con personas que no eran parientes. Los descendientes supervivientes de estas uniones no eran mucho más incompetentes que los reyes y reinas normales producidos en otras situaciones; y Cleopatra, reina de Egipto, que era oficialmente el resultado de muchas generaciones consecutivas de matrimonios incestuosos fue una persona brillante en muchos aspectos. El historiador Plutarco nos dice que no tenía una belleza incomparable, pero que el contacto de su presencia, si uno vivía con ella, era irresistible; el atractivo de su persona, unido al encanto de su conversación y al carácter con que hablaba y actuaba, era fascinante. Era un placer escuchar simplemente el sonido de su voz, con la cual, como con un instrumento de muchas cuerdas, podía pasar de un idioma a otro, de modo que eran muy pocos los países bárbaros a los que contestaba por medio de un intérprete. Cleopatra dominaba no sólo el egipcio, el griego, el latín y el macedonio, sino también el hebreo, el árabe y las lenguas de los etíopes, los sirios, los medos, los partos y «muchos otros». <sup>5</sup> Se dijo de ella que era «la única persona, aparte de Aníbal, que despertó miedo en Roma». <sup>6</sup> También dio a luz a varios niños, al parecer sanos, aunque sus padres no fueron hermanos suyos. Uno de ellos fue Tolomeo XV César, hijo de Julio César, nombrado rey de Egipto (hasta que el futuro emperador Augusto lo asesinó a los diecisiete años de edad). Es evidente que Cleopatra no parece haber mostrado deficiencias físicas o intelectuales pronunciadas, a pesar del supuesto parentesco de sus padres.

Sin embargo, la endogamia produce una deficiencia genética estadística que se manifiesta principalmente en el fallecimiento de niños y jóvenes (y no tenemos buenos datos sobre los hijos de reyes egipcios o mayas que fallecieron al nacer o a quienes se mató de niños). Hay muchos datos que apoyan esta afirmación en muchos grupos de animales y plantas, pero no en todos ellos, ni mucho menos. Incluso en los microorganismos sexuales el incesto provoca notables aumentos en el fallecimiento de los hijos. <sup>7</sup> La mortalidad de los hijos engendrados en uniones incestuosas en los zoos aumentó de modo pronunciado en cuarenta especies diferentes de mamíferos, aunque algunas especies fueron mucho más vulnerables a una estrecha endogamia que otras. <sup>8</sup> En uniones sucesivas entre hermano y hermana de moscas de la fruta, sólo sobrevivía en la séptima generación un pequeño porcentaje de los descendientes. <sup>9</sup> En los papiones, las uniones entre primos carnales producen hijos que en el primer mes de vida mueren con una frecuencia del 30 % superior a la de las uniones de papiones que no están estrechamente emparentados. <sup>10</sup> Las plantas que normalmente se reproducen cruzán-

dose con otras, por ejemplo el maíz, se deterioran en una situación constante de endogamia. Las plantas se hacen más pequeñas, más flacas y más debilitadas. La existencia del maíz híbrido se debe a esto. Como observó por primera vez Darwin, muchas plantas que tienen partes masculinas y femeninas están configuradas para que no puedan tener con facilidad relaciones sexuales consigo mismas (este tabú contra el incesto, que es el más fundamental de todos, se llama «autoincompatibilidad»). Muchos animales, incluidos los primates, tienen tabús que frenan las uniones con parientes próximos.<sup>11</sup>

Los perros de pura raza son propensos a deformidades y defectos de constitución. Los biólogos John Paul Scott y John L. Fuller realizaron experimentos de cría, es decir de selección artificial, en cinco razas de perros:

Comenzamos nuestros experimentos con ejemplares considerados de buena raza, es decir con un número elevado de campeones en su árbol genealógico. Cuando cruzamos a estos animales con sus parientes próximos durante una o dos generaciones, descubrimos graves defectos en cada camada... Los cocker spaniel se crían para que tengan frentes anchas con ojos prominentes y un ángulo pronunciado entre la nariz y la frente. Cuando examinamos los cerebros de algunos de estos animales durante la autopsia, descubrimos que presentaban síntomas leves de hidrocefalia; es decir que los criadores al seleccionar la forma del cráneo habían seleccionado accidentalmente un defecto cerebral en algunos de ellos. Además de todo esto, en la mayoría de nuestras razas sólo un 50 % aproximado de las hembras podían criar camadas normales y sanas, incluso ofreciéndoles cuidados ideales. En otras razas de perro, estos defectos son muy corrientes.<sup>12</sup>

Deficiencias genéticas semejantes se observan en los datos limitados de que se dispone sobre el incesto humano en épocas modernas. El aumento de la tasa de mortalidad infantil debida al matrimonio entre primos carnales<sup>13</sup> es sólo de un 60 %. Pero un estudio realizado en Michigan<sup>14</sup> a mediados del decenio de 1960 comparó a dieciocho hijos de uniones entre hermano y hermana y entre padres e hijas con un grupo de control de niños de parejas no incestuosas. La mayoría de los hijos de incesto (once de un total de dieciocho) fallecieron durante los primeros seis meses, o bien presentaban defectos graves, incluido un pronunciado retraso mental. No se comprobó la presencia de estos defectos en las historias de los padres o de sus familias. Los demás niños parecían normales por su inteligencia normal y por todos los demás aspectos, y se recomendó su adopción. Ninguno de

los niños del grupo de control falleció o tuvo que ingresar en instituciones. Sin embargo, estas tasas de mortalidad y de enfermedad parecen altas si se comparan con las uniones entre hermanos y hermanas y padres e hijas en otros animales; quizá había una probabilidad mayor de que las uniones incestuosas que producen hijos anormales llegaran a conocimiento de los científicos que realizaban el estudio.

Los peligros de la endogamia repetida parecen tan evidentes que puede deducirse con seguridad que entre los antepasados inmediatos de Cleopatra hubo uniones sexuales no permitidas y que las reinas de Egipto concebían con otras personas además del Faraón. Hubiesen bastado unas cuantas uniones entre hermanos en generaciones sucesivas para provocar el fallecimiento de Cleopatra o por lo menos para que Cleopatra hubiese sido un personaje muy distinto de la persona llena de vitalidad que la historia nos revela. Pero un cruce con una persona exterior en una generación contribuye mucho a cancelar la endogamia anterior.

La endogamia es un peligro especial en grupos muy pequeños, porque es difícil evitarla. Si se producen unas cuantas mutaciones no letales en un individuo o bien desaparecen, porque, por ejemplo, su portador no tiene descendencia o bastan unas cuantas generaciones para que esté presente en todos los individuos, aunque perjudique ligeramente a la adaptación. De modo que ahora la mayoría de machos de la población tiene, por ejemplo, un ligero exceso de testosterona; las distracciones que los conflictos causan se están cobrando un precio, y no se cuida como se debiera a las crías. La población se ha desviado un poco de la adaptación óptima; si la endogamia es pronunciada pudiera ser que al final ninguno de los miembros del grupo dejara descendencia.

Si la endogamia no fuera tan arriesgada, cabría pensar que las poblaciones pequeñas son el medio adecuado para conseguir constelaciones de frecuencia de genes que de momento no son muy adaptativas, pero que lo serán en algún momento del futuro. Si la población es pequeña, nuevas mutaciones o nuevas combinaciones de letras y secuencias en el código genético pueden propagarse por toda la población en unas cuantas generaciones. De este modo se están llevando a cabo al azar nuevos experimentos de biología que no podrían hacerse en poblaciones grandes. A consecuencia de ello casi siempre el grupo se aparta rápidamente de la adaptación óptima. Pero en una población pequeña pueden ponerse a prueba con tanta rapidez genes y combinaciones de genes relativamente raros que se puede recorrer rápidamente mucho terreno dentro de la posible gama de frecuencias de genes.

Lo que se está produciendo aquí son los llamados «accidentes de muestreo», que tienen consecuencias mucho más profundas en poblaciones pequeñas que en poblaciones grandes. Imaginemos que tiramos una moneda al aire: la probabilidad de sacar cara o cruz en una tirada es evidentemente 50 %, una probabilidad entre dos. La moneda tiene sólo una cara y una cruz y tiene que quedar de un modo u otro. Si hay dos tiradas, el menú completo de resultados igualmente posibles es: dos cruces, una cara y una cruz, una cruz y una cara o dos caras. Por lo tanto la probabilidad de sacar dos caras consecutivas es de uno entre cuatro, es decir un cuarto, o sea  $1/2 \times 1/2$ . Con tres tiradas la probabilidad de sacar todo caras es de una entre ocho ( $1/2 \times 1/2 \times 1/2$ ), o de uno entre  $2^3$ . Podremos sacar diez caras seguidas sólo una vez después de mil tiradas ( $2^{10} = 1024$ ). (Si alguien presencia sólo esta tirada, pensará que el tirador tiene una suerte extraordinaria.) Pero para sacar cien caras seguidas se necesitará un quintillón de tiradas ( $2^{100}$  equivale aproximadamente a  $10^{30}$ ), lo que equivale prácticamente a una eternidad.

En poblaciones pequeñas son inevitables accidentes importantes de muestreo; si en una encuesta nacional se interrogara solamente a tres personas no estaría muy justificado dar fe a los resultados, es decir creer que esas tres opiniones reflejan adecuadamente las opiniones de la mayoría de ciudadanos. Una de las personas interrogadas podría ser por azar un anarquista, un vegetariano, un trotsquista, un luddita, un copto o un escéptico, todos los cuales ofrecen interesantes puntos de vista, pero no reflejan de modo preciso a la población general. Imaginemos ahora que las opiniones de estas tres personas pudieran de algún modo ampliarse proporcionalmente y convertirse en las opiniones de la población del conjunto de los Estados Unidos; se habría logrado una transformación importante de las actitudes y la política del país. Lo mismo sucede genéticamente cuando unos cuantos individuos de una gran población crean una comunidad nueva y aislada.

Se producen accidentes de muestreo cuando la población de donde se toma la muestra es muy pequeña. En muchas elecciones, cuando los encuestadores toman muestras de quinientas o mil personas escogidas al azar, se demuestra repetidamente que los resultados son representativos del conjunto del país.\* Los resultados de quinientas o mil muestras escogidas al azar son correctos con una desviación de un pequeño porcentaje. (La variación esperada es la raíz cuadrada del tamaño de la muestra.)

\* Excepto cuando la opinión expresada en la soledad de la cabina electoral es tan vergonzosa que el votante no puede admitirla ante el encuestador.



Quando se pide la opinión de un gran número de personas elegidas al azar se están tomando muestras fiables del promedio;\* cuando sólo se pregunta la opinión de unas cuantas personas, es posible que se estén tomando muestras de opiniones atípicas o marginales. Los encuestadores preferirían tomar muestras de poblaciones más pequeñas porque se ahorrarían dinero. Pero no se atreven a hacerlo, porque los errores serían demasiado grandes y las opiniones escogidas poco representativas.

En la genética de las poblaciones sucede lo mismo que en las encuestas de opinión: cuando el grupo es lo bastante pequeño pueden tomarse como muestras desviaciones importantes de la media y estas desviaciones quedar establecidas. Cuando hay grupos pequeños aislados unos de otros, se prueban muchos conjuntos diferentes de frecuencias de genes, la mayoría perjudiciales a la adaptación, pero unos cuantos pueden dar casualmente una buena respuesta al futuro. Esto se denomina deriva genética.

O supongamos que nuestro nombre es Theodosius Dobzhansky y que vivimos en la ciudad de Nueva York. Aunque tengamos diez hijos el nombre continuará siendo «raro y extravagante» mientras continuemos viviendo en la gran ciudad. Pero si la familia se desplaza a un pueblo y tiene muchos descendientes, Dobzhansky acabará convirtiéndose en un apellido corriente y anónimo. Del mismo modo, una predisposición hereditaria extraordinaria presente en los genes de los Dobzhansky afectará sólo a una pequeña fracción de la población mientras vivan en Nueva York, pero al cabo de varias generaciones podría convertirse en un rasgo genético importante de los habitantes de una aldea.<sup>15</sup>

¿Hay alguna manera de preservar los accidentes de muestreo propios de pequeños grupos y evitar al mismo tiempo la lenta deterioración que acompaña al incesto? Imaginemos que en cada grupo hay mucha endogamia, pero que de vez en cuando se permite la exogamia. En ocasiones individuos procedentes de subpoblaciones generalmente aisladas se reúnen y se emparejan mitigando así las consecuencias más graves del incesto. La deriva genética creará constelaciones diferentes de genes en cada subpoblación. Cada pequeño grupo tendrá un conjunto diferente de propensiones hereditarias. Por lo tanto, no todos los grupos es-

\* El tono peyorativo que acompaña a la palabra «desviado» —que sólo significa diferente de la media— apunta hacia las irresistibles presiones sociales que hay en casi todas las sociedades humanas con el fin de acabar configurando la multitud. La palabra «egregious» en inglés significa atroz, excepcionalmente malo, y en latín quiere decir separado del rebaño. De nuevo se identifica lo diferente con lo malo, algo acertado para poblaciones bien adaptadas a corto plazo, pero peligroso para épocas de cambio y a largo plazo.

tarán adaptados de modo óptimo a las circunstancias actuales. Pero ahora el medio ambiente ha cambiado y ninguno de ellos puede estar bien adaptado. Su adaptación es muy poco óptima y las vidas de todos serán difíciles. Ninguno de estos grupos vivirá tan bien como antes, muchos grupos se extinguirán. Pero cuando estalle la crisis ambiental, algunas de estas poblaciones más pequeñas descubrirán que están, por casualidad, situadas ventajosamente, que están «preadaptadas». El truco consiste en combinar los accidentes de muestreo de grupos pequeños (de modo que por lo menos un grupo esté, por casualidad, bien preparado para la siguiente crisis ambiental) con la estabilidad de los grupos grandes (de modo que cuando se tenga una adaptación nueva y deseable se difunda entre una población numerosa). El grupo afortunado, que tiene de nuevo frecuencias de genes óptimas, al estar en contacto genético con los demás grupos les transmitirá su nueva constelación de genes adaptativos. Los demás grupos adquirirán las nuevas capacidades, la nueva combinación de rasgos, las nuevas adaptaciones, pero al mismo tiempo se evitarán las consecuencias más peligrosas de la consanguinidad.

Tenemos de nuevo un mecanismo de tanteo que permite a una población grande explorar la combinación de posibles frecuencias de genes. Cuando las adaptaciones que antes nos llevaron al éxito, tienen ahora únicamente una utilidad marginal, nos queda un camino de salida. La solución que propuso Sewall Wright es dividir una especie en muchas poblaciones bastante pequeñas y endogámicas, pero permitiendo al mismo tiempo cruces ocasionales entre ellas. De este modo se evitan las dos trampas: el exceso de especialización y el exceso de generalización.<sup>16</sup> Puesto que en poblaciones pequeñas y semiaisladas los cambios evolutivos importantes se producen con una frecuencia relativamente escasa, queda explicada la escasez relativa de formas intermedias en el registro fósil, uno de los problemas que preocupó a Darwin.<sup>17</sup>

Ningún organismo se ha parado a considerar su situación y a tomar una decisión de política evolutiva consciente, aplicable a toda su especie, consistente en dividirse en poblaciones pequeñas, ampliar los accidentes de muestreo genético y al mismo tiempo evitar las formas más flagrantes del incesto. Pero, como pasa siempre en el proceso evolutivo, cualquier especie que tome accidentalmente medidas adecuadas se reproducirá de modo preferente. Si se lleva a cabo un número suficiente de experimentos evolutivos a lo largo de las perspectivas inmensas de tiempo con

que cuenta la historia de la vida, pueden institucionalizarse adaptaciones muy poco probables, relativas al tamaño del grupo por ejemplo o al equilibrio entre endogamia y exogamia. Estamos hablando ahora sobre la creación de un mecanismo que garantice una evolución continuada, un desarrollo de segundo orden o meta-evolutivo.<sup>18</sup>

¿Qué sensación tendría desde dentro un miembro de una especie que gracias a la selección natural hubiese tomado medidas para conseguir la deriva genética? Le gustaría vivir en grupos pequeños. Le disgustarían las multitudes. Un grupo no debería comprender más de cien o doscientos individuos para que los accidentes del muestreo pudieran actuar en una escala temporal adecuada y, según Wright, su tamaño óptimo sería de sólo unas docenas de miembros. Los grupos de seis a ocho miembros o menos tienden a ser inestables; son demasiado vulnerables y los pueden exterminar depredadores, inundaciones o enfermedades, todos los cuales constituyen ejemplos diferentes de accidentes de muestreo. Podríamos imaginar la existencia de una lealtad apasionada por el grupo, algo parecido a un intenso sentimiento de familia, un superpatriotismo, un chauvinismo, un etnocentrismo. (Al ser la mayoría de miembros del grupo parientes próximos, podrían sentirse impulsados en caso de necesidad a actuar con un cierto altruismo o incluso a actuar heroicamente en bien de los demás.) Convendría también evitar toda fusión del grupo propio con otro grupo, porque los grupos mucho mayores frenan los accidentes de muestreo. Sería conveniente por lo tanto concebir una hostilidad apasionada contra los demás grupos, tener muy claros sus defectos, estar afectado de una cierta xenofobia o patrioterismo.

Los demás grupos están compuestos, como es lógico, por individuos de la misma especie que la nuestra. Tienen un aspecto muy parecido al nuestro propio. Para poder atizar las llamas de la xenofobia deberíamos examinarlos con una gran atención y exagerar todas las diferencias observables, siempre en perjuicio suyo. Estos grupos tienen herencias ligeramente diferentes y dietas ligeramente distintas, y por lo tanto no huelen exactamente lo mismo que nosotros. Si nuestra sensibilidad olfativa es fina, quizá los olores de los demás grupos conviertan a sus miembros en seres grotescos y odiosos.

Sería incluso mejor poder crear algunas distinciones. Si no fueran posibles las diferencias en el vestido y en el idioma, por ejemplo, porque todavía no se hubieran inventado, convendría establecer diferencias de comportamiento, posturas o vocalización. Cualquier cosa que distinguiera a nuestro grupo de los demás podría servir para mantener el odio latente y resistirse a

la fusión. Por suerte, los otros grupos opinan algo parecido. Estas diferencias no hereditarias entre un grupo y otro —incluso las diferencias arbitrarias, que están remotamente relacionadas con ventajas adaptativas, pero que sirven para preservar la independencia y coherencia del grupo— reciben el nombre colectivo de cultura. A un nivel rudimentario, muchos animales tienen cultura.<sup>19</sup> La diversidad cultural contribuye a conservar la deriva genética.

Es esencial al mismo tiempo evitar un exceso de endogamia y garantizar al menos una exogamia ocasional. Por lo tanto sentiremos repulsión por el incesto, o al menos por las uniones más endogámicas. La copia de las actitudes de los compañeros, la cultura, reforzará, si es posible, esta repulsión. Habrá un tabú contra el incesto (que quizá se mitigará si la población se reduce a unos cuantos supervivientes). Puede proscribirse oficialmente la exogamia, y entre los hombres esta prohibición se expresará en ataques de los jóvenes contra los machos de otros grupos que entran en el barrio, aunque sea accidentalmente o en los padres llorando como si hubieran muerto a las hijas que se fugan con forasteros. Pero a pesar de un etnocentrismo y xenofobia omnipresentes, de vez en cuando uno encontraría irresistiblemente atractivos a miembros de otros grupos hostiles. Habría uniones subrepticias. (Éste es más o menos el tema de *Romeo y Julieta*, de *El Jeque* de Rodolfo Valentino, y una gran industria de libros sobre el amor destinados a mujeres.)

En resumen una estrategia de supervivencia prometedora es la siguiente: Distribuirse en pequeños grupos, alentar el etnocentrismo y la xenofobia y sucumbir a ocasionales tentaciones sexuales provocadas por hijos e hijas de otros clanes enemigos. Crear una propia cultura. Cuanto más capaz sea una especie de tener un comportamiento aprendido, mayores serán las diferencias que podrán establecerse entre un grupo y otro. Las diferencias de comportamiento conducen eventualmente a diferencias genéticas, y viceversa. El aislamiento incompleto, la combinación adecuada de indiferencia y abandono sexual en relación a otros grupos genera diversidad. Y la diversidad es la materia prima sobre la cual actúa la selección.

Parece, por lo tanto, que existe un motivo, radicado en lo hondo de la genética de poblaciones y de la evolución, que explica la existencia de grupos pequeños semiaislados como subestructuras de poblaciones mayores, de la xenofobia, el etnocentrismo, la territorialidad, la evitación del incesto, la exogamia ocasional y la migración para abandonar las comunidades de más éxito. Estos mecanismos actúan especialmente en las especies cuyo medio ambiente cambia rápidamente desde el punto de vista

biológico o físico. Las arqueobacterias, las hormigas y los cangrejos bayoneta no han pertenecido mucho a esta categoría; las aves y los mamíferos, sí. Así pues, cuando oigamos a un demagogo desenfrenado predicar el odio contra otros grupos de hombres ligeramente distintos parémonos por lo menos un momento para intentar comprender el problema. Está atendiendo a una antigua llamada que, por peligrosa, anticuada y mal adaptativa que pueda ser hoy en día, benefició en otras épocas a nuestra especie.

Se ha encontrado una solución al problema de disponer las frecuencias de genes de modo que respondan rápidamente a un entorno voluble y cambiante. Y la solución parece extrañamente familiar. Después de recorrer un mundo abstracto de genética de poblaciones y frecuencias de genes, doblamos una esquina y nos encontramos de repente mirando a algo que se nos parece mucho... a nosotros mismos.

## TIERRA DE BANDAS

El menos reflexivo de los hombres que se enfrente con estas copias borrosas de sí mismo, sentirá por fuerza una cierta sorpresa, quizá debida no tanto a una reacción de repugnancia por el aspecto de algo que parece una caricatura insultante, como al despertar de una desconfianza repentina y profunda sobre teorías consagradas por el tiempo y prejuicios muy arraigados relativos a su lugar en la naturaleza y a sus relaciones con el submundo de la vida; y lo que no pasa de ser una débil sospecha para la persona irreflexiva se convierte en un vasto argumento, cargado con las consecuencias más profundas, para los que están al corriente de los progresos recientes de... las ciencias.

T. H. HUXLEY, *Pruebas de la posición del hombre en la naturaleza*<sup>1</sup>

*Al Jefe todos le respetan: cuando pasa, la gente se inclina y extiende las manos. Casi siempre las toca. Las manos extendidas y el Jefe tocándolas una tras otra. Te da una sensación muy buena. Él te mira a los ojos y tú piensas que harás todo lo que él te pida. Cuando él me mira así no puedo resistirlo. Me siento tan bien que tengo que bajar los ojos y mirarme los pies.*

*Él está loco por mí. El Jefe se me follaría con sólo mirarme. Lo cierto es que se follaría todo lo que se mueve. Con él no vale decir «no me apetece» o «tengo dolor de cabeza», porque con eso sólo consigues que te pegue y que al final haga lo que quiera. Ni se te ocurra. De todos modos una tiene que ceder. Es decir que cuando a él le apetece, a ti también. Por suerte a mí me gusta hacerlo con el Jefe. ¿Pero a quién no? De todos modos no le importa lo que yo haga cuando estoy sola mientras no quede preñada. Hay muchos tíos a los que no se respeta mucho. No resulta muy divertido hacerlo con ellos. Sin embargo, hay que hacerlo, porque si te miran y no te vas corriendo a donde ellos, te sacuden fuerte. A estos tíos sólo les interesa una cosa. Una vez, cuando el Jefe se ha ido, no me apetece hacerlo y aquel tío coge una gran piedra. Un canto enorme. La cosa va en serio y yo tengo que ceder. Todos son iguales. Si no te dejas hacer, se cabrean mucho. Esos tíos pequeños se creen importantes. Se imaginan que valen mucho. Piensan que pueden conseguir todo lo que quieren.*

*Cuando el Jefe está por aquí, a veces les deja que lo hagan y otras veces no. Cuando se va de viaje o cuando se da la vuelta*

dejamos a los chicos que nos gustan que hagan algo. Nunca se sabe: uno de ellos podría algún día subir de categoría. Incluso uno de ellos podría llegar a ser Jefe algún día. Pero cuando el Jefe está mirando y no quiere que hagamos nada, ni siquiera miramos a los chicos. Nosotras sabemos cómo comportarnos. Sabemos dónde estamos.

A los tíos hay que acariciarlos mucho. A veces necesitan un abrazo o un beso. A veces necesitan más. Así no están tan gruñones. Si una les cae bien, los tíos te tratan mejor. ¿Me entiendes? Antes de tener mi niño lo hice con diez, con quince tíos uno tras otro. Todos impacientes por echárseme encima.

El Jefe, cuando se pone duro, me basta con acariciarle un poco y parece que olvide lo que le excitaba y preocupaba tanto. El Jefe me trata muy bien. En una ocasión, el niño nos está mirando mientras lo hacemos y quiere separarnos. Se encarama sobre él y empieza a darle al Jefe con sus manitas. Pero el Jefe ni siquiera le toca. Lo encuentra divertido. No le hace nada a mi niño. A mí no me pega.

Chico y el Bizco también son tíos muy respetados. No tanto como el Jefe, pero casi. El Bizco es el hermano del Jefe. También a él le gusta un poco. El Bizco sale de patrulla por la noche y se va lejos, por donde acaba nuestro territorio. Hay una banda que vive al otro lado. Son los Forasteros. A veces nos atacan. Los Forasteros no nos gustan. Cuando nuestros tíos ven a los Forasteros, se ponen furiosos. Cuando los Forasteros vienen, se llevan su merecido. Los agarramos y los hacemos trizas. Nuestras patrullas se encargan de protegernos a nosotras y a nuestros hijos de los Forasteros.

En una ocasión todo el mundo estaba muy tenso. Me olí que había problemas. Yo y el niño estábamos asustados. Estábamos abrazados muy fuerte el uno al otro. Llegan unos cuantos Forasteros apartando a todo el mundo. Buscan hembras y peleas. Quieren romperlo todo. Muy bien, pero el Jefe les da su merecido. Salta sobre ellos. Antes de que Chico y el Bizco puedan ayudarle o lo que sea, el Jefe les da una paliza. Los Forasteros se van corriendo. Si se quedan un poco más, los mata. Pero lo mejor fue que antes de que acabara todo, se me acercan a mí y al niño el Jefe, Chico y el Bizco, y a todas las demás. Quieren saber si estamos bien. El Jefe me pone la mano en el hombro. Me toca la mejilla. Me da un beso. El Jefe, me gusta.

Me gusta un culo pequeño, como a todo el mundo. Pero lo que realmente me pirra es pelearme. Cuando uno va de patrulla tiene que avanzar muy callado. Hay que estar preparado para

actuar. Los Forasteros pueden estar en cualquier rincón. La noche es lo más emocionante.

Si agarramos a un Forastero, se le acabó. En una ocasión el Bizco encontró a una madre Forastera con su hijo en brazos. Agarró al niño por una pierna y le aplastó la cabeza contra las rocas. ¡Así aprenderán los Forasteros a no molestarnos! Días después vi de nuevo a la madre, muy triste, llevando a cuestas al niño muerto como si estuviera vivo. Pero así son las cosas. Los Forasteros se meten donde no los llaman y tienen su merecido. El Jefe ya no sale a patrullar.

En los viejos tiempos, antes de que el Jefe tomara el mando, salíamos de patrulla él, yo y el Bizco. Era magnífico. Estos Forasteros vienen aquí para robarnos territorio y follarse a nuestras hembras. A algunas de las nuestras, las más jóvenes, no les importa mucho, les gusta hacerlo rápido con los Forasteros. Pero a nosotros, los tíos, sí nos importa. Los Forasteros no son como nosotros. Si no vamos con cuidado se nos van a cargar uno por uno.

Son rápidos y además no hacen ruido. Cuando no podemos atraparlos a veces les tiramos piedras. Somos muy buenos tirando piedras. Me subo a un lugar donde no puedan verme y los dejo inútiles con unas cuantas piedras, les aplasto el trasero. Les hago daño, pero ellos no pueden contestar. Los Forasteros, mejor que no se metan conmigo. Sin embargo, hay que ir con cuidado. El Viejo Jefe, el que mandaba antes del Jefe, había salido en una ocasión a perseguir Forasteros. Cuando hubo salido, algunos tíos agarran a su amiga, ya sabes, la que se fue con él de luna de miel. Se la llevan a los matorrales. Allí intentan echarse un polvo con ella. A ella no le importa. Cuando el Jefe vuelve, ya no se le respeta tanto. Cuando a uno le gusta una hembra en serio, todo se complica. Especialmente si uno quiere ser Jefe. Pero con él todo acabó bien. Cuando el Jefe hubo tomado el mando, el Viejo Jefe se pasó todo el tiempo follando. Ahora tiene el pelo gris, pero es feliz.

A veces aparece una de aquellas Forasteras moviendo el culo por ahí, joven y tierna, buscando un poco de emoción, un buen cacho de hembra, ¿no te parece? En cuanto a mí, prefiero follármelas a matarlas. Pero algunos de los tíos no saben contenerse. No les gusta tener a Forasteros aquí. Pero a veces una Forastera se pega a uno de los tíos y antes de que puedas darte cuenta la ha metido en la banda. En nuestra banda todo el mundo sabe el lugar que le corresponde. Especialmente las hembras. Siempre hacen lo que se les dice. De lo contrario... A veces nos hacen creer que no lo quieren, pero yo ya sé lo que les gusta de veras. A veces hay que darles unas cuantas bofetadas, pero normalmente



basta con echarles una mirada y les tiembla el culo, sacan aquella sonrisa, te miran a los ojos y empiezan a gemir. Casi siempre te piden por favor que lo hagas.

Nosotros los tíos no queremos que el Jefe se ponga nervioso. Le mostramos respeto. Le dejamos que se nos monte a todos. No lo hace de veras, es sólo una demostración. Todos se la chupamos al Jefe. Yo soy uno de los grandes, pero en esto hago como los demás. Él es mi Jefe. Si algún tío joven y de culo estrecho no quiere demostrarle respeto, mejor que cambie de idea o no va a durar mucho. El Jefe es realmente un gran tío. Le he visto luchar contra dos, tres, montones de Forasteros. Todos a la vez y él solo. En una ocasión vio caer al agua a una cría. Se habría ahogado. Pero el Jefe tiene cojones.

Después del Jefe, lo que yo digo es casi siempre lo que se hace. Yo soy uno de los grandes. Aparte del Jefe, apenas nadie me dice nada. Claro que de vez en cuando necesito ayuda de los demás tíos. Me paso mucho rato acariciándolos. Pero esto es normal. Tendrías que ver a algunos de los tíos que se montan a mi hermano pequeño, y él tiene que dejarles. A veces el Jefe está cabreado y uno puede calmarle con sólo tocarle la polla. A veces hay que hacer más. Pero esto significa solamente que uno sabe lo que debe hacer.

Cuando hay bastante de comer y no hay Forasteros por aquí todo el mundo se tranquiliza. Los tíos se calman. Cuando llega la tarde, a todos les entra el sueño, ya sabes, y se duermen. No hay peleas entonces. Pero si la calma dura demasiado, te entran ganas de salir de patrulla.

Yo voy subiendo de categoría. No estoy por casualidad en el número dos. Cuando empiezo y todavía no he crecido, nadie me muestra respeto. Pero tengo muchas ganas de que me respeten. Cuando ya soy mayor, algunos chicos y luego sus madres y hermanas empiezan a mostrarme respeto. Luego todas las hembras. Luego tengo que empezar a escalar entre los tíos. Es difícil. A veces tengo que pedirles comida. Sobre todo carne. A veces me dan un pedacito y yo lo agarro todo y salgo corriendo. Todos se cabrean mucho. No fue fácil entonces. Ahora es diferente. Ahora todos me respetan. Incluso el Bizco, a veces. Incluso el Jefe, a veces.

Nos llevamos bien. Yo le ayudo. Él me ayuda. Él me rasca la espalda, yo rasco la suya. ¿Sabes a qué me refiero? Estoy muy próximo a él, más próximo que nadie, o quizá el Bizco. Pero en una ocasión se puso furioso conmigo por no demostrarle suficiente respeto. Piensa que va a enseñarme modales. Tenemos una gran pelea. Muchos tíos más se meten en ella. Estallan más peleas. Saltan más tíos. Quizá están ayudando a su hermano o qui-

zá se han puesto nerviosos al verme pelear al Jefe y a mí. Los tíos que están peleando piden ayuda a los que están mirando. Pronto todo el mundo está peleando. Pero el Jefe no mira a nadie más, sólo a mí. Y me da un palizón. Luego empieza a calmar a todo el mundo. Tuve que mostrarle respeto. Demostró que era un Jefe auténtico. Pero me pegó delante de todos. Uno de estos días voy a tener que actuar. Me ha tratado bien. Pero quiero quitármelo de encima. Algún día voy a tirarlo por los suelos. Pero de momento, el Jefe, el Bizco y yo tenemos que estar unidos. Algunos de los tíos jóvenes se están poniendo inquietos. Quieren medirse con nosotros. Yo ya sé cómo son todos. Cuando nos ven quieren chupárnosla. Nos demuestran respeto, pero por dentro piensan «aquí estoy yo». Piensan: «Me llegará el momento.» Bueno, a mí me ha llegado primero el momento.

*Lo que no le dejaría hacer al Jefe es tocar a mi niño. Hasta aquí podría llegar. Nadie tocará a mi niño. Cuando salimos los dos para buscar algo que comer y veo a mi niño que me mira desde el suelo, sé que antes moriría que dejar a alguien hacerle daño. También él piensa lo mismo de mí. Cuando los tíos, incluso los grandes me amenazan, mi niño viene e intenta protegerme. Ellos le respetan cuando le ven hacer eso. Claro que lo único que tiene es a su madre, como todos los demás niños de la banda. Si yo no lo protejo, ¿quién lo hará? Cuando era pequeño, quería comer aquello que le habría hecho daño. Tuve que pararlo. Tuve que enseñarle lo que debe comer. En estos casos me necesita mucho. Todavía me necesita más de lo que se imagina. A veces los tíos le toman en brazos y parece que le gusta. Pero yo no puedo fiarme de ninguno de ellos.*

*Uno de los tíos jóvenes quiere follarse a su madre. Pero ella no quiere. Creo que uno de estos días va a hacerle daño a ella. Puede follarse a su hermana, pero debería dejar tranquila a su madre. Pero cuando les viene la idea a los tíos, no saben contenerse. Se vuelven locos. Actúan como animales.*

*A veces los tíos enloquecen de tal manera que pueden golpear a un niño hasta matarlo por nada, sólo porque estaba allí. Un tío tiene un problema gordo. Algún mandamás lo deja como una piltrafa. Se va a buscar a alguien para darle patadas, Un don nadie, alguna hembra o algún niño. Cuando los tíos se cabrean todo va mal para todos, especialmente para las hembras y los niños. Una tiene que esforzarse mucho para calmarlos.*

*En una ocasión, el hijo de mi hermana se puso enfermo o algo parecido. De repente no puede mover las piernas, no puede caminar, sólo puede arrastrarse con las manos. Todo su aspecto es raro.*

Primero los demás miran hacia otro lado. No viene ninguno de los tíos a tomarlo en brazos. Luego empiezan a molestarlo. Luego lo atacan. Luego lo matan, le retuercen el pescuezo. Fue muy triste para mi hermana.

A mi niño lo único que le interesa es la banda, que le respeten, poder salir a patrullar. Todavía es demasiado pequeño, pero ya le llegará su hora. Él haría lo que fuera para que el Jefe le diera una palmadita. A mí también. Me gusta cuando el Jefe me toca la mano.

Y cuando los tíos jóvenes se pelean, él los para. Los mira de una manera que dice «¡largaos ya!». En la mayoría de las ocasiones le basta con mirarlos y los tíos se calman. Los mayores saben hasta dónde pueden llegar. Siempre están amenazando. Sin embargo, nadie se hace mucho daño, si no es un Forastero. Pero los tíos que son realmente jóvenes, no saben distinguir. Cuando ya tienen una cierta edad, puede hacerse mucho daño. No quiero que algún imbécil que no sabe la fuerza que tiene le haga daño. El Jefe se ocupa de impedirlo.

Y se ocupa de mí. El Jefe, o Chico, pero yo ya sé que el Jefe se lo manda, a veces da la vuelta repartiendo comida. Especialmente carne. La carne no es tan fácil de conseguir. Siempre me dan algo, a mí y al niño. Dan más a las hembras guapas como yo, para estar seguros de que nos dejaremos hacer. Pero yo lo haría gratis. Siempre que quiera. Muchas piden más cuando les dan comida. Yo no. Yo no tengo que hacer eso.

Cuando los tíos me dejan tranquila; paso todo el tiempo con mi hermana, mis amigas, mi hija mayor. Nos vigilamos. Nos demostramos respeto.

Yo no sería nada sin ellas. En una ocasión, cuando yo era joven, antes de que nadie se me follara, excepto para jugar, acabé hartándome. Nadie me demostraba respeto. Me fui sola a dar un paseo y me encontré con aquel tío guapo. Él no me ve. Es un Forastero, es muy fácil saberlo, pero muy guapo. Luego desaparece de repente. Después continúo pensando en él. Quizá todos los Forasteros son tan guapos como él. Quizá los Forasteros me demostrarán respeto. Me voy a probarlo.

Tengo que caminar mucho y no quiero toparme con una de nuestras patrullas. Pero llego muy bien. Pronto encuentro a un tío. Es un Forastero. No creo que sea el mismo que vi antes, pero es muy guapo también. Le miro y veo que él tiene muchas ganas. Pero también hay dos hembras, como él, y no les gusta verme aparecer. Se vienen hacia mí chillando, arañando y mordiendo, y yo tengo que huir a casa. El camino es largo. Cuando llego veo que nadie se da cuenta de que estoy fuera; excepto Mamá, claro. Mamá me da un gran abrazo. Echo de menos a Mamá.

## REFLEXIONES MORTIFICADORAS

Cuando se acordaba de los primeros inicios de todas las cosas le inundaba una caridad todavía mayor y daba a los animales mudos, por pequeños que fueran, los nombres de hermano y hermana, puesto que reconocía en ellos el mismo origen que en sí mismo.

SAN BUENAVENTURA,  
*La vida de San Francisco*<sup>1</sup>

Nos asombra ver lo pequeñas y escasas que son las diferencias, y lo múltiples y pronunciadas que son las semejanzas.

CHARLES BONNET,  
*Contemplation de la Nature* (1781),  
sobre la comparación de los simios y los hombres<sup>2</sup>

A principios del siglo v a. de C., Hannón de Cartago zarpó hacia el Mediterráneo occidental con una flota de sesenta y siete buques de cincuenta remos cada uno, que llevaba en total a treinta mil hombres y mujeres. O al menos esto afirma el *Periplo*, una crónica que Hannón colgó en uno de los muchos templos consagrados al dios Baal a su regreso a la patria. Hannón navegó por el estrecho de Gibraltar, viró hacia el sur, y fundó ciudades a lo largo de la costa del África occidental, incluida la actual Agadir, en Marruecos. Llegó finalmente a una tierra llena de cocodrilos e hipopótamos con muchos grupos de personas, algunos pastores, otros «salvajes», algunos amigos, otros no. Los intérpretes que se había traído de Marruecos no comprendían las lenguas que se hablaban allí. Pasó navegando frente a lo que ahora es Senegal, Gambia y Sierra Leona. Pasó ante una gran montaña de la que salía fuego que llegaba hasta «el cielo», y de la cual, día y noche, «corrían lenguas de fuego hasta el mar». Se trata, casi seguramente, del volcán Monte Camerún, situado al este mismo del delta del río Níger. Antes de regresar pudo haber llegado hasta el Congo.

En el último de los dieciocho párrafos breves de su *Periplo*, Hannón dice que poco antes de regresar encontró una isla en un lago africano, «... llena de salvajes. La gran mayoría eran mujeres con cuerpos peludos. Los intérpretes los llamaron "gorilas".»

Los machos escaparon encaramándose por los precipicios y

lanzando piedras. Pero las hembras no tuvieron tanta suerte. «Capturamos a tres mujeres... que mordían y arañaban... y no querían seguirnos. Así que las matamos, las desollamos y nos llevamos sus pieles a Cartago.»

Los estudiosos modernos creen que aquellos seres asediados y al final mutilados eran lo que hoy llamamos gorilas o chimpancés. Uno de los detalles, que los machos tiraran piedras, nos hace pensar en chimpancés. El *Periplo* es la relación histórica segura más antigua que tenemos de un primer contacto entre simios y hombres.<sup>3</sup>

Los antiguos autores mayas del *Popol Vuh* creían que los monos eran el producto del último experimento fallado que realizaron los dioses antes de que les saliera bien y consiguieran crearlos. Los dioses tenían buenas intenciones, pero eran unos artesanos falibles, imperfectos. Es difícil fabricar hombres. Muchos pueblos de África, de América Central y del Sur y del subcontinente indio pensaban que los simios antropomorfos y los monos tenían alguna relación profunda con los hombres; eran hombres aspirantes, o quizá hombres frustrados, degradados por alguna grave transgresión de la ley divina, o exiliados voluntarios huidos de la disciplina que exige la civilización.

En la antigua Grecia y Roma la semejanza de los simios antropomorfos y los monos con los hombres era muy conocida, de hecho hicieron hincapié en ella Aristóteles\* y Galeno. Pero esto no provocó especulaciones sobre antepasados comunes. Los dioses que habían creado a los hombres tenían también la costumbre de transformarse en animales para violar o seducir a mujeres jóvenes: al igual que los centauros y el Minotauro, los descendientes de estas uniones eran quimeras, parte animal y parte hombre. Sin embargo, no hay quimeras simiescas que figuren de modo destacado en los mitos de Grecia y Roma.

Sin embargo, en la India y el antiguo Egipto había dioses con cabeza de mono, y en Egipto había numerosos papiones momificados, lo que indica que se les quería, o quizá que se les adoraba. Una apoteosis de los monos habría sido impensable en el Occidente posclásico; en parte porque la religión judeo-cristiana-islámica alcanzó su mayoría de edad en lugares donde eran

\* «La cara [de un simio] se parece a la del hombre en muchos aspectos, tiene narices y orejas semejantes y dientes como los del hombre, tanto los dientes frontales como los molares... Tiene manos, dedos y uñas como el hombre, aunque estas partes son de aspecto más bestial. Sus pies son excepcionales... como manos grandes... Los órganos internos, al ser diseccionados, se corresponden con los del hombre.»<sup>4</sup>

raros los primates no humanos, pero también porque la adoración de animales (por ejemplo, el Becerro de Oro de los israelitas) era considerada una abominación. Estas religiones estaban pedaleando hacia atrás y huyendo del animismo lo más rápidamente posible. En Europa no pudo disponerse fácilmente de simios antropomorfos para su examen hasta el siglo xvi; la mona de Gibraltar del Norte de África y Gibraltar, el animal que al parecer describieron Aristóteles y Galeno, no es un simio antropomorfo sino un macaco.

Era difícil, sin tener contacto con los animales que más se parecen a los hombres, establecer una relación entre los animales y los hombres. Era mucho más fácil imaginar una creación separada de cada especie y considerar las claras semejanzas entre nosotros y los demás animales (por ejemplo la lactancia de las crías o los cinco dedos en cada pie) como alguna marca idiosincrática dejada por el Creador. El simio estaba muy por debajo del hombre, se decía, del mismo modo que el hombre estaba por debajo de Dios. Por lo tanto, cuando después de las Cruzadas, y especialmente al comienzo del siglo xvii, Occidente empezó a conocer mejor a los monos y simios antropomorfos, se tuvo una sensación de incomodidad y de vergüenza, con una risita nerviosa, quizá para disfrazar el asombro que causaba reconocer los rasgos familiares.

La idea darwiniana de que los monos y los simios antropomorfos son nuestros parientes más próximos proyectó la incomodidad al nivel consciente. En la Europa cristiana de la Edad Media y a principios del Renacimiento, los monos y los simios antropomorfos eran ejemplos de fealdad extrema, del deseo sin esperanza de alcanzar la posición humana, de riqueza mal ganada, de tendencias vengativas, de lujuria, estupidez y pereza.<sup>5</sup> Habían colaborado, por su susceptibilidad a la tentación, en la «caída del hombre». Se creía que los simios antropomorfos y los monos merecían por sus pecados que los hombres los dominaran. Al parecer, hemos puesto sobre estos seres una pesada carga de símbolos, metáforas, alegorías y proyecciones de nuestros temores sobre nosotros mismos.

Antes de que el mundo exterior supiera nada sobre su prolongado esfuerzo para comprender la evolución, Darwin escribió telegráficamente en su cuaderno «M» de 1838: «Demostrado ya el origen del hombre... quien comprenda a los pápiones contribuirá más a la metafísica que [el filósofo John] Locke.»<sup>6</sup> ¿Pero qué significa comprender a un pápion?

Uno de los primeros estudios científicos del chimpancé en su

hábitat natural de África fue realizado por Thomas N. Savage, un médico de Boston, quien escribía en los principios de la era victoriana y quien llegó a la siguiente conclusión:

Muestran un notable grado de inteligencia en sus costumbres y, por parte de la madre, demuestran un gran afecto hacia sus crías... [Pero] tienen costumbres sucias... Hay una tradición general entre los nativos de que los chimpancés habían sido antiguamente miembros de su tribu, que por sus costumbres depravadas se les expulsó de toda sociedad humana y que al abandonarse obstinadamente a sus inclinaciones viles habían degenerado y pasado a su estado y organización actuales.<sup>7</sup>

Algo provocaba a Thomas N. Savage, M. D., «sucio», «depravado», «vil» y «degenerado» son insultos, no términos de una descripción científica. ¿Qué problema tenía Savage? El sexo. Los chimpancés tienen un interés obsesivo y desinhibido con el sexo y al parecer esto era más de lo que Savage podía resistir. Su entusiasta promiscuidad puede consistir en docenas de cópulas heterosexuales por día, al parecer indiscriminadas, constantes inspecciones mutuas de los órganos genitales y lo que a primera vista parece una actividad homosexual masculina desenfrenada. Era una época en que se ordenaba a las señoritas decentes que no preguntaran mucho sobre los estambres y los pistilos, «las partes privadas» de las flores. El famoso crítico John Ruskin diría después bromeando: «El amable y feliz estudioso de las flores no tiene ningún trato con estos procesos obscenos y apariciones lascivas.»<sup>8</sup> ¿Cómo podía un decente médico de Boston describir lo que había presenciado entre los chimpancés?

Y si lo describía, aunque fuera indirectamente, ¿no corría un cierto riesgo de que sus lectores dedujeran que estaba aprobando lo que relataba? O más que «aprobar». ¿Qué le había impulsado a ocuparse de los chimpancés? ¿Por qué insistía en escribir sobre ellos? ¿No había asuntos más dignos de su atención? Quizá el autor se sintió obligado a dejar claro, incluso para un lector ocasional, la gran distancia que separaba a Thomas Savage de sus temas de estudio.\*

William Congreve fue el autor más destacado de la comedia inglesa de costumbres de principios del siglo XVIII. Se había restaurado la monarquía después de una lucha sangrienta contra

\* Savage escribió también el primer estudio sistemático sobre los gorilas en libertad y acuñó el uso moderno de la antigua palabra norteafricana «gorila». Se esforzó en desmentir las ideas populares de que los gorilas raptaban mujeres atractivas con fines incalificables. Este tema resonó un siglo después en la película *King Kong* con enorme éxito de público.

los cismáticos puritanos que habían dado su nombre al concepto de una moral sexual rígida. Cada época contempla con repugnancia los excesos de la anterior, y aquéllos fueron años de permisibilidad moral, al menos entre la élite dominante. La sociedad emitió un suspiro de alivio casi audible. Pero Congreve no era su apologista. Su ingenio irónico y satírico iba dirigido contra las pretensiones, amaneramientos, hipocresías y cinismos de su época, pero especialmente contra las costumbres sexuales dominantes. He aquí, por ejemplo, tres fragmentos de diálogos de la clase dominante en su obra *Así anda el mundo*.

Una se hace amantes lo más rápido que le place, y ellos viven el tiempo que a una le place y mueren en cuanto a una le place; y luego, si le place, una se echa más amantes.

Tu marido debería inspirarte únicamente la repulsión necesaria para poder disfrutar de tu amante.

Digo que un hombre puede ganarse a un amigo con su ingenio o una fortuna con su honestidad con la misma facilidad con que puede ganarse a una mujer con un trato abierto y sincero.<sup>9</sup>

Si se recuerda la función de Congreve como un osado crítico social de las costumbres sexuales, consideremos este fragmento de una carta que escribió en 1695 al crítico John Dennis:

No tengo nunca interés en ver cosas que me obliguen a concebir pensamientos poco elevados sobre mi naturaleza. No sé qué piensan los demás, pero te confieso francamente que no puedo mirar durante un rato a un mono sin hacerme reflexiones muy mortificadoras; no he oído nunca afirmaciones de lo contrario, pero me preguntó por qué este ser no era originalmente de una especie distinta.<sup>10</sup>

Al parecer los enredos sexuales de los majaderos de la clase alta que Congreve describió no provocaban tantas reflexiones mortificadoras como una visita al zoológico. Se criticó las obras teatrales del mismo Congreve porque destruían «las distinciones entre hombre y bestia. Cabras y monos, si pudieran hablar, expresarían su brutalidad en un lenguaje así».<sup>11</sup> Los monos estaban empezando a molestar a los europeos. Y Congreve puso el dedo en la llaga: ¿Qué consecuencias tiene para nosotros que los monos sean nuestros parientes próximos?

Ha habido en esto una cierta incomodidad, desde los primeros encuentros que la historia recuerda entre monos y hombres hasta los padres que empujan a sus hijos para que no se paren delante de las jaulas de los monos y hagan preguntas difíciles



de responder; y esta incomodidad ha sido tanto mayor cuanto más puritano era el observador. «El cuerpo de un simio es ridículo... por su parecido indecente y su imitación del hombre», escribió el clérigo Edward Topsell en su obra de 1607 *Historias de cuadrúpedos*. Charles Gore, «un hombre de fe pétrea» y sucesor de Samuel Wilberforce como obispo anglicano de Oxford, era un visitante asiduo y preocupado del zoológico de Londres: «Siempre vuelvo de allí convertido en un agnóstico. No comprendo cómo puede Dios encajar a esas bestias curiosas en su orden moral.» En cierta ocasión, apuntó el dedo a un chimpancé y le riñó en voz alta en presencia de un grupo de atentos visitantes que se había formado sin él darse cuenta: «Cuando te contemplo, me conviertes en un completo ateo, porque no puedo aceptar que exista un Ser Divino capaz de crear algo tan monstruoso.»<sup>12</sup> Si, por ejemplo, los animales examinados fueran patos o conejos con tendencia al exceso sexual, el hecho no habría molestado tanto a la gente. Pero es imposible mirar un mono o a un simio antropomorfo sin reconocer tristemente en ellos algo de nosotros mismos.

Los simios tienen expresiones faciales, organización social, un sistema de llamadas que comprenden mutuamente, y un estilo de inteligencia que nos resulta familiar. Tienen pulgares opuestos y cinco dedos en cada mano que utilizan como nosotros. Algunos caminan erguidos sobre dos patas, por lo menos en ocasiones. Son terriblemente semejantes a nosotros y esto es muy incómodo. ¿No podrían sugerir sus costumbres disposiciones sexuales alternativas capaces de erosionar el tejido social? \* Y un examen detenido de monos y simios antropomorfos puede provocar otras reflexiones sobre los asuntos humanos: el predominio de la coacción y la violencia, por ejemplo, o las sanciones públicas sobre la intimidación sexual, la violación y el incesto. Se trata de cuestiones importantes y delicadas. El comportamiento de los monos y de los simios antropomorfos, especialmente de los que se parecen más a nosotros, es un problema incómodo. Es mejor dejarlo de lado, ignorarlo, estudiar otras cosas. Muchas personas preferirían no saber.

Carl Linneo, biólogo del siglo XVIII, fundó la ciencia de la taxonomía, cuyo objetivo es clasificar a todos los organismos de la Tierra.<sup>13</sup> Se propuso la tarea de registrar las semejanzas y di-

\* Se dice que los soldados de Alejandro Magno, que no eran precisamente famosos por su puritanismo, condenaron a muerte a algunos monos en la campaña de la India por su «lascivia».<sup>14</sup>

ferencias de todas las plantas y animales conocidos hasta entonces, y ordenarlos en una red, o mejor dicho un árbol, de relaciones. Fue Linneo quien introdujo muchos elementos del sistema de clasificación que se utiliza hoy en día: especie, género, familia, orden, clase, filo y reino, que va de categorías menos amplias a categorías más amplias. Cada una de estas categorías se llama un «taxo». Los hombres, por ejemplo, pertenecemos al reino animal, al filo de los vertebrados, a la clase de los mamíferos, al orden de los primates, a la familia de los homínidos, al género *Homo* y a la especie *Homo sapiens*. En otras palabras, somos animales, no plantas ni hongos ni bacterias; tenemos columna vertebral, por lo tanto no somos invertebrados como los gusanos o las almejas; tenemos pechos para suministrar leche a las crías, por lo tanto no somos reptiles ni aves; somos primates y no ratas o gacelas o mapaches; y somos homínidos, no orangutanes ni vervet ni lemures. Somos del género *Homo*, en el cual sólo hay una especie (aunque antiguamente hubo otras especies, quizá muchas más). Así nos clasificamos hoy en día. Y es casi lo mismo que propuso Linneo.

Linneo, después de reunir una gran experiencia con su nueva disciplina de la taxonomía, clasificando miles de animales y plantas, contempló la situación de un animal que le interesaba especialmente: él mismo. Luego cambió de opinión. Con arreglo a sus criterios habituales, Linneo habría situado a los hombres y a los chimpancés en el mismo género.\* Su integridad científica le impulsaba a hacerlo así. Pero comprendió muy bien lo abominable y escandalosa que la Iglesia luterana sueca habría considerado esta decisión, o lo habrían considerado todas las instituciones religiosas que conocía. Por lo tanto Linneo orientó sus velas, llegó a un compromiso social y nos situó en un género único para nosotros, si bien indignó a muchos declarándonos a todos, junto con los simios antropomorfos y los monos, miembros del mismo orden.

No es fácil criticarlo. Linneo, como Copérnico, Galileo y Descartes, era tan intrépido como su época permitía. Muchos naturalistas pusieron a los hombres en un orden separado; en época de Darwin esto fue la clasificación normal. Muchos clérigos (y algunos naturalistas) nos ponían en un reino separado. Quizá los datos no lo justificaban, pero aislar a los hombres en un género propio, como en un compartimento separado de primera clase,

\* Jean-Jacques Rousseau, en 1753, había ido más lejos y había clasificado a los chimpancés y los hombres como miembros de la misma especie, porque en su opinión la capacidad de habla no era al principio «natural del hombre».<sup>15</sup> Congreve había acariciado algo semejante.

fue una medida popular que tranquilizaba la vanidad humana. En 1788 Linneo escribió en un tono reflexivo y sin excusarse:

Os pido, y pido a todo el mundo, que me diga un carácter genérico... que permita distinguir al hombre del simio. Yo, desde luego, no conozco ninguno. Me gustaría que alguien me indicara alguno. Pero si hubiese llamado simio al hombre o viceversa, todos los eclesiásticos me habrían condenado. Quizá como naturalista debería haber actuado así.<sup>16</sup>

Uno de los nombres científicos del chimpancé común era entonces *Pan satyrus*. Pan era una antigua deidad griega, en parte hombre y en parte macho cabrío asociado con la lujuria y la fertilidad. Un sátiro era una quimera estrechamente relacionada con Pan, representada inicialmente como un hombre con cola y orejas de caballo y un pene erecto. Es evidente que la desenfrenada sexualidad de los chimpancés fue la característica definidora de este primer bautizo de la especie. La clasificación moderna es *Pan troglodytes*: los trogloditas son criaturas míticas que viven en cavernas y bajo la Tierra y la designación es mucho menos adecuada, puesto que los chimpancés habitan exclusivamente sobre la Tierra (y además ligeramente por encima de ella). (Las monas de Berbería de África del Norte habitan a veces en cavernas; los otros primates que han vivido habitualmente en cavernas son los hombres.) Linneo había mencionado a un *Homo troglodytes*, pero no está claro si había pensado en un simio o en un hombre. O en algo intermedio.

T. H. Huxley llevó a cabo una comparación sistemática de la anatomía de los simios y de los hombres cuando se dispararon las andanadas iniciales de la revolución darwiniana. Explicó su programa de investigación con las siguientes palabras, que son notables entre otras cosas por su perspectiva extraterrestre:

Procuremos por un momento desconectarnos nosotros, seres pensantes, de la máscara de humanidad; imaginemos que somos, si os parece, científicos saturninos, bastante concedores de los animales que habitan ahora la Tierra y que se ocupan de debatir las relaciones que estos animales tienen con un nuevo y singular «bípedo erecto y sin plumas» que algún viajero emprendedor, después de superar las dificultades del espacio y de la gravitación, ha traído de aquel planeta lejano para nuestra inspección, quizá bien conservado en un barril de ron. Todos estaríamos de acuerdo inmediatamente en situar al ejemplar entre los vertebrados mamíferos; y su mandíbula inferior, sus molares y su cerebro no dejarían lugar a dudas sobre la posición sistemática del nuevo género entre los mamíferos cu-

yas crías se alimentan durante la gestación mediante una placenta y a los que llamamos «mamíferos placentarios»...

Quedaría entonces solamente un orden con el cual compararlo: el de los simios (utilizando esta palabra en su sentido más amplia) y la cuestión a debatir quedaría reducida a lo siguiente: ¿Es el hombre tan diferente de cualquiera de estos simios que precise estar en un orden propio? ¿O la diferencia con ellos es menor que la diferencia que tienen entre sí y por lo tanto debe situarse al hombre en el mismo orden que los simios?

Al poder prescindir felizmente de todo interés personal, real o imaginario en los resultados de la investigación iniciada, procederíamos a sopesar los argumentos en pro y en contra con la misma tranquilidad judicial con que estudiaríamos una cuestión relacionada con una nueva zarigüeya. Trataríamos de determinar, sin intentar ampliarlos ni disminuirlos, todos los caracteres que pueden distinguir a nuestro nuevo mamífero de los simios; y si descubriéramos que estos caracteres tienen un valor estructural inferior a los que distinguen a ciertos miembros del orden de los simios de otros que todo el mundo admite que pertenecen al mismo orden, sin duda situaríamos al género telúrico [terrestre] recientemente descubierto entre ellos. Voy a exponer ahora con sus pormenores los hechos que en mi opinión no me permiten otra alternativa que seguir el camino mencionado en segundo lugar.<sup>17</sup>

Huxley compara luego las anatomías del esqueleto y del cerebro de simios antropomorfos y hombres. Los simios «antropomorfos» (chimpancés, gorilas, orangutanes, gibones y los siamang, parecidos a los gibones —los tres primeros llamados simios «mayores» y los dos últimos «menores»—) tienen todos el mismo número de dientes que los hombres; todos tienen manos con pulgares; ninguno tiene cola; todos son originarios del Viejo Mundo. La anatomía de los esqueletos de chimpancés y hombres son sorprendentemente semejantes. Y «la diferencia entre el cerebro del chimpancé y el hombre», dedujo Huxley,<sup>18</sup> «es casi insignificante». A partir de estos datos, Huxley llegó a la conclusión inmediata de que los simios contemporáneos y los hombres son parientes próximos, que comparten un antepasado reciente parecido a los simios. La conclusión escandalizó a la Inglaterra victoriana. La reacción indignada de la esposa del obispo anglicano de Worcester es típica: «¡Descendientes de simios! Espero, querido, que no sea cierto, pero si lo es, roguemos para que no lo sepan los demás.»<sup>19</sup> Estamos en lo mismo: el temor a que conocer la naturaleza auténtica de nuestros antepasados pueda destruir el tejido social.

En los últimos años se ha podido ir mucho más lejos, hasta el centro mismo de la vida, hasta el sanctasanctorum, y comparar, nucleótido por nucleótido, las moléculas de ADN de los dos animales. Ahora podemos cuantificar el parentesco de especies diferentes. Podemos establecer árboles genealógicos moleculares, genealogías del ADN que suministran la prueba más poderosa y evidente de que ha habido evolución, así como pistas intrigantes sobre el modo y el ritmo de la evolución. Los nuevos instrumentos de la biología molecular han proporcionado datos que eran totalmente inaccesibles a generaciones anteriores.

Todos los animales con una columna vertebral tienen un torrente sanguíneo en el que la hemoglobina transporta oxígeno. La hemoglobina está compuesta por cuatro tipos diferentes de cadenas proteínicas que se envuelven una sobre otra. Una de ellas se llama beta-globina. Una región específica de la secuencia de ACGT es el código que permite fabricar beta-globina en todos estos animales, pero sólo un 5 % aproximado de la región está ocupado por las instrucciones reales de esta cadena proteínica. La mayor parte del 95 % restante son secuencias sin sentido donde pueden acumularse mutaciones sin que la selección las elimine. Cuando se comparan las regiones de beta-globina del ADN en todo el orden de primates,<sup>20</sup> se observa que los hombres están más estrechamente relacionados con los chimpancés que con ningún otro primate. (La relación hombre-gorila está en segundo lugar, muy próxima del primero.) Se ha descubierto una nueva base de nuestra relación con los chimpancés: son casi indistinguibles no sólo los huesos, los órganos y los cerebros, sino también los genes, las instrucciones mismas para fabricar chimpancés y hombres.

La secuencia de ADN que codifica la beta-globina tiene una longitud aproximada de cincuenta mil nucleótidos; es decir que a lo largo de un filamento determinado de molécula de ADN, cincuenta mil A, C, G y T en una secuencia determinada describen con precisión la manera de fabricar la beta-globina de la especie en cuestión. Si se comparan las secuencias de hombres y chimpancés nucleótido por nucleótido, difieren sólo en 1,7 %. Los hombres y los gorilas difieren en 1,8 %, casi lo mismo; hombres y orangutanes en un 3,3 %; hombres y gibones en un 4,3 %; hombres y macacos de la India en un 7 %; hombres y lemures en un 22,6%. Cuanto más difieren las secuencias de dos animales, más alejado está (tanto en parentesco como, generalmente, en el tiempo) su último antepasado común.

Cuando se examinan secuencias de ACGT que son principal-

mente genes activos, se descubre una identidad del 99,6 % entre el hombre y el chimpancé. A nivel de los genes de trabajo, sólo un 0,4 % del ADN de los hombres difiere del ADN de los chimpancés.<sup>21</sup>

Otro método consiste en tomar primero el ADN de una persona, desabruchar la doble hélice y separar los dos filamentos. Luego se hace lo mismo con una molécula comparable de ADN de otro animal. Se ponen los dos filamentos juntos y se abrochan de nuevo. Tenemos ahora una molécula «híbrida» de ADN. Si las secuencias complementarias son casi las mismas, las dos moléculas se pegarán estrechamente formando parte de una doble hélice. Pero si las moléculas de ADN de los dos animales difieren mucho, el enlace entre los dos filamentos será intermitente y débil, y secciones enteras de la doble hélice quedarán sueltas y al aire. Tomemos ahora estas moléculas híbridas de ADN y pongámoslas en una centrifugadora; pongamos en marcha el aparato de modo que las fuerzas centrífugas separen los dos filamentos. Cuanto más semejantes son las secuencias de ACGT —es decir, cuanto más estrechamente relacionados están los dos filamentos de ADN— más difícil será separarlos. Este método no se basa en secuencias determinadas de información de ADN (la información que codifica la beta-globina, por ejemplo) sino en grandes cantidades de material hereditario que constituye cromosomas enteros. Los dos métodos, determinar las secuencias de ACGT de partes seleccionadas de ADN y los estudios de hibridación de ADN, concuerdan en general de modo notable. La prueba de que los hombres están relacionados más estrechamente con los simios antropomorfos africanos es abrumadora.

Sobre la base de todos los datos disponibles, el pariente más próximo del hombre resulta ser el chimpancé. El pariente más próximo del chimpancé es el hombre. No los orangutanes, sino las personas. Nosotros. Los chimpancés y el hombre somos más parientes que los chimpancés y los gorilas o que cualquier otro tipo de simio antropomorfo no perteneciente a la misma especie. Los gorilas son los parientes siguientes más próximos, tanto de los chimpancés como del hombre. Cuanto más lejano es el parentesco, cuando pasamos a los monos o a los lemures o, por ejemplo, a las musarañas arbóreas, menos semejantes son las secuencias. Según estos criterios, los hombres y los chimpancés están tan estrechamente relacionados como caballos y burros, y son parientes más próximos que ratones y ratas, o que pavos y pollos, o que camellos y llamas.<sup>22</sup>

«Muy bien —podríamos decir—, «quizá la anatomía de los chimpancés es casi como la nuestra. Quizá la citocroma c y la hemoglobina del chimpancé son casi las mismas que las mías.

Pero el chimpancé no es tan inteligente como yo, ni mucho menos, ni tan organizado, ni tan trabajador, ni tan cariñoso, ni tan moral, ni tan devoto. Quizá cuando se descubran los genes de estos caracteres, se encontrarán diferencias mayores.»

Sí. Esto puede ser cierto. Y quizá esta identidad de 99,6 % puede ser engañosa. Una diferencia de 0,4 % es importante, porque el ADN de cualquier célula de cualquier especie está compuesto por unos cuatro mil millones de nucleótidos ACGT; por lo menos un 1 % de ellos son nucleótidos que funcionan. Son las porciones con sentido del ADN y constituyen los genes en sí.

El número de pares de nucleótidos operacionales ACGT que son diferentes entre los hombres y los chimpancés debe ser aproximadamente 0,4 % por 1 % por cuatro mil millones, es decir 160 000. Si éstas son las partes activas de genes, cada uno de los cuales tiene una longitud de 1 000 nucleótidos y codifica enzimas separadas, el número de tipos completamente diferentes de enzimas que los hombres tienen y los chimpancés no, o viceversa, sería aproximadamente 160 000/1 000 es decir 160. Recordemos que las enzimas tienen capacidades poderosas; controlan los cambios químicos de la célula, que pueden tener lugar con gran rapidez; una enzima puede tratar una multitud de moléculas. Cien enzimas, si son las enzimas adecuadas, pueden entrañar una diferencia muy importante. Un centenar de enzimas parecen más que suficientes para explicar la descripción metafórica que ofrece Huxley sobre las diferencias entre simios antropomorfos y hombres: «Un pelo en el platillo de la balanza, un poco de herrumbre en un piñón, una combadura en un escape, algo tan liviano que solamente el ojo experto del relojero puede descubrirlo.» Algunas enzimas pueden afectar el estro, otras la estatura, otras el pelo, otras la capacidad de escalar y saltar, otras el desarrollo de la boca y la laringe, otras cambios en la postura, en los dedos de los pies y en los andares. Muchas de ellas podrían favorecer un cerebro mayor con una corteza cerebral mayor y nuevas maneras de pensar que superan la capacidad de los simios antropomorfos.

Además, un cambio de un centenar de enzimas es desde luego una estimación demasiado baja. Probablemente ninguna de las diferencias entre chimpancés y hombres precisa que evolucionen enzimas totalmente nuevas. Un pequeño número de cambios, quizá sólo un cambio en un único nucleótido es suficiente para que una enzima no pueda funcionar o cambie su función. Y muchas de las diferencias quizá no residan en los mismos genes, sino en los promotores y mejoradores, en los elementos de regulación del ADN que controlan cuándo y durante cuánto tiempo deben actuar ciertos genes. Por lo tanto, incluso una diferencia de 0,4 %

podría, por lo que sabemos, provocar diferencias profundas de ciertas características.

De todos modos, los chimpancés son parientes más próximos a nosotros que cualquier otro animal de la Tierra. Una diferencia típica entre nuestro ADN, en su totalidad, incluidas las partes no transcritas y sin sentido, y el de cualquier otro ser humano<sup>23</sup> es aproximadamente de 0,1 % o menos. Según este patrón, los chimpancés difieren de los hombres sólo unas veinte veces más de lo que diferimos entre nosotros. Esta semejanza parece extraordinaria. Deberíamos actuar con mucho cuidado para que las «reflexiones mortificadoras» a que se refería Congreve no nos obliguen a exagerar las diferencias y a ocultar nuestro parentesco. Si queremos comprendernos a nosotros mediante un examen detenido de otros animales, los chimpancés son un buen punto de partida.

Se advierte a los estudiantes que se inician en el comportamiento animal sobre los riesgos de el antropomorfismo. Esta palabra significa literalmente cambiar a forma humana, atribuir actitudes y estados mentales humanos a otros animales, cuyos pensamientos no nos son accesibles. Los cuentos de hadas, Esopo, La Fontaine, Joel Chandler Harris y Walt Disney son algunos de los exponentes más destacados del género. Darwin incurrió en una especie de antropomorfismo, en el que cayó de modo todavía más flagrante su estudiante George Romanes. La tentación de las ilusiones sentimentales se consideró tan insidiosa y el pecado de antropomorfismo un error tan grave, que en la primera mitad del siglo xx surgió una escuela influyente de psicología estadounidense según la cual los animales no disfrutaban de estados mentales internos, ni de pensamientos ni de sentimientos. Sus defensores hablaban sobre «el mito de la conciencia». Su fundador dijo que debemos «romper de modo decidido con todo el concepto de conciencia». Los científicos auténticos sólo debían ocuparse de lo que puede observarse en el comportamiento real de los animales. Los datos de los sentidos entran en el animal, se observan resultados de comportamiento, y ahí acaba todo. Los animales no sienten dolor. Los animales son cajas negras mecánicas. Esta teoría, llamada conductismo, fue una ilustración de una tendencia ultraprágmatca de la ciencia estadounidense. Tenía algo en común con los autómatas de Descartes, si bien dejaba menos margen de maniobra para el libre examen. El conductismo estuvo a punto de afirmar que tampoco los hombres tienen pensamientos o sentimientos.

El biólogo Donald Griffin ha organizado un ataque coordina-



do pero imparcial contra las formas más exageradas de conductismo. En el pasaje siguiente, Griffin se refiere al concepto de «economía» en la ciencia, según el cual cuando hay que decidir entre dos explicaciones válidas, debemos quedarnos con la más sencilla. Se llama también la «navaja de Occam».

Según los conductistas estrictos, es más económico explicar el comportamiento animal sin postular que los animales tienen experiencias mentales. Pero los conductistas consideran también que las experiencias mentales son idénticas a los procesos neurofisiológicos. Los neurofisiólogos no han descubierto hasta ahora diferencias fundamentales entre la estructura o función de las neuronas y sinapsis en los hombres y animales. Por lo tanto, a no ser que se niegue la realidad de las experiencias mentales humanas, es de hecho económico suponer que las experiencias mentales son tan semejantes de una especie a otra como los procesos neurofisiológicos con los cuales se identifican. Esto a su vez implica una continuidad cualitativa evolutiva (pero no identidad) de las experiencias mentales de animales multicelulares.

A menudo se rechaza como un antropomorfismo la posibilidad de que los animales tengan experiencias mentales, porque supone que otras especies tienen las mismas experiencias mentales que podría tener un hombre en condiciones comparables. Pero esta opinión muy difundida contiene la hipótesis dudosa de que las experiencias mentales humanas son las únicas experiencias mentales que podemos imaginar. Esta creencia de que las experiencias mentales son un atributo exclusivo de una especie única no sólo es poco económica, sino que es vanidosa. Parece más probable que las experiencias mentales, como muchos otros caracteres, están muy difundidas, por lo menos entre los animales multicelulares, pero que su índole y complejidad varían mucho...

Las formas exageradas de conductismo tienden a convertirse en poco más que afirmaciones irrelevantes de ignorancia voluntaria...

Algunos científicos conductistas proclaman enérgicamente que no están interesados en la conciencia de los animales, aunque ésta exista. Su antipatía parece a veces muy intensa y sugiere que estas personas realmente no desean saber nada sobre el pensamiento que pueden tener los animales.<sup>24</sup>

En nuestra opinión, es posible llevar demasiado lejos el miedo al antropomorfismo. Hay excesos peores que un empacho de sentimientos. Debe de existir algún estado interior, algunos pensamientos y sentimientos entre monos y simios antropomorfos,

y si son genéticamente nuestros parientes próximos, si su comportamiento es tan semejante al nuestro que nos resulta familiar, es razonable atribuirles también sentimientos semejantes a los nuestros. Como es lógico, hasta que puedan establecerse mejores comunicaciones con ellos, o hasta que comprendamos mucho mejor el funcionamiento de sus cerebros y sus hormonas, no podemos estar seguros de ello. Pero es una hipótesis plausible, es un instrumento de enseñanza eficaz, y en la presente obra tratamos en varias ocasiones de describir los pensamientos que puede haber en la cabeza de otro animal.

En este momento, el lector ya habrá sospechado por lo menos que los monólogos interiores del capítulo precedente, el primero y el tercero de una hembra de categoría media y el segundo de un macho de categoría alta, no se refieren exactamente a personas. Hemos intentado describir cómo puede ser la vida en una sociedad de chimpancés. La observación sistemática y a largo plazo de grupos de chimpancés en libertad es una nueva disciplina científica. Nos hemos basado principalmente en la labor pionera, profunda y valiente de Jane Goodall en la Reserva de Gombe en Tanzania, y en estudios de Toshisada Nishida y sus colegas en las montañas de Mahale, también en Tanzania, y de Frans de Wall, quien estudió a una banda de chimpancés en un recinto de dos acres del zoo de Arnhem en los Países Bajos.<sup>25</sup> Todos los hechos representados en el último capítulo se basan en los informes de estos científicos. Sus observaciones nos hablan de un modo de vida que es inconfundiblemente familiar, cargado con el *Sturm und Drang* de las relaciones humanas. Es evidente que ningún hombre ha podido estar nunca en la mente de un chimpancé, y no podemos estar seguros de lo que piensan. Nos hemos tomado libertades. No pedimos excusas por haberlo hecho, pero subrayamos que se trata sólo de un medio para pensar en los chimpancés.

Tenemos que procurar evitar las peticiones de principio en esta esfera: atribuir procesos mentales y emocionales humanos a los chimpancés y luego al acabar nuestra narración llegar triunfalmente a la conclusión de lo mucho que se nos parecen. Para comprendernos mejor mediante el estudio detallado de los chimpancés, tendremos que dar mayor importancia a lo que ellos hacen y una importancia relativamente menor a lo que imaginamos que está sucediendo dentro de sus cabezas. Tenemos que ir con cuidado para no engañarnos. Los conductistas no estaban totalmente equivocados.

No nos hemos referido todavía a que los chimpancés duer-

men en árboles y que pasan mucho tiempo cuidándose mutuamente del pelaje. Aunque los chimpancés no parecen tan obsesionados con el sexo oral como otros primates (el cunnilingus es un elemento casi constante de los preparativos sexuales de los orangutanes),<sup>26</sup> utilizamos la expresión popular hoy en día de «chupársela» a alguien porque nos parece, por lo menos en sus actuales asociaciones en el inglés, que ofrece de modo aproximado algunos de los matices de la sumisión de los chimpancés. (El vocabulario de gestos de sumisión de los chimpancés incluye besar el muslo del alfa.)

Existen muchas diferencias de comportamiento entre los chimpancés y el hombre, al igual que entre los chimpancés y los gorilas o entre los gibones y los orangutanes. Pero nos impresiona hasta qué punto el núcleo de la vida social de los chimpancés en libertad se parece a formas de la organización social humana, especialmente en situaciones de gran tensión, por ejemplo, en las prisiones, en bandas urbanas y motorizadas, en organizaciones criminales o en tiranías y monarquías absolutas. Nicolás Maquiavelo, al hacer la crónica de las maniobras necesarias para salir adelante en la sórdida vida política de la Italia del Renacimiento, que escandalizó a sus contemporáneos, especialmente cuando era sincero, podía haberse sentido bastante cómodo en la sociedad de chimpancés. Lo propio podrían pensar muchos dictadores, tanto si se consideran de derechas como de izquierdas. Lo propio podrían pensar muchos seguidores. A veces parece como si debajo de un fino barniz de civilización hubiera un chimpancé dispuesto a romper las cadenas y salir, a quitarse una ropa absurda y a prescindir de las convenciones sociales represivas para huir. Pero esto no es todo.

Los chimpancés son un poco más bajos, algo más peludos, mucho más fuertes y mucho más activos sexualmente que la mayoría de hombres. Tienen pelo marrón y ojos castaños. En sus hábitats naturales pueden vivir hasta cuarenta o cincuenta años; lo que es superior al promedio de cualquier sociedad humana antes de las revoluciones industrial y médica. Pero su esperanza media de vida es mucho menor. Después de la infancia, sus hembras no es probable que vivan tanto como los machos, al contrario de las mujeres modernas. Los chimpancés caminan alternativamente sobre dos pies o sobre los cuatro, utilizando para ello sus nudillos. Los chimpancés macho tienden a perder rápidamente los estribos. Cuando están nerviosos o excitados, emiten un suave pero característico olor que revela emociones que a veces intentan ocultar. Los chimpancés no se avergüenzan de exhibir sus partes sexuales. Según nuestros criterios son bastante más tontos que nosotros, pero utilizan e incluso fabrican herramien-

tas. Al parecer guardan rencor, alimentan resentimientos y abrigan deseos de venganza. Planifican actividades futuras.

Los vínculos familiares pueden ser intensos y duraderos. Las madres ya mayores se precipitan para defender a sus hijos, incluso machos adultos. Los hermanos mayores se ocupan tiernamente de los niños huérfanos. Experimentan una tristeza prolongada por la pérdida de un ser querido. Sufren bronquitis y pulmonía, y se pueden infectar con casi cualquier enfermedad humana, incluido el virus del SIDA. Los ancianos tienen canas, pierden los dientes y el pelo. Los chimpancés se emborrachan. Pueden aprender más palabras de un lenguaje humano que nosotros de cualquier lenguaje de chimpancés. Al mirarse en el espejo, se reconocen a sí mismos. Son conscientes de sí mismos, por lo menos hasta cierto punto. Las crías se ponen pesadas e irritables cuando las destetan. Los chimpancés hacen amigos, a menudo con camaradas de armas que cazan juntos y defienden el territorio contra los invasores. Comparten comida con parientes y amigos.

Si se cría a chimpancés entre personas, se ha visto que pueden masturbarse ante fotografías de personas desnudas. (Esto probablemente sólo es aplicable a quienes han acabado considerando hombres después de un contacto prolongado. Los chimpancés en estado salvaje no se masturban con imágenes eróticas de personas, ni viceversa.) Los chimpancés guardan secretos. Mienten. Oprimen y protegen a los débiles. Algunos, a pesar de fracasos repetidos, se esfuerzan repetidamente en avanzar en la sociedad y aprovechar las oportunidades de carrera. Otros, menos ambiciosos, viven más o menos contentos con su suerte.

Los chimpancés, entre otros muchos conocimientos innatos nacen sabiendo construir un lecho de hojas cada noche en lo alto de los árboles. Son mucho mejor escaladores que nosotros, en parte porque no han perdido la capacidad de agarrar ramas con los pies, como nosotros. Los jóvenes disfrutan encaramándose a los árboles y compiten en espectaculares hazañas de atrevimiento gimnástico. Pero cuando una cría ha trepado demasiado alto, su madre, que está haciendo vida social con sus amigas a pie del árbol, da unos golpes enérgicos al tronco y la cría baja obediente.

El bosque está entrecruzado con una red de senderos abiertos por generaciones de chimpancés que atienden a sus tareas cotidianas. Cada chimpancé conoce la geografía local por lo menos tan bien como el ciudadano medio conoce las calles y tiendas de su barrio. Casi nunca se pierden. A lo largo de los senderos hay de vez en cuando árboles cuyos troncos resuenan acústicamente. Cuando un grupo de recolectores descubre un á

bol de ese tipo, muchos se adelantan y tocan el tambor con él, ambos sexos, niños y adultos. Todavía no hay instrumentos de cuerda, de viento o metal, pero la sección de percusión ya está instalada.

Los chimpancés reconocen las voces de cada individuo y un grito especial puede hacer venir a un aliado o a un pariente desde una distancia considerable. Al contestar a un grito procedente, por ejemplo, de un valle contiguo, levantan la cabeza y fruncen los labios como si estuvieran en el escenario de La Scala. Cuando están cerca tienen una capacidad increíble de comunicarse entre sí — «increíble» significa únicamente que todavía no hemos sido lo bastante listos para descubrirla—, no sólo en cuestiones tan directas como el sexo o la dominación, sino en asuntos mucho más sutiles, como peligros ocultos o alimentos enterrados. El sicólogo E. W. Menzel llevó a cabo un conjunto clásico de experimentos:

[Menzel] mantuvo a cuatro o seis chimpancés jóvenes en un recinto grande al aire libre que estaba conectado además con una jaula más pequeña. Encerró a todos los animales excepto a uno en la jaula y mostró a un «cabecilla» escogido el lugar donde había escondido unos alimentos o un estímulo negativo, como una serpiente disecada. El cabecilla regresaba a la jaula y después se dejaba en libertad al grupo entero. Según los informes de Menzel, el comportamiento variable de los animales indicaba que «al parecer sabían aproximadamente dónde estaba el objeto y qué tipo de objeto era, mucho antes de que el cabecilla llegara al lugar donde estaba escondido»... Si el objetivo era comida, corrían hacia delante buscando posibles escondites; si era un caiman o una serpiente disecada, salían de la jaula con piloerección (con los pelos de punta) y no se separaban de sus compañeros. Si el objeto escondido era un caimán o una serpiente, se acercaban al lugar con mucho cuidado y a menudo castigaban el lugar gritando en dirección del objeto escondido y golpeándolo con palos. Si el objeto escondido era comida, los animales exploraban intensamente la zona y mostraban muy poco temor o preocupación. Actuaban así aunque se hubiera eliminado el estímulo negativo antes de soltar a los animales de la jaula, por lo tanto no era el objeto en sí lo que producía esas reacciones.

En las pruebas con alimentos, un macho (*Rocky*) comenzó a monopolizar los víveres cuando los descubría. Si *Belle*, una hembra, actuaba de cabecilla, intentaba no dar pistas sobre el escondite de la comida, pero *Rocky* a menudo podía extrapolar de su línea de orientación y encontrar la comida. Cuando se enseñaba a *Belle* dos escondites, uno grande y otro pequeño, la

hembra llevaba a *Rocky* al escondite pequeño, y mientras él estaba ocupado comiendo, corría hacia el escondite grande cuya comida compartía luego con otros chimpancés. Menzel llegó a la conclusión de que los chimpancés podían comunicar la dirección, cantidad, calidad y naturaleza del objetivo, y que además podían intentar ocultar por lo menos parte de esta información, pero todavía no se sabe exactamente cómo logran los chimpancés establecer esta comunicación.<sup>27</sup>

Las únicas posibilidades parecen ser gestos y habla.

Los chimpancés tienen centenares de tipos diferentes de comida y necesitan mucha variedad en la dieta. Comen frutas, hojas, semillas, insectos y animales mayores, a veces animales muertos. Las orugas son algo exquisito y el descubrimiento de una plaga de orugas se convierte en un acontecimiento gastronómico memorable. Se sabe que comen tierra de las laderas de los precipicios, probablemente para obtener nutrientes minerales como la sal. Las madres ofrecen a menudo porciones escogidas de comida a sus hijos y les arrancan de la boca comidas extrañas y quizá peligrosas. Los adultos que viven en la selva comparten en ocasiones la comida, a menudo respondiendo a una petición. No hay horarios fijos para comer; van picando durante todo el día. Cuando una banda que busca comida se pone en movimiento, uno de sus miembros puede llevarse una rama aún cargada con bayas u hojas para ir mordisqueando mientras avanza.

Cuando están dormidos en medio de la noche en sus lechos de hojas en lo alto de los árboles y les despiertan los gritos de los depredadores, se abrazan los unos a los otros asustados y su orina y sus heces llueven sobre el suelo del bosque.

Les encanta jugar, a los niños (cuya energía es prodigiosa) más que a los adultos, pero incluso entre adultos el juego es corriente, especialmente cuando tienen suficiente comida y se reúne un número grande de chimpancés. El juego incluye a menudo peleas en broma, aunque no de modo exclusivo.

Los chimpancés machos actúan de modo protector hacia las hembras y las crías. Arriesgan fácilmente sus vidas para proteger a «las mujeres y los niños» de un ataque, o para rescatar a un pequeño en peligro. Goodall escribe: «A menudo parece como si un macho no pudiera resistir la tentación de tomar a una cría, abrazarla estrechamente y acariciarla o ponerse a jugar tiernamente con ella.»<sup>28</sup> Cuando se descubre a un macho en flagrante delito con una hembra, lo cual sucede a menudo, una cría puede llegar corriendo y dar un puñetazo al macho en la boca o saltar sobre la espalda de la hembra, que suele ser su madre.\*

\* Una madre joven generalmente no vuelve a estar en celo hasta que desteta a su cría. Es muy comprensible que el pequeño interprete el destete como

En tales situaciones, la tolerancia del macho con frecuencia supera los límites humanos.

Pero en una competición de exhibición para dominar toda esta amistosa ecuanimidad desaparece y un macho que en situación normal protege a las crías, puede en un estado de irritación agarrar a un pequeño e inocente espectador y golpearlo contra el suelo. Se ha visto que cuando los chimpancés descubren a una hembra desconocida en su territorio, pueden agarrar a su hijo por los tobillos y aplastarlo contra las rocas.<sup>29</sup>

Los chimpancés tienden a abusar de su posición y a dirigir la irritación que sienten con los animales de categoría superior (que podrían hacerles daño) a los que tienen un temperamento más sumiso, son más jóvenes, más débiles y son hembras. En Gombe hubo en 1966 una epidemia de poliomeilitis que provocó la parálisis parcial de miembros adultos del grupo. Estos chimpancés incapacitados por la enfermedad, tenían que moverse de modo extraño arrastrando los miembros. Los demás chimpancés al principio les tenían miedo, luego los amenazaron y al final los atacaron.

La agresión entre chimpancés es episódica y las relaciones amistosas son mucho más comunes, por lo que los primeros observadores sobre el terreno pudieron imaginar que estos simios en un estado natural (es decir, cuando no están en prisión) son animales no violentos y amantes de la paz. Pero esto no es cierto. Los chimpancés demuestran que son capaces de una gran violencia cuando cazan otros animales, cuando escalan la jerarquía de dominación, cuando abusan de las hembras, cuando están de mal humor y en escaramuzas con otros grupos de chimpancés (los Forasteros de nuestra narración).

La carne contiene aminoácidos esenciales y otros bloques constructivos moleculares que son más difíciles de obtener en las plantas. La carne despierta en ambos sexos un hambre canina. En algunas raras ocasiones las hembras atacan a otras hembras de su grupo y roban y se comen a sus hijos. Cuando han echado mano del pequeño, no guardan malos sentimientos hacia la madre de la menuda víctima. En una ocasión, una hembra se acercó a los que se estaban comiendo a su hijo; uno de los comensales la acogió rodeándola con los brazos para abrazar y consolar a la acongojada madre. Se sabe que los chimpancés cazan ratones, ratas, pajaritos, un jabalí adolescente de veinte kilos, monos como papiones y colobos, y otros chimpancés.

---

un rechazo. El renovado interés sexual de la madre por machos adultos (y subadultos) multiplica la pena y el resentimiento del pequeño. Quizá también compartimos el complejo de Edipo con los simios.

Una cacería afortunada despierta una enorme emoción. Los espectadores chillan, se abrazan, se besan y se dan palmas tranquilizadoras. Los participantes inmediatos en la matanza comienzan a comer inmediatamente, o intentan llevarse sabrosas partes del cadáver. El bosque se llena de chirridos, ladridos, y jadeos y gritos que atraen a más chimpancés, a veces desde distancias considerables. Los machos suelen servirse porciones mayores que las hembras. Es más probable que los chimpancés de rango superior distribuyan los despojos, y de una forma u otra la mayoría de los que están presentes en la matanza se llevan su parte. Los recién llegados suplican un bocado. Se roban trozos de carne, y el chimpancé a quien le han quitado el botín se enfurece, y a veces puede permitirse una rabieta. También se llevan a la cama porciones de carne para dar un bocado a medianoche.

Las ratas pueden comerse empezando por la cabeza. Un mono o un antílope joven se matan a menudo aplastando su cabeza contra una roca o un tronco de árbol, o asestando al animal un mordisco de vampiro en el cogote. Casi siempre se consume primero el cerebro. Éste suele ser el premio del cazador que mató con sus manos la pieza. Otras partes sabrosas son los genitales de víctimas masculinas y los fetos de víctimas femeninas preñadas. Goodall reproduce el chillido final y atenuado de un joven jabalí cuando un chimpancé, como un antiguo sacerdote azteca, le arrancó el corazón palpitante. No se ha inventado todavía la cocción ni los platos, ni los modales en la mesa, ni los remilgos. Estamos en un mundo de sangre roja y carne cruda.

Janis Carter describe<sup>30</sup> la escena de un chimpancé joven y un mono colobo, aproximadamente de su mismo tamaño, cuidándose mutuamente del pelaje. Cuando aparece un chimpancé adulto que agarra el colobo por la cola y lo mata aplastándole la cabeza contra un árbol, el chimpancé joven no tiene dificultad en unirse al adulto y devorar a su antiguo compañero de juego. La mayoría de los monos (y los mamíferos pequeños) que caen víctimas de la depredación de los chimpancés son crías o jóvenes, que a menudo arrancan de los brazos de sus madres. A veces la madre intenta rescatar a su hijo y acaba también devorada.

En este mundo no se tiene compasión por la comida, aunque todavía esté andando. La comida es para comer. Quienes sienten compasión comen menos y dejan menos descendencia. Es evidente que los chimpancés no consideran que los monos ni los chimpancés de otros grupos, ni siquiera los miembros de su propio grupo, merezcan compasión u otras consideraciones morales. Puedan actuar heroicamente para defender a sus crías, pero no muestran la menor compasión por las crías de otros grupos de especies. Quizá las consideren «animales».



La caza es una actividad cooperativa. La cooperación es esencial cuando se abaten presas mayores y también para evitar sus peligros, como el ataque de una hembra de jabalí que embiste con los colmillos para salvar a sus crías. Los cazadores llevan a cabo un auténtico trabajo de equipo. Un chimpancé llama en voz baja a otro cuando ha visto a una presa en la espesura. Los dos sonríen, levantan a la víctima de su escondrijo y lo empujan hacia otros miembros del grupo que están al acecho. Las salidas están bloqueadas, se refinan las emboscadas, se llevan a cabo maniobras, y los chimpancés, tan apasionados después de cobrar-se la pieza, lo planean todo fríamente antes de empezar.

En hábitats densamente arbolados, el territorio controlado por un determinado grupo de chimpancés tiene sólo unos kilómetros de amplitud. En regiones escasamente arboladas, puede llegar hasta treinta kilómetros de diámetro. Éstos son los territorios que un grupo de chimpancés considera propios, su hogar, su patria, que le inspiran sentimientos vagamente patrióticos. Los forasteros no deben entrar en ella. Fuera de ella empieza la jungla. El radio de acción típico de una patrulla de combate de chimpancé es de unos cuantos kilómetros. Por lo tanto, si los chimpancés viven en un bosque denso, pueden patrullar con bastante facilidad una buena parte de la frontera en un solo día. Pero si la vegetación y la comida están más esparcidas y en consecuencia el territorio es mayor, pueden necesitar varios días para llegar de un extremo a otro, y más tiempo si quieren recorrer su perímetro.

Una patrulla consiste en general en un recorrido cauteloso y silencioso durante el cual los miembros del grupo tienden a desplazarse en una formación compacta. Hay muchas pausas mientras los chimpancés estudian sus alrededores y escuchan. A veces trepan a árboles altos y están sentados sin decir nada durante una hora o más, vigilando la zona «insegura» de una comunidad vecina. Están muy tensos y si captan un sonido repentino (una ramita que cruje en la maleza o el susurro de las hojas) pueden sonreírse y tocarse o abrazarse.

Durante la patrulla los machos, y en ocasiones una hembra, pueden oler el suelo, los troncos de los árboles y demás vegetación. Pueden recoger y oler hojas y prestar una atención especial a restos de comida, heces o herramientas abandonadas sobre termiteros. Si descubren un nido donde alguien pudo haber dormido hace poco, uno o más machos adultos se encaraman hasta él para inspeccionarlo y hacer luego una exhibición a su alrededor, tirar de las ramas y destruir el nido de modo total o parcial.

Tal vez el aspecto más notable de las patrullas sea el silencio que guardan los participantes. También evitan pisar hojas secas y hacer crujir la vegetación. En una ocasión la patrulla guardó silencio durante más de tres horas... [Cuando] los chimpancés que salieron de patrulla regresan a zonas familiares, hay a menudo un estallido de gritos, exhibiciones de tambor, lanzamiento de piedras e incluso algunas persecuciones y agresiones moderadas entre ellos... Es posible que este comportamiento ruidoso y vigoroso constituya un medio para dar salida a la tensión reprimida y al entusiasmo social que provocó la travesía silenciosa por zonas inseguras.<sup>31</sup>

Es impresionante en esta descripción por Jane Goodall de una patrulla en Gombe la capacidad de los chimpancés para superar sus temores, ejercer un control personal frenando sus conversaciones normalmente ruidosas, y especialmente la capacidad deductiva que demuestran. Estos chimpancés están siguiendo pistas. Ponderan los mensajes de ramas, huellas, heces, instrumentos. Es de suponer que cuando la comida escasea las diferentes capacidades de rastreo de los grupos pueden determinar quién sobrevive y quién sucumbe. La selección no actúa aquí simplemente en favor de la fuerza y de la agresividad, sino de algo parecido al raciocinio y la perspicacia. Y el sigilo. Cuando un hombre que había vivido con una banda durante largo tiempo intentó acompañar a una patrulla, todos le miraron con reprobación. Era demasiado torpe. No podía deslizarse silenciosamente por el bosque como ellos.

La patrulla de combate de gran recorrido se está abriendo camino hacia la frontera de su territorio. Han estado avanzando durante más de un día e instalan un campamento de noche para continuar su camino por la mañana. ¿Qué sucede si se encuentran con miembros de otro grupo? ¿Con los forasteros del territorio adyacente? Si se trata solamente de uno o dos intrusos, intentarán atacarlos y matarlos. Los chimpancés están mucho menos dispuestos ahora a exhibiciones de amenaza e intimidación. Pero si se encuentran dos grupos que tienen más o menos la misma fuerza, llevarán a cabo muchas exhibiciones de amenaza, tirarán piedras y palos, tocarán el tambor en los troncos. «Aguantadme, aguantadme que le parto las rodillas», parece que griten. Los chimpancés llevan a cabo una evaluación de las amenazas: es probable que la patrulla se retire rápidamente si se da cuenta de que el número de Forasteros es claramente superior. En otras ocasiones patrullas de chimpancés pueden penetrar en territorio enemigo o incluso atacar su núcleo central habitado... con varios fines, incluido el de aparearse con hembras

En tales situaciones, la tolerancia del macho con frecuencia supera los límites humanos.

Pero en una competición de exhibición para dominar toda esta amistosa ecuanimidad desaparece y un macho que en situación normal protege a las crías, puede en un estado de irritación agarrar a un pequeño e inocente espectador y golpearlo contra el suelo. Se ha visto que cuando los chimpancés descubren a una hembra desconocida en su territorio, pueden agarrar a su hijo por los tobillos y aplastarlo contra las rocas.<sup>29</sup>

Los chimpancés tienden a abusar de su posición y a dirigir la irritación que sienten con los animales de categoría superior (que podrían hacerles daño) a los que tienen un temperamento más sumiso, son más jóvenes, más débiles y son hembras. En Gombe hubo en 1966 una epidemia de poliomeilitis que provocó la parálisis parcial de miembros adultos del grupo. Estos chimpancés incapacitados por la enfermedad, tenían que moverse de modo extraño arrastrando los miembros. Los demás chimpancés al principio les tenían miedo, luego los amenazaron y al final los atacaron.

La agresión entre chimpancés es episódica y las relaciones amistosas son mucho más comunes, por lo que los primeros observadores sobre el terreno pudieron imaginar que estos simios en un estado natural (es decir, cuando no están en prisión) son animales no violentos y amantes de la paz. Pero esto no es cierto. Los chimpancés demuestran que son capaces de una gran violencia cuando cazan otros animales, cuando escalan la jerarquía de dominación, cuando abusan de las hembras, cuando están de mal humor y en escaramuzas con otros grupos de chimpancés (los Forasteros de nuestra narración).

La carne contiene aminoácidos esenciales y otros bloques constructivos moleculares que son más difíciles de obtener en las plantas. La carne despierta en ambos sexos un hambre canina. En algunas raras ocasiones las hembras atacan a otras hembras de su grupo y roban y se comen a sus hijos. Cuando han echado mano del pequeño, no guardan malos sentimientos hacia la madre de la menuda víctima. En una ocasión, una hembra se acercó a los que se estaban comiendo a su hijo; uno de los comensales la acogió rodeándola con los brazos para abrazar y consolar a la acongojada madre. Se sabe que los chimpancés cazan ratones, ratas, pajaritos, un jabalí adolescente de veinte kilos, monos como papiones y colobos, y otros chimpancés.

---

un rechazo. El renovado interés sexual de la madre por machos adultos (y subadultos) multiplica la pena y el resentimiento del pequeño. Quizá también compartimos el complejo de Edipo con los simios.

Una cacería afortunada despierta una enorme emoción. Los espectadores chillan, se abrazan, se besan y se dan palmas tranquilizadoras. Los participantes inmediatos en la matanza comienzan a comer inmediatamente, o intentan llevarse sabrosas partes del cadáver. El bosque se llena de chirridos, ladridos, y jadeos y gritos que atraen a más chimpancés, a veces desde distancias considerables. Los machos suelen servirse porciones mayores que las hembras. Es más probable que los chimpancés de rango superior distribuyan los despojos, y de una forma u otra la mayoría de los que están presentes en la matanza se llevan su parte. Los recién llegados suplican un bocado. Se roban trozos de carne, y el chimpancé a quien le han quitado el botín se enfurece, y a veces puede permitirse una rabieta. También se llevan a la cama porciones de carne para dar un bocado a medianoche.

Las ratas pueden comerse empezando por la cabeza. Un mono o un antílope joven se matan a menudo aplastando su cabeza contra una roca o un tronco de árbol, o asestando al animal un mordisco de vampiro en el cogote. Casi siempre se consume primero el cerebro. Éste suele ser el premio del cazador que mató con sus manos la pieza. Otras partes sabrosas son los genitales de víctimas masculinas y los fetos de víctimas femeninas preñadas. Goodall reproduce el chillido final y atenuado de un joven jabalí cuando un chimpancé, como un antiguo sacerdote azteca, le arrancó el corazón palpitante. No se ha inventado todavía la cocción ni los platos, ni los modales en la mesa, ni los remilgos. Estamos en un mundo de sangre roja y carne cruda.

Janis Carter describe<sup>30</sup> la escena de un chimpancé joven y un mono colobo, aproximadamente de su mismo tamaño, cuidándose mutuamente del pelaje. Cuando aparece un chimpancé adulto que agarra el colobo por la cola y lo mata aplastándole la cabeza contra un árbol, el chimpancé joven no tiene dificultad en unirse al adulto y devorar a su antiguo compañero de juego. La mayoría de los monos (y los mamíferos pequeños) que caen víctimas de la depredación de los chimpancés son crías o jóvenes, que a menudo arrancan de los brazos de sus madres. A veces la madre intenta rescatar a su hijo y acaba también devorada.

En este mundo no se tiene compasión por la comida, aunque todavía esté andando. La comida es para comer. Quienes sienten compasión comen menos y dejan menos descendencia. Es evidente que los chimpancés no consideran que los monos ni los chimpancés de otros grupos, ni siquiera los miembros de su propio grupo, merezcan compasión u otras consideraciones morales. Puedan actuar heroicamente para defender a sus crías, pero no muestran la menor compasión por las crías de otros grupos de especies. Quizá las consideren «animales».

La caza es una actividad cooperativa. La cooperación es esencial cuando se abaten presas mayores y también para evitar sus peligros, como el ataque de una hembra de jabalí que embiste con los colmillos para salvar a sus crías. Los cazadores llevan a cabo un auténtico trabajo de equipo. Un chimpancé llama en voz baja a otro cuando ha visto a una presa en la espesura. Los dos sonríen, levantan a la víctima de su escondrijo y lo empujan hacia otros miembros del grupo que están al acecho. Las salidas están bloqueadas, se refinan las emboscadas, se llevan a cabo maniobras, y los chimpancés, tan apasionados después de cobrar-se la pieza, lo planean todo fríamente antes de empezar.

En hábitats densamente arbolados, el territorio controlado por un determinado grupo de chimpancés tiene sólo unos kilómetros de amplitud. En regiones escasamente arboladas, puede llegar hasta treinta kilómetros de diámetro. Éstos son los territorios que un grupo de chimpancés considera propios, su hogar, su patria, que le inspiran sentimientos vagamente patrióticos. Los forasteros no deben entrar en ella. Fuera de ella empieza la jungla. El radio de acción típico de una patrulla de combate de chimpancé es de unos cuantos kilómetros. Por lo tanto, si los chimpancés viven en un bosque denso, pueden patrullar con bastante facilidad una buena parte de la frontera en un solo día. Pero si la vegetación y la comida están más esparcidas y en consecuencia el territorio es mayor, pueden necesitar varios días para llegar de un extremo a otro, y más tiempo si quieren recorrer su perímetro.

Una patrulla consiste en general en un recorrido cauteloso y silencioso durante el cual los miembros del grupo tienden a desplazarse en una formación compacta. Hay muchas pausas mientras los chimpancés estudian sus alrededores y escuchan. A veces trepan a árboles altos y están sentados sin decir nada durante una hora o más, vigilando la zona «insegura» de una comunidad vecina. Están muy tensos y si captan un sonido repentino (una ramita que cruje en la maleza o el susurro de las hojas) pueden sonreírse y tocarse o abrazarse.

Durante la patrulla los machos, y en ocasiones una hembra, pueden oler el suelo, los troncos de los árboles y demás vegetación. Pueden recoger y oler hojas y prestar una atención especial a restos de comida, heces o herramientas abandonadas sobre termiteros. Si descubren un nido-donde alguien pudo haber dormido hace poco, uno o más machos adultos se encaraman hasta él para inspeccionarlo y hacer luego una exhibición a su alrededor, tirar de las ramas y destruir el nido de modo total o parcial.

Tal vez el aspecto más notable de las patrullas sea el silencio que guardan los participantes. También evitan pisar hojas secas y hacer crujir la vegetación. En una ocasión la patrulla guardó silencio durante más de tres horas... [Cuando] los chimpancés que salieron de patrulla regresan a zonas familiares, hay a menudo un estallido de gritos, exhibiciones de tambor, lanzamiento de piedras e incluso algunas persecuciones y agresiones moderadas entre ellos... Es posible que este comportamiento ruidoso y vigoroso constituya un medio para dar salida a la tensión reprimida y al entusiasmo social que provocó la travesía silenciosa por zonas inseguras.<sup>31</sup>

Es impresionante en esta descripción por Jane Goodall de una patrulla en Gombe la capacidad de los chimpancés para superar sus temores, ejercer un control personal frenando sus conversaciones normalmente ruidosas, y especialmente la capacidad deductiva que demuestran. Estos chimpancés están siguiendo pistas. Ponderan los mensajes de ramas, huellas, heces, instrumentos. Es de suponer que cuando la comida escasea las diferentes capacidades de rastreo de los grupos pueden determinar quién sobrevive y quién sucumbe. La selección no actúa aquí simplemente en favor de la fuerza y de la agresividad, sino de algo parecido al raciocinio y la perspicacia. Y el sigilo. Cuando un hombre que había vivido con una banda durante largo tiempo intentó acompañar a una patrulla, todos le miraron con reprobación. Era demasiado torpe. No podía deslizarse silenciosamente por el bosque como ellos.

La patrulla de combate de gran recorrido se está abriendo camino hacia la frontera de su territorio. Han estado avanzando durante más de un día e instalan un campamento de noche para continuar su camino por la mañana. ¿Qué sucede si se encuentran con miembros de otro grupo? ¿Con los forasteros del territorio adyacente? Si se trata solamente de uno o dos intrusos, intentarán atacarlos y matarlos. Los chimpancés están mucho menos dispuestos ahora a exhibiciones de amenaza e intimidación. Pero si se encuentran dos grupos que tienen más o menos la misma fuerza, llevarán a cabo muchas exhibiciones de amenaza, tirarán piedras y palos, tocarán el tambor en los troncos. «Aguantadme, aguantadme que le parto las rodillas», parece que griten. Los chimpancés llevan a cabo una evaluación de las amenazas: es probable que la patrulla se retire rápidamente si se da cuenta de que el número de Forasteros es claramente superior. En otras ocasiones patrullas de chimpancés pueden penetrar en territorio enemigo o incluso atacar su núcleo central habitado... con varios fines, incluido el de aparearse con hembras

desconocidas. La combinación del rastreo, el sigilo, el peligro, el trabajo de equipo, la lucha contra odiados enemigos y la oportunidad de tener relaciones sexuales con hembras forasteras es enormemente atractiva para los machos.

La alegría que demuestran los miembros de una patrulla después de haber vuelto con éxito de un territorio peligroso o que quizá está en poder de enemigos difiere poco de las expresiones de los chimpancés cuando se encuentran inesperadamente con un depósito importante de víveres. Los chimpancés chillan, se besan, se abrazan, se toman de la mano, se dan palmadas en el hombro y en el trasero y saltan repetidamente. Su camaradería recuerda a los equipos que se abrazan después de ganar un campeonato nacional. Cuando comienza a caer un chaparrón, los chimpancés machos a menudo realizan una danza espectacular. Cuando llegan a un río o a una cascada, hacen una exhibición: se cuelgan de las lianas, se balancean de un árbol a otro y retozan a gran altura sobre el agua realizando una demostración acrobática extraordinaria que puede durar diez minutos o más. Quizá les asombre la belleza natural del lugar o les extasíe el ruido del agua. Su alegría evidente arroja una luz reveladora sobre la doctrina del siglo xviii<sup>32</sup> según la cual los hombres tienen derecho a esclavizar a los demás animales porque nadie puede compararse con ellos en su capacidad para ser felices.

La receta que ofrece Sewall Wright para dar una respuesta evolutiva eficaz a un medio ambiente se corresponde estrechamente con muchos aspectos de la sociedad de los chimpancés. La especie está dividida en grupos que se mueven libremente, formados en general por diez a cien individuos. Tienen territorios distintos, con lo que si el medio ambiente cambia, los efectos serán ligeramente diferentes de un grupo a otro. La comida normal en un extremo de una vasta selva tropical puede ser un requisito raro en el otro extremo. Una plaga que puede provocar una malnutrición grave o una hambruna entre los chimpancés de una parte de la selva, puede tener consecuencias insignificantes en otra. Cada grupo territorial es lo bastante endogámico para que las frecuencias de genes difieran sistemáticamente de un grupo a otro. Sin embargo, el sistema endogámico está aliviado por la exogamia. Tienen lugar encuentros sexuales de importancia esencial con chimpancés de territorios contiguos, iniciados cuando una patrulla penetra en territorio extranjero o cuando una hembra forastera entra en el territorio propio. Estas uniones permiten la comunicación genética de un grupo a otro, con lo que si en una crisis de adaptación un grupo está más adaptado que otros, la adaptación se difundirá rápidamente por toda la población de chimpancés mediante una secuencia de contactos sexua-

les, formada quizá por centenares de cópulas en una cadena que vinculará los grupos más remotos de una vasta selva tropical. Si se produce una crisis ambiental moderada, los chimpancés están preparados.

Si esto constituye una explicación, por lo menos parcial, de la territorialidad, el etnocentrismo, la xenofobia y la exogamia ocasional que caracteriza a la sociedad de los chimpancés, no por ello debemos imaginar que cada chimpancé comprende las razones de su comportamiento. Sucede simplemente que los chimpancés no aguantan ver a un forastero, los encuentran odiosos y merecedores de ataque; con excepción, como es lógico, de los chimpancés del sexo opuesto, que resultan excitantes en grado sumo. Las hembras se fugan a veces con machos forasteros, sin importarles los crímenes que puedan haber cometido antes contra su tierra y sus parientes. Quizá sienten algo de lo que Eurípides pone en boca de Helena de Troya:

¿Qué había en mi corazón que olvidé mi hogar y mi patria y todo lo que amaba para huir con un hombre forastero?... Ah, mi marido todavía, ¿cómo levantarás la mano para matarme? Pero, si llega al fin la justicia sólo me traerás consuelo por los dolores pasados, y darás un puerto a una mujer empujada por la tempestad: una mujer arrebatada por hombres violentos...<sup>33</sup>

Las madres saben quiénes son sus hijos y por lo tanto pueden resistir mejor sus proposiciones sexuales (muy raras). Pero los padres no están seguros de quiénes son sus hijas y viceversa. Por lo tanto cuando una hembra alcanza la pubertad en un grupo pequeño, hay una probabilidad importante de uniones incestuosas, más endogamia, más mortalidad infantil y menos secuencias genéticas transmitidas a generaciones futuras. Por lo tanto, una hembra en el momento de su primera ovulación siente un deseo inexplicable de visitar el territorio vecino. Realizar esto puede ser peligroso, como probablemente sabe ella muy bien. El impulso por lo tanto debe de ser intenso, lo que a su vez subraya la importancia evolutiva de su misión. Si se combinan estas ganas no infrecuentes de irse a la primera ovulación con la rareza de las uniones entre hermana y hermano y, especialmente, entre madre e hijo es evidente que entre los chimpancés está actuando el tabú del incesto que tiene gran prioridad y eficacia.

Hay un aspecto de la territorialidad de los chimpancés que no comparten los demás simios antropomorfos, todos los cuales están divididos en grupos territoriales y xenofóbicos, con poca exogamia: cuando dos grupos de chimpancés entran en contacto puede desatarse una violencia real, al contrario de lo que sucede en



los encuentros dentro del grupo, donde desempeñan funciones importantes la fanfarronada y la intimidación y donde es muy raro que se lesione seriamente a alguien. No se ha observado nunca una guerra en gran escala. Los chimpancés prefieren la táctica de la guerrilla. Un grupo irá eliminando a los miembros del otro individualmente o de dos en dos, hasta que en el territorio adyacente ya no quede una fuerza suficiente para defenderlo. Los grupos de chimpancés están llevando a cabo refriegas constantes para ver si pueden anexionarse más territorio. Si el castigo por el fracaso en el combate es la muerte para los machos y la servitud sexual como forasteros para las hembras, se ejerce pronto sobre los machos una poderosa selección de habilidades militares. Los genes de estas capacidades deben de haberse difundido por todas las selvas tropicales, mediante uniones exogámicas, hasta que casi todos los chimpancés las tuvieron. Los que no, murieron.

Además, las habilidades que sirven mucho en las patrullas y en las refriegas son también muy útiles en la caza. Cuando la capacidad de combate de un individuo es grande, también puede suministrar a los amigos, personas queridas y concubinas, por no decir a uno mismo, más cantidades de aquella deliciosa carne roja. Ser un chimpancé macho es un poco como estar en el ejército, si olvidamos lo dicho sobre la buena comida.

## LAS VIDAS DE LOS SIMIOS

Oigo a los simios aullar tristemente en las oscuras montañas. El río azul corre apresurado por la noche.

MENG HAORAN

(dinastía Tang, principios del decenio de 730)

«Escrito para unos viejos amigos  
en la ciudad de Yangrou  
mientras pasaba la noche en el río Donglu»<sup>1</sup>

El macho alfa está sentado muy tieso con las mandíbulas apretadas y mirando con confianza hacia la distancia. El pelo de su cabeza, de sus hombros y de su dorso está erizado, lo que le da un aspecto todavía más imponente. Ante él está agazapado un subordinado, con una reverencia tan profunda que su vista se clava en unos cuantos manojos de hierba que tiene delante. Si fueran personas, esta postura se consideraría mucho más que una demostración de deferencia. Es un acto de sumisión abyecta. Es una humillación. Es un envilecimiento. El chimpancé podría estar besando los pies del alfa. Este suplicante podría ser un jefecillo provincial vencido a los pies del emperador chino u otomano o un sacerdote católico del siglo x inclinado ante el obispo de Roma o el atemorizado embajador de un pueblo tributario en presencia del faraón.<sup>2</sup>

El macho alfa, tranquilo y seguro de sí mismo, no mira ceñudamente a su subordinado que está casi postrado delante suyo. Alarga la pata y le toca en el hombro o en la cabeza. El macho de rango inferior se levanta lentamente, tranquilizado. Alfa se pone en pie y se va tocando, acariciando, abrazando y en ocasiones besando a los que encuentra. Muchos alargan los brazos y piden que les toque, aunque sólo sea un momento. Casi todos, desde los de rango mayor a los más bajos, se muestran visiblemente alentados por este contacto con el rey. La imposición de manos alivia la ansiedad, quizá cura incluso pequeñas enfermedades.

Conseguir tocar al rey, uno detrás de otro, en un mar de manos alargadas, nos parece una escena familiar, que nos recuerda, por ejemplo, al presidente bajando por el pasillo central de la Cámara de Representantes antes de pronunciar su discurso sobre el Estado de la Unión, especialmente si lleva gran ventaja en las encuestas electorales. El futuro rey Eduardo VIII en una

gira por todo el mundo, el senador Robert Kennedy en su campaña presidencial y muchos otros dirigentes políticos han regresado a casa agotados por los apretones de manos de sus entusiastas seguidores.

El macho alfa intervendrá para prevenir los conflictos, especialmente entre los machos jóvenes belicosos y cargados de testosterona, o cuando las agresiones afectan a individuos de edad infantil o juvenil. A veces bastará con una mirada dura, a veces el macho alfa se precipitará contra los dos que se pelean y los obligará a separarse. En general, se acerca a ellos contoneándose y con los brazos en jarra. No es difícil ver en este proceso los rudimentos de la administración de justicia por el gobierno. Un macho alfa debe aceptar ciertas obligaciones, como todos quienes detentan posiciones dirigentes entre los primates. Debe prestar servicios a la comunidad, tanto prácticos como simbólicos, a cambio de la deferencia y el respeto de los demás, de privilegios sexuales y de alimentación. El macho alfa adopta una postura impresionante, que a veces parece pomposa, en parte porque sus subordinados se la piden. Necesitan mucho la seguridad que él les da. Son seguidores natos. Tienen la necesidad irresistible de que alguien les guíe.

Hay muchos estilos de sumisión, aparte del de alargar la mano: el más corriente se denomina en la literatura científica «presentación». ¿Qué se presenta? El animal subordinado, macho o hembra —pero ahora estamos hablando de los machos en la jerarquía de dominación— que desea ofrecer sus respetos al macho alfa, se agazapa ante él y eleva la región anogenital hacia el jefe separando al mismo tiempo la cola. A veces el animal se menea un poco. También puede acercarse hacia el macho alfa caminando hacia atrás, lanzando pequeños gemidos y sonriendo por encima del hombro. La necesidad que siente el subordinado de presentar sus respetos de esta manera es tan grande que a veces puede hacerlo aunque el macho alfa esté profundamente dormido. Si el macho alfa está despierto, se acerca por atrás al animal sumiso, lo abraza estrechamente y no es raro que le dé unos cuantos achuchones con la pelvis. Ésta es siempre la postura y el movimiento de la copulación entre chimpancés y por lo tanto no puede ignorarse la importancia simbólica de este intercambio de gestos: el animal subordinado pide «por favor, fóllame», y el animal dominante lo hace, quizá con poco entusiasmo.

En la mayoría de los casos estas acciones son simbólicas. No hay penetración ni orgasmo. Todo es simulado. Uno desea presentar sus respetos a un macho de elevada posición, pero la naturaleza no le ha dotado de un lenguaje hablado adecuado. Pero en la vida diaria hay muchas posturas y gestos que tienen un

sentido fácilmente comprensible por todos. Si las hembras tienen que satisfacer casi todas las proposiciones sexuales que reciben, el acto sexual en sí se convierte en un símbolo claro, potente e inequívoco de la sumisión. La presentación descrita es una muestra de deferencia y de respeto que se da entre todos los monos y simios antropomorfos, y entre muchos otros mamíferos.

La explosión de ira de un macho de gran categoría puede ser terrible. Su excitación se hace evidente a todos porque el pelo del cuerpo se le pone de punta. Puede atacar, intimidar y arrancar ramas de los árboles. Si uno no está dispuesto a enfrentarse con el macho en combate singular, quizá convenga calmarlo y hacerle feliz. Hay que estar vigilando cuidadosamente al jefe por si se le levanta el más mínimo pelo. Uno no sólo debe mostrarse perpetuamente obediente («haré todo lo que quieras»), sino que, para estar tranquilo debe procurar que el macho dominante no se enfade con él. Cuando el macho está enfadado, exagera su tamaño y ferocidad y muestra las armas que utilizará si el adversario no se somete. El macho utiliza estas demostraciones para mantener a raya a machos más jóvenes y ellos a su vez se exhiben para avanzar en la jerarquía. Las exhibiciones pueden servir como respuesta a un desafío o como recordatorio general al conjunto de la comunidad de que no se puede jugar con uno. Como es lógico, no todo es farsa, porque entonces el sistema no funcionaría. Es preciso que exista una amenaza creíble de violencia. Se necesita, en cierto modo, mantener la amenaza. Si se llega al contacto físico puede desencadenarse una pelea grave. Pero con mucha mayor frecuencia, la exhibición tiene un carácter ritual y ceremonial. (Casi siempre el macho alfa gana y si en algunas ocasiones pierde eso no suele significar que la jerarquía se haya invertido; para que tal cosa suceda debe existir una pauta coherente de derrotas.)

La enseñanza que se imparte es la disuasión pura y simple: «Moléstame y tendrás que probar mi estatura, mis músculos, mis dientes (fíjate en mis caninos) y mi rabia.» La estrategia de los chimpancés está resumida en el tratado amplio más antiguo que conocemos de cuestiones militares, *El arte de la guerra* de Sunzi, siglo VI a. de C.: «El supremo acto de guerra es dominar al enemigo sin luchar.»<sup>3</sup> La disuasión es una estrategia antigua. Y también es antiguo su requisito previo: la imaginación.

De este modo se mantienen la ley y el orden, y la categoría del jefe se preserva por la amenaza (y si es preciso la realidad) de la violencia; pero también por la protección que se da a los súbditos y por el deseo generalizado que ellos tienen de un héroe a quien admirar, alguien que les diga lo que deben hacer, especialmente cuando llega una amenaza desde fuera del grupo.

La violencia y la intimidación no bastarían por sí mismas, si bien puede haber algunos que disfruten con las reprimendas y las amenazas y que quizá las esperan como una forma de afecto.

Los chimpancés machos están obsesivamente motivados para ir subiendo por los escalones de la dominación. Para hacerlo se precisa valor, capacidad de pelea, a menudo un tamaño importante y siempre una habilidad real en la política de las relaciones. Cuanto más elevado es el rango, menores son los ataques de otros machos y más gratificantes las manifestaciones de deferencia y sumisión. Pero cuanto mayor sea el rango del animal, más obligado estará a tranquilizar a sus subordinados. La jerarquía de dominancia contribuye a la existencia de una comunidad estable no solamente porque los machos de categoría elevada resuelven las peleas entre los subordinados, sino también porque la misma existencia de la jerarquía, junto con la tradición genética de la obediencia, inhibe los conflictos. Un motivo poderoso para tener una categoría elevada es que los de arriba tienen a menudo un acceso sexual preferente a las hembras que ovulan. Como en todos los mamíferos, este comportamiento está mediado por la testosterona y hormonas esteroideas conexas. Dejar más descendientes es la razón de ser de la selección natural. Basta este motivo para que la jerarquía quede justificada desde el punto de vista evolutivo.

El macho alfa, en virtud puramente de su posición privilegiada, estimula la formación de facciones que intentan destituirlo. Un macho de categoría inferior puede desafiar al macho alfa mediante la fanfarronada, la intimidación o un combate real, con el fin de invertir sus posiciones respectivas. Las hembras, especialmente en situaciones de gran hacinamiento, pueden desempeñar una función esencial alentando los golpes de estado o contribuyendo a ellos. El macho alfa a menudo está en condiciones de enfrentarse solo a coaliciones de dos, tres o cuatro oponentes.

Los alfas hacen valer su autoridad, y los betas y los demás a veces la desafían, no por principios filosóficos y abstractos, sino como medio de conseguir ventajas personales. Podemos suponer que ambas tendencias de lucha están incorporadas en nuestro carácter, con equilibrios diferentes en personas diferentes, y con mucha influencia del medio ambiente social. Las raíces de la tiranía y de la libertad se remontan muy lejos, a antes de la misma historia escrita, y están grabadas en nuestros genes.

Durante un período de varios años en un grupo de chimpancés pequeño y típico, media docena de machos diferentes pueden pasar sucesivamente a ser machos alfa, debido al fallecimiento o enfermedad del macho dominante o a desafíos de machos inferiores. Sin embargo, no dejan de darse casos de machos alfa

que mantienen su posición durante un decenio. Quizá sea una coincidencia, pero estas permanencias en el cargo son aproximadamente las normales en los gobiernos humanos, que van desde la situación de Italia, por ejemplo, hasta la de Francia. Los asesinatos políticos, es decir los combates por el dominio en los cuales el vencido muere, son raros. Lo más normal en los combates es que los participantes se zporreen, se den patadas, se pisoteen, se arrastren y luchen cuerpo a cuerpo. O que se tiren piedras o se den con palos, si los tienen a mano. Las hembras es más probable que se tiren del pelo, que se arañen y que se abalancen una contra otra y rueden por el suelo. Aunque los machos enseñan mucho los dientes, raramente muerden a nadie del grupo, puesto que sus dientes caninos pueden infligir heridas terribles. Ellos sacan inmediatamente sus cuchillos y navajas automáticas, pero casi nunca pinchan a nadie. Las hembras, cuyos caninos son mucho menos prominentes tienen menos inhibiciones. Cualquier pelea es probable que desencadene más peleas entre otras facciones que no tienen que ver o incluso que no han tomado partido. Un combatiente puede pedir ayuda elocuentemente a algún transeúnte, quien de todos modos puede ser atacado sin motivo aparente. Parece ser que los conflictos elevan el nivel de testosterona de todos los machos que los contemplan. A todo el mundo se le ponen los pelos de punta. Quizá surgen de nuevo resentimientos antiguos. A menudo estalla una conflagración general.

Los chimpancés meten los dedos entre los dientes de un macho de alta categoría y quedan muy satisfechos cuando recuperan sus dedos intactos. En momentos de tensión creciente en el grupo los chimpancés macho pueden tocarse o levantarse los testículos, como se dice que hacían los antiguos hebreos y romanos después de concluir un tratado o de dar testimonio ante un tribunal. La raíz de «testimoniar» es la palabra latina *testis*. El significado de este gesto, que ahora con la introducción de los calzoncillos se ha hecho menos corriente, no sólo es transcultural sino transespecífico.

Los chimpancés siempre tienen a alguien que cuida de su pelo desde la infancia, principalmente sus madres. A su vez los pequeños chimpancés se agarran al pelaje de las madres desde el momento de su nacimiento. La cría disfruta con ese contacto físico y obtiene de él ventajas psicológicas profundas y duraderas. Los monos y simios antropomorfos que de pequeños no reciben suficientes abrazos ni cuidados en el pelaje aunque se atiendan a sus necesidades físicas crecen convirtiéndose en individuos in-

competentes desde el punto de vista social, emocional y sexual. A medida que el niño madura, el comportamiento de cuidar del pelo se transfiere lentamente a otros individuos. La mayoría de los adultos tienen muchos compañeros que cuidan de su pelo. En una pareja que se cuida el pelo, uno de los dos es quien se ocupa principalmente de la tarea y el otro se deja hacer. Pero incluso el macho alfa puede desempeñar ambos papeles. Un individuo permanece serenamente sentado mientras que el otro le pasa los dedos por el pelo, le frota todas las partes y a veces encuentra un parásito (un piojo o una garrapata que quizá esté borracha de ácido butírico) y se lo come inmediatamente. A veces los chimpancés hacen manitas todo el rato. Machos ya crecidos pero nerviosos vuelven a sus madres para que éstas les cuiden el pelo y los tranquilicen. Los machos que se enfadan con otro a menudo pasan con rapidez a cuidarse mutuamente el pelo para calmarse ambos. Es posible que la evolución seleccionara este comportamiento hace mucho tiempo porque era un mejoramiento de la higiene y la salud pública de los chimpancés, pero el cuidado del pelaje se ha convertido ahora en una actividad social de importancia central, que probablemente reduce los índices de testosterona y adrenalina en la sangre.

El comportamiento correlativo más parecido entre los hombres puede ser frotar la espalda de alguien o el masaje corporal, que en culturas tan diversas como los modernos Japón y Suecia, la Turquía otomana y la Roma republicana, se ha elevado a forma de arte, pero que de modo típicamente humano, utiliza un instrumento especializado para frotar la espalda, la estrígila. Los caballeros de la Inglaterra de la Restauración se pasaban las horas peinándose colectivamente las pelucas. Cuando los piojos son un problema, los padres en la especie humana exploran de modo regular y con cuidado el pelo de los niños. La influencia emocional que da recibir cuidados en el pelaje impartidos por un macho alfa es quizá parecido a la imposición de manos por los chamanes, los curanderos, los quiroprácticos, los cirujanos carismáticos y los reyes.

A pesar de la importancia de la jerarquía masculina de dominancia, no es en absoluto la única estructura social importante de los chimpancés, como lo demuestran las parejas de simios que se cuidan el pelo. Una madre y sus hijos, o bien dos hermanos adultos, mantienen durante toda su vida vínculos especiales de ayuda mutua. Un hijo de alto rango puede suponer una ventaja social para la madre. También hay relaciones a largo plazo entre individuos del mismo sexo que no son parientes, las cuales podrían perfectamente llamarse amistades. Hay un intrincado conjunto de vínculos femeninos independientes en su mayor parte

de la jerarquía masculina que a menudo están relacionados con el número y posición social de parientes y amigos. Estas alianzas extrajerárquicas ofrecen medios importantes para mitigar o reordenar una jerarquía de dominación. Si el macho alfa no queda derrotado en un enfrentamiento singular, es posible que una alianza de dos o tres machos de rango inferior con hembras que los apoyen pueda ponerle en fuga. Se ha visto que machos de alto rango establecen alianzas con machos más jóvenes prometedores, quizá para comprarlos e impedir que intenten hacerse con el poder. En ocasiones las hembras intervienen para desactivar un enfrentamiento tenso.

Se hacen y se deshacen alianzas, las fidelidades se desplazan. Hay demostraciones de valentía y de lealtad, de perfidia y de traición. No se observa en la política de los chimpancés un interés por la libertad y la igualdad, pero existe una maquinaria que actúa constantemente para suavizar las tiranías más duras. Lo más importante es el equilibrio de poderes. Frans de Waal escribe:

La ley de la jungla no es válida entre los chimpancés. Su red de coaliciones limita los derechos del más fuerte. Todo el mundo tiene una cierta influencia.<sup>4</sup>

En esta vida social compleja y fluida, quienes saben distinguir los intereses, esperanzas, temores y sentimientos de los demás obtienen grandes beneficios. La estrategia de alianzas es oportunista. Los aliados de hoy pueden ser los adversarios de mañana y al revés. La única constante es la ambición y la permanencia de los objetivos. Lord Palmerston, el primer ministro británico del siglo XIX, que dijo que la política exterior de su país no se basaba en alianzas nacionales permanentes, sino únicamente en intereses nacionales permanentes, se habría sentido muy a gusto entre los chimpancés.

Los machos tienen motivos especiales para evitar las rivalidades permanentes. En sus expediciones de caza y en sus patrullas en territorio enemigo confían en los demás. La desconfianza pondría en peligro estas actividades. Los chimpancés necesitan alianzas para encaramarse por los escalones de los ascensos o para mantenerse en el poder. Los machos son mucho más agresivos que las hembras, pero también tienen muchos más motivos para reconciliarse.

Cuando Calhoun hacinó a sus ratas en un recinto, observó un cambio general de su comportamiento, como si la estrategia colectiva consistiera ahora en eliminar un número suficiente de habitantes y disminuir la tasa de natalidad para que la población de la siguiente generación quedara reducida a un número



razonable de ratas. Habida cuenta de las inclinaciones de los chimpancés que acabamos de describir (y del hecho expuesto en el capítulo siguiente de que los papiones pueden ponerse frenéticos, atacarse y aniquilarse en grupo cuando se les amontona), cabría esperar que los chimpancés se comporten mal cuando su espacio vital se reduce, como en los zoológicos. En un lugar confinado un chimpancé macho no puede escapar de un ataque, no puede llevarse a una hembra entre las matas para escapar de la mirada penetrante del macho alfa, ni puede disfrutar de las emociones de la caza, de la patrulla o del contacto con hembras de territorios adyacentes. Es de esperar que el nivel de frustración aumente y que en los enfrentamientos jerárquicos haya ahora menos fanfarronería y más combates reales. Cuando uno no está dispuesto a luchar a muerte, lo lógico es imaginar que le conviene encontrar un medio para apaciguar, calmar, mostrar deferencia, rendir respetos, realizar servicios, mostrarse útil... y arrodillarse a cada momento, para que el alfa no piense que uno ignora el lugar que le corresponde.

Es sorprendente que suceda exactamente lo contrario. En un zoo tras otro, los machos, y especialmente los machos de un cierto rango, demuestran una cierta moderación en circunstancias de hacinamiento que sería impensable si estuvieran en libertad. Es mucho más corriente que los chimpancés encarcelados compartan su comida. La cautividad crea a veces un espíritu más democrático. Cuando los chimpancés están amontonados en un lugar desarrollan esfuerzos suplementarios para que la maquinaria social continúe funcionando. Son las hembras las que marcan el ritmo de esta notable transformación. Cuando después de una pelea dos machos se ignoran cuidadosamente como si el orgullo les impidiera pedir excusas o perdón, es a menudo una hembra quien los anima y consigue que vuelvan a tratarse. La hembra despeja los canales de comunicación bloqueados. En la colonia de Arnhem en los Países Bajos, se vio que todas las hembras adultas desempeñaban una función terapéutica de comunicación y de mediación entre los machos petulantes, conscientes de su rango y rencorosos. Cuando iban a estallar peleas auténticas y los machos empezaban a armarse con piedras, las hembras les quitaban delicadamente las armas, separando ellas mismas sus dedos. Si los machos volvían a armarse, las hembras los desarmaban de nuevo. Las hembras tomaban la iniciativa para resolver las disputas\* y evitar los conflictos.<sup>5</sup> Resulta, pues, que los chimpancés no son como las ratas: En una situación de hacina-

\* Entre machos, pero entre su mismo sexo las hembras pueden guardarse rencor durante años y negarse a reconciliarse con otras.

miento hacen esfuerzos extraordinarios para ser más amables, enfadarse menos fácilmente, mediar en las disputas y mostrarse corteses, y es esencial la intervención de las hembras para calmar a los machos cargados de testosterona. Esto constituye una enseñanza importante y alentadora sobre los peligros de extrapolar el comportamiento de una especie a otra, especialmente cuando no están muy relacionadas. Los hombres nos parecemos mucho más a los chimpancés que a las ratas, y uno no puede dejar de pensar lo que sucedería si en la política mundial las mujeres desempeñaran una función a la altura de su número. (No estamos hablando ahora de los casos de primeras ministras que llegaron a la cumbre superando a los hombres en su propio terreno, sino sobre la representación proporcional de las mujeres en todos los niveles del gobierno.)

Los estudiosos de los chimpancés lo llaman «cortejo». Se trata de un conjunto de gestos ritualizados con los que el macho comunica a la hembra sus intenciones sexuales. Pero en su sentido normal, el cortejo es una palabra que describe una paciente actividad humana prolongada durante largo tiempo, y a menudo desarrollada con mucha suavidad y sutilidad para crear confianza y poner los cimientos de una relación duradera. La comunicación del deseo de cortejo por el chimpancé macho es mucho más breve y más directa, se parece mucho más a un «echemos un polvo». El macho puede empezar a pavonearse, a sacudir una rama, a hacer crujir unas hojas, a clavar sus ojos en la hembra y a alargar el brazo hacia ella. Los pelos del macho se ponen de punta. Y no sólo los pelos. Un pene erecto, de color rojo brillante que contrasta vívidamente con el escroto negro, es un elemento invariable del «cortejo» del chimpancé, lo cual resulta evidentemente útil porque la mayoría de las demás demostraciones simbólicas de cortejo apenas pueden distinguirse de las que sirven para intimidar a otros machos. En el lenguaje de los chimpancés, «echemos un polvo» suena casi igual a «voy a matarte». El sentido de esta semejanza no pasa desapercibido a las hembras. Ellas obedecen. El porcentaje normal de rechazo de las proposiciones sexuales de un macho no pariente por una hembra es de un 3 %.

En las normas sociales de los chimpancés, la respuesta correcta a la manifestación de cortejo de un macho es agacharse sobre el suelo y levantar seductivamente el trasero. Si al principio una no conoce bien los detalles de la vida social, el macho se encargará rápidamente de informarla. Los machos atacan a las hembras recalcitrantes. Todos los machos del grupo supo-

nen que tienen acceso sexual a todas las hembras, aparte de las exclusiones necesarias impuestas por machos celosos y de rango superior. (Las hembras adolescentes se ponen a disposición incluso de machos niños para copular con ellos, y a veces estos niños son amantes ardientes.) Una excepción importante es también la de madre e hijo. Si bien el hijo puede intentarlo, la madre tiende a resistirse vigorosamente.

Es natural pensar que la sumisión y la obediencia inmediata de estas hembras se debe a la amenaza de castigo físico y que el acto es una violación pura y simple aunque el macho no muerda ni pegue a la hembra. Pero esto no puede ser totalmente cierto, porque las hembras de primates que se han criado solas, cuando tienen su primer estro, se ofrecen fácilmente a muchos machos que pasan delante de ellas, a personas y en ocasiones incluso a muebles. No hay solamente una cierta obediencia innata en las hembras, sino también un auténtico entusiasmo sexual. Como vimos en el experimento de los hámsters con chaquetas de motociclista, también las hembras si se las deja demuestran una pronunciada preferencia por los machos de rango superior: si éste es importante, me gusta. Quizá también los machos se ofrecen a otros machos de rango superior porque les gusta auténticamente someterse y no como un medio humillante de progreso social.

El chimpancé macho, como la mayoría de animales, penetra en la vagina de la hembra por detrás. A menudo el macho se sienta, o está agazapado, y pone sus manos sobre la cintura o las nalgas de la hembra, mientras ella se pone a su vez en posición. Sus rostros para un observador humano carecen extrañamente de expresión. Se ha hablado mucho sobre la diferencia entre las prácticas sexuales de los chimpancés y de los hombres, seguramente por un interés en negar una relación próxima, pero la práctica sexual favorita de los antiguos romanos era parecida a la de los chimpancés, con el hombre sentado sobre un taburete y la mujer sentada encima suyo y a menudo dándole la espalda. El estilo de nuestros antepasados cazadores y recolectores (si podemos deducirlo de los ejemplos contemporáneos) también se parece más al de los chimpancés: a menudo se acuestan de lado y el hombre abraza a la mujer por detrás. La «postura de los misioneros», que es una práctica sexual en boga, quizá no es mucho más antigua que los mismos misioneros, si bien, como veremos más adelante, hay otro animal que la adoptó mucho antes que ellos.

A juzgar por los criterios humanos, la vida sexual de los chimpancés es una orgía perpetua al aire libre, compulsiva, interminable, y siempre con el macho agarrando a la hembra por detrás. El promedio de cópulas es de una o dos por hora. Cada hora, por cada chimpancé maduro. Como es lógico, en épocas de es-

tro, el ritmo aumenta. Cuando las hembras están ovulando y pueden quedar embarazadas, sus vulvas y partes inferiores adyacentes se inflaman enormemente y se vuelven de color rojo brillante.\* En la época del estro, estas hembras son anuncios sexuales ambulantes y en estos momentos son mucho más atractivas. Los períodos de estro están hasta cierto punto sincronizados, y hay ocasiones en que un grupo de chimpancés es un mar de traseros rojos e hinchados que piden, se menean y obedecen. Las pistas olfativas también anuncian la disponibilidad sexual. En algunos casos un macho que pasa cerca de una hembra y que no puede decidir con la simple mirada si está ovulando, puede meter tranquilamente el dedo en su vulva, sacarlo y olerlo.

El sexo para los chimpancés no es una actividad larga y prolongada. Quizá den ocho o nueve empujones, cada uno de los cuales dura menos de un segundo, y se acabó. Los machos tienen una capacidad de recuperación impresionante comparados con los hombres y se han documentado series de múltiples eyaculaciones a intervalos de cinco minutos. Las hembras en esto son especialmente atractivas a primeras horas de la mañana, probablemente debido al largo y penoso período de abstinencia que la necesidad de dormir por la noche ha impuesto a los machos. La hembra, como una especie de propiedad comunitaria de los machos, puede pasar de un macho a otro cada diez minutos, hasta que a media mañana los machos empiezan a cansarse un poco.

En ocasiones una hembra heroica o estúpida puede negar sus favores al macho, a pesar de la mirada fija de él, de sus gestos de amenaza o de otros signos de excitación. Cuando él se le acerca, ella puede echarse a gritar o huir corriendo. En general no llega muy lejos. Cuando los machos jóvenes ven a una hembra que duda un poco, se ponen a buscar de modo bien visible una piedra o cogen una y hacen un amago de tirársela. Este gesto casi siempre constituye un argumento convincente. Uno de los primeros estudios sobre el comportamiento sexual de los chimpancés propuso que la obediencia de las hembras se debe a la «dominación o carácter impulsivo del macho y al deseo de la hembra de evitarse daños físicos obedeciendo sus órdenes».<sup>6</sup>

A pesar de su comportamiento sexual aparentemente libre los chimpancés también se tienen celos. Un macho que rechazó las proposiciones de una hembra en estro y copuló con la hija de ella, recibió un bofetón en la cara propinado por la indignada madre. Las hembras migrantes que pasan cerca de un grupo pro-

\* El siempre perspicaz Charles Darwin fue la primera persona que propuso, a pesar del considerable escepticismo e incomodidad de los victorianos, que este cambio podía estar relacionado con el sexo.<sup>7</sup>

cedentes del siguiente territorio, son amenazadas o atacadas por las hembras locales, especialmente si las visitantes tienen el descaro de cuidar del pelaje de uno de los machos residentes. También el macho puede inflamarse de celos sexuales por el comportamiento de una hembra determinada, pero esto sólo sucede, casi sin excepción, cuando la hembra tiene la vulva inflamada y de color rosa subido y puede concebir. Entonces los machos de rango superior expulsan a los machos excitados de rango inferior. Si bien es poco probable que lo piensen, parece evidente que el motivo es monopolizarla mientras dure la ovulación para que el único padre de sus hijos sea él.\* Le tiene sin cuidado que el resto del tiempo ella haga lo que le plazca.

Sin embargo, es difícil mantener una actitud posesiva en el núcleo de un territorio cuando la densidad de chimpancés es elevada. Incluso los machos de rango superior más vigilantes acaban distrayéndose, por ejemplo cuando cazan o responden a desafíos de animales de rango inferior o a una demostración insuficiente de deferencia o cuando cuidan del pelaje o tienen que resolver disputas. Y durante una actividad de éstas, que puede durar solamente unos minutos, otros machos que han estado esperando pacientemente la oportunidad se avalanzan sobre la hembra prohibida, especialmente si está en estro. En su mente está una cleptogamia. En los zoológicos cuando se saca a un macho alfa de la jaula de una hembra, ésta se ofrece a los machos de rango inferior, aunque para ello deba situarse con cierta habilidad para poder realizar el acto entre los barrotes de dos jaulas adyacentes. Tanto en una situación de libertad como de cautiverio, cuando el macho cornudo se entera de lo sucedido ataca a la hembra. Quizá sabe que ella lo hizo con gusto, y además castigarla es mucho menos arriesgado que atacar a un macho rival.

Aunque esté presente el macho alfa, el macho subordinado puede entablar contacto visual con una hembra que le gusta y luego señalar con la mirada significativamente hacia unas matas cercanas. El macho se dirige tranquilamente hacia el lugar, seguido a menudo, al cabo de un intervalo discreto, por la hembra. A veces alguien nota su infidelidad. El informante, motivado por los celos o por el deseo de congraciarse con el jefe corre muy excitado hacia el macho alfa, lo toma por el brazo, señala hacia el lugar y lo conduce hasta la pareja traidora. En otros casos la hembra puede revelar inadvertidamente lo que está su-

\* Se conoce un comportamiento semejante entre otros animales sociales. Los gorilas, por ejemplo, en los que el alfa permite a una hembra copular con machos de rango inferior, pero solamente si está embarazada. Entre los lobos, sólo el macho alfa y la hembra alfa crían, pero la hembra se apareja con otros miembros del grupo cuando no está en celo.<sup>8</sup>

cediendo al lanzar un agudo grito cuando llega al orgasmo. Cuando han descubierto más de una vez a una hembra en esta actividad, no suele abandonar la arriesgada práctica de las citas clandestinas, sino que aprende a suprimir el grito y convertirlo en una especie de jadeo ronco.

Frans de Waal informa que después de una larga sesión de cuidado del pelaje entre un macho de alto rango y otro de rango inferior, el macho subordinado puede invitar a la hembra y disfrutar de un coito sin interferencias de los demás. Estos incidentes hacen pensar que los machos consiguen «permiso» para aparearse en paz pagando el precio con la moneda del cuidado del pelaje... Quizá las negociaciones sexuales constituyan una de las formas más antiguas del «toma y daca», una forma que crea una atmósfera de tolerancia mediante un comportamiento de apaciguamiento.<sup>9</sup>

Para conseguir un monopolio sexual seguro durante el estro de la hembra, el macho ardiente tiene que apartar a la hembra de la multitud. Los científicos que estudian a los chimpancés califican este comportamiento de «conyugal» y lo distinguen del «cortejo». El macho hace una proposición a la hembra del modo siguiente: da unos pasos como si se marchara y mira por encima de su hombro hacia ella. Si ella no sigue inmediatamente el macho sacude una rama. Si esto no consigue convencerla la persigue y si es preciso la ataca. Lo más corriente es que ella le siga calladamente, especialmente si el macho es de rango alto. Luego, cuando están solos en medio del bosque, el macho tiene a la hembra en exclusiva. La maniobra constituye una premonición lejana de la monogamia.

Esta unión «conyugal» suele durar semanas y no deja de tener sus peligros. Animales depredadores o patrullas procedentes del territorio vecino pueden atacar a la feliz pareja; y durante la ausencia del macho su posición en la jerarquía de dominación puede experimentar un proceso activo de revisión. Jane Goodall informa de algunos casos en los que la madre de la hembra joven se une a la comitiva sin que la inviten; «en lo que al macho se refiere», la madre es «una carabina muy poco apreciada». En estos momentos, cuando la hembra puede concebir con gran probabilidad, el tabú del incesto es especialmente vivo: no se conoce ningún caso de un chimpancé macho que haya invitado a su madre o hermana a ser su cónyuge.

¿Por qué aceptan las hembras todo eso? Es cierto que los machos son mayores y más fuertes que las hembras y que no sólo pueden hacer sino que hacen daño, si así consiguen lo que desean. Pero esto sólo sucede en los contactos entre individuos. ¿Por qué no se unen las hembras para defenderse contra un ma-

cho de comportamiento sexual depredador? Si dos o tres hembras no bastaran para ello, seis u ocho podrían dominar al macho. Se han visto situaciones así en chimpancés en libertad, pero son raras. (Es la costumbre imperante entre los chimpancés del Bosque Nacional Tai en Costa de Marfil.) Pero es más corriente cuando están en espacios más limitados como en la colonia de Arnhem en los Países Bajos. Allí las convenciones sociales son diferentes. Si un macho solicita a una hembra y ella no tiene interés, así lo manifiesta y todo acaba en eso. Si un macho empieza a molestar le pueden atacar una o más hembras. Es asombroso que una característica tan notable de la vida de los chimpancés en estado de libertad como la opresión sexual de las hembras pueda invertirse sólo porque todo el grupo está amontonado en una prisión de mínima seguridad. Hemos visto ya que en estas situaciones acaba imperando la moderación, la formación de coaliciones y las actividades de pacificación por las hembras. Las sociedades en las que las hembras tienen una cierta igualdad son también las sociedades que aprovechan sus capacidades políticas.

En un estado de libertad, cuando uno puede evitar los rivales llevándose a la novia a pasar unas vacaciones en el campo y cuando se puede evitar a un matón poniendo pies en polvorosa, puede procederse con menos circunspección que en una situación de hacinamiento. Allí la testosterona funciona a todo gas y el comportamiento caballeresco es poco corriente. La experta en primates Sarah Blaffer Hrdy<sup>10</sup> especula que entre los chimpancés salvajes la aceptación por la hembra de las demandas sexuales del macho constituye una estrategia desesperada de la madre soltera para salvar a sus hijos. Los machos, dice Hrdy, que están resentidos por los rechazos, podrían atacar a los hijos de una madre poco complaciente (quizá en un momento posterior) o por lo menos podrían no protegerlas contra los ataques de otros.\* En el mundo brutal de los chimpancés, propone la autora, la hembra hace lo que el macho le pide para sobornarle y conseguir que no mate a sus crías (y, quién sabe, también para que las ayude a salvarlos si está de buen humor).\*\* Si Hrdy está

\* No se trata de una hipótesis desagradable propia de la vida de los chimpancés, sino que se da también entre los gorilas, los papiones y muchos otros simios antropomorfos y monos. En un estudio de gorilas de quince años de duración cerca del volcán Virunga en Ruanda, más de una tercera parte de la mortalidad infantil se debió directamente a muertes provocadas por los gorilas machos. Para los gorilas el infanticidio es una costumbre social.<sup>11</sup>

\*\* Se observa un fenómeno similar en otras especies no monógamas muy diferentes, por ejemplo, la curruca. El macho alfa se esfuerza mucho en impedir que los betas copulen con las hembras, pero únicamente en el período fértil de ellas. Sin embargo, las hembras, aunque estén en el período fértil, pueden

en lo cierto, quizá los machos no olvidan el trato cerrado. ¿Amenazan quizá a los niños para que las madres cedan? ¿Atacan a los niños al azar para avisar a las madres que tenían intenciones de negarse a sus deseos? ¿Han organizado los chimpancés machos una red de protección y son las hembras y las crías sus víctimas?

Dejemos de lado la posibilidad de un chantaje consciente y estudiemos por un momento la hipótesis de Hrdy. Las hembras no buscan comida para los machos y no parece que cuiden mejor del pelaje que los machos. Quizá el único bien, y desde luego el bien más valioso que pueden ofrecer para proteger a sus crías son sus cuerpos. Es decir que sacan el mejor partido de una situación desesperada. Ahora es menos probable que un macho ataque y es más probable que proteja a su cría. Pero cuando las circunstancias cambian, cuando el hacinamiento inhibe la agresión, las hembras pueden decir finalmente «no» sin temer las consecuencias.

Tampoco debemos imaginar ahora que los chimpancés han pensado conscientemente todo eso. Su comportamiento debió de tener otro refuerzo más inmediato. Hrdy plantea la cuestión de la ventaja selectiva de los orgasmos, especialmente de los orgasmos múltiples, en las hembras de los simios antropomorfos y del hombre. ¿Qué ventaja evolutiva aportan a una pareja monógama?, se pregunta la autora y contesta diciendo que no parece haber ninguna ventaja. Pero si en lugar de ello imaginamos que las hembras copulan con muchos machos para que ninguno de ellos haga daño a sus crías, Hrdy conjetura que el orgasmo desempeña una función esencial porque refuerza los apareamientos sucesivos con muchos machos.

Todavía no puede determinarse hasta qué punto la obediencia sexual de las hembras es una respuesta a la coacción de los machos y hasta qué punto se acepta de modo voluntario y entusiasta.

Los ácidos nucleicos compiten, los organismos individuales compiten, los grupos sociales compiten, quizá las especies compiten. Pero existe también una competición en un nivel muy diferente: las células espermáticas compiten. Una sola eyaculación humana contiene unos doscientos millones de células espermá-

---

en algunas ocasiones salir volando para aparearse subrepticamente con los betas. Sólo entonces le ayudará un beta a alimentar a sus polluelos. También en este caso las hembras explotan el interés de los machos por el sexo para conseguir que les ayuden en la crianza de los pequeños.<sup>12</sup>



ticas. Las que están en mejor forma baten sus colas y compiten unas con otras corriendo a una velocidad media de más de seis centímetros por hora y esforzándose cada una de ellas, o así parece, en llegar la primera al óvulo. Sin embargo hay un número sorprendente de células espermáticas de machos normales y fértiles que tienen cabezas deformadas, cabezas o colas múltiples, cabezas torcidas, o que yacen inmóviles y muertos en el líquido. Algunos nadan en línea recta, otros siguen trayectos complicados que pueden llevarlos al punto de partida. Es posible incluso que el óvulo escoja las células espermáticas. El óvulo las llama químicamente, las atrae. Las células espermáticas están equipadas con un conjunto complejo de receptores olfativos, algunos curiosamente semejantes a los de la nariz humana. Cuando los espermias llegan obedientes a la cercanía del óvulo que los está llamando, no parece que tengan suficiente sentido común para dejar de nadar y de aporrear el líquido, por lo que el óvulo tiene en su superficie moléculas que pueden soltar una especie de hilo de pescar, enganchar en el anzuelo a la célula espermática y tirar de ella hacia dentro. Después, el óvulo fertilizado crea rápidamente una barrera que rechaza a todas las células espermáticas que puedan continuar llegando. Estos resultados modernos son bastante diferentes de la imagen convencional de un óvulo pasivo que espera a que la célula espermática campeona la haga suya.<sup>13</sup>

Pero en una fecundación normal suele haber una célula espermática que triunfa y doscientos millones que fracasan. Por lo tanto, si bien la concepción está bastante controlada por el óvulo continúa siendo en parte el resultado de una competición entre células espermáticas basada por lo menos en la velocidad, la distancia, la trayectoria y el reconocimiento del objetivo.\* El hecho de que la probabilidad de concebir sea de aproximadamente una entre doscientos millones cada generación, repetida una vez por generación a lo largo de las eras geológicas, supone una selección muy fuerte del esperma. Las células espermáticas más delgadas, más aerodinámicas, con flagelos que puedan batir con mayor rapidez, que puedan nadar en línea recta y que tengan mejores sensores químicos, probablemente llegarán primero; pero estos factores tienen poca relación con las características que el individuo concebido de este modo tendrá cuando haya crecido. No parece que tenga mucho sentido evolutivo lle-

\* Un espermia con un cromosoma Y, más pequeño, el cromosoma que hace a un macho, pesa algo menos que un espermia con el cromosoma X, de mayor tamaño, que hace a una hembra; si las células espermáticas más ligeras avanzan algo más, quizá esta diferencia explique que se conciban algo más de machos que de hembras.

gar el primero al óvulo cargado con genes que favorecen la grosería, por ejemplo, o la estupidez. Parece que aplicar la selección natural a las células espermáticas es un esfuerzo inútil.<sup>14</sup> Pero es extraño que haya tantas células espermáticas que parecen inútiles. Todavía ignoramos a qué se debe esto.

Muchos otros factores afectan la selección del vencedor: la concepción tiene que depender del avance del óvulo por las trompas de Falopio, el momento preciso de la eyaculación, la posición de los padres, sus movimientos, distracciones o estímulos sutiles, variables hormonales y metabólicas cíclicas, etc. Volvemos a encontrar en el centro mismo de la reproducción y de la evolución un componente casual de sorprendente influencia.

Los monos y los simios antropomorfos son ejemplos destacados de animales en los que muchos machos copulan uno tras otro con la misma hembra. Los machos no pueden apenas contenerse, saltan de uno a otro lado excitados, esperando su turno. Hemos dicho ya que una hembra de chimpancé en ovulación pueden tener docenas de cópulas en rápida sucesión. Por lo tanto el acto en sí no puede prolongarse mucho ni tener muchos matices. Después de unos cuantos empujones pélvicos, aproximadamente uno por segundo, se ha acabado todo. Un macho normal copula quizá una vez por hora todos los días de su vida. Cuando las hembras están en estro, el ritmo es mucho mayor.

En diez o veinte minutos pueden haber copulado con la misma hembra muchos machos. Consideremos entonces la situación de las células espermáticas de los distintos chimpancés que compiten corriendo por el útero. Puede decirse que la línea de partida es la misma para todos. La probabilidad de inseminación por un macho dado es proporcional al número de células espermáticas entregadas si los demás factores son iguales; por lo tanto los chimpancés con mayor número de células espermáticas por eyaculación, los chimpancés que puedan copular más veces sucesivamente antes de agotarse tienen ventaja. Tener más células espermáticas supone tener testículos mayores. Los testículos de los chimpancés tienen un gran tamaño, equivalen a un tercio de un 1 % de todo su peso corporal: veinte o más veces la dotación, en términos relativos, de los primates que son monógamos o que viven en unidades de crianza formados por un macho y varias hembras. En general se ha comprobado que en las especies cuyas hembras copulan con muchos machos, éstos tienen testículos mayores en relación con el tamaño del cuerpo. No solamente hay una selección que favorece el volumen de los testículos, sino también el interés por copular. Éste puede ser uno de los caminos que conducen a las tendencias sociales muy sexuales de nuestro orden de primates, aunque haya muchas trayectorias que se

refuerzan mutuamente, tal como hemos dicho. Los hombres tienen unos testículos relativamente muy pequeños comparados con los chimpancés macho, por lo tanto podemos deducir que en el pasado inmediato del hombre las sociedades promiscuas no eran frecuentes. Pero hace unos cuantos millones de años, por ejemplo, nuestros antepasados podían haber sido bastante más indiscriminados sexualmente y estar bastante mejor dotados.

Una madre y su hija adulta que han estado buscando comida por separado durante unas horas pueden dirigirse simplemente una mirada y emitir unos cuantos gruñidos; pero si han estado separadas durante una semana o más es probable que se abracen estrechamente emitiendo gruñidos o grititos de excitación y que luego se sienten para iniciar una sesión de cuidado social del pelaje.<sup>15</sup>

Las chimpancés y sus hijos tienen profundos vínculos de afecto, mientras que los machos adolescentes y adultos parecen más hipnotizados por cuestiones de categoría social y sexo. Los jóvenes disfrutan jugando y peleándose juntos. Las crías lloran y gritan si ven que no están bajo la mirada de sus madres. Los jóvenes acuden a ayudar a su madre si alguien la ataca, y viceversa. Los hermanos pueden demostrarse un interés especial y afectuoso durante toda su vida y pueden ocuparse de los hijos durante la infancia si, como sucede a menudo, la madre muere antes de que las crías hayan crecido. En ocasiones, chimpancés de ambos sexos ponen su vida en peligro para ayudar a los demás, incluso a individuos que no son parientes próximos. Los vínculos de amistad entre machos que van de caza o de patrulla son evidentes. Es obvio que hay oportunidades, especialmente cuando la concentración de testosterona es baja, que favorecen el comportamiento civilizado, afectuoso e incluso altruista en la sociedad de los chimpancés.

Los machos adultos, a pesar de la jerarquía de dominación, pasan mucho tiempo juntos. Después del nacimiento de su primer hijo o de sus dos primeros hijos, la mayoría de las hembras se pasan la vida entera juntas. Debido a ello, las hembras precisan desarrollar habilidades sociales más refinadas y tienen mayores oportunidades para hacerlo. En cada parto nace sólo un hijo, como suele suceder entre los monos y los monos superiores, con raras excepciones. Las hembras pasan su tiempo principalmente con los hijos, excepto cuando están en estro. Este elemento es esencial para la siguiente generación: como ya hemos dicho, los monos y los monos superiores a los que no se ha cuidado de modo regular, no se les ha mecido, no se les ha abraza-

do, acariciado, ni se les ha cuidado el pelaje, cuando son adultos tienden a ser individuos socialmente inadaptados, sexualmente ineptos y unos padres desastrosos.

Las hembras no nacen sabiendo cómo ser buenas madres, tienen que aprenderlo con ejemplos. La inversión de tiempo para la madre es importante: los hijos no se destetan hasta que tienen cinco o seis años de edad y su pubertad se inicia hacia los diez años. Durante la mayor parte del tiempo transcurrido hasta que se destetan, las crías no pueden cuidarse por sí mismas. Sin embargo tienen gran habilidad para agarrarse al pelo de sus madres y desplazarse montadas sobre el vientre y el pecho. Durante el tiempo en que la madre deja que el hijo mame de ella cuanto le apetece, quizá varias veces por hora, las madres chimpancés suelen ser infértiles y no son atractivas para los machos. Este fenómeno se llama «anestro de lactancia». Estas hembras no son molestadas constantemente por los machos para copular y pueden dedicar mucho más tiempo a los hijos. Las madres chimpancés utilizan con muy poca frecuencia el castigo corporal. Los hijos aprenden los modos convencionales de amenaza y coacción observando con atención los modelos de machos de más edad. Las crías macho pronto intentan intimidar a las hembras. Para ello se necesitan algunos esfuerzos, porque las hembras, especialmente las hembras de elevada posición, no aceptan fácilmente que las molesten los jovencitos. La madre del joven presuntuoso puede ayudarle en sus iniciativas de intimidación. Pero antes de llegar a la edad adulta, casi todos los machos han recibido muestras de sumisión de casi todas las hembras. Las crías macho que todavía están mamando, incluso cuando les faltan años para el destete, copulan de modo normal y completo con hembras adultas. Los machos adolescentes emulan cuidadosamente a los machos adultos (imitando, por ejemplo, todos los matices de sus exhibiciones de intimidación), quieren ser sus aprendices y acólitos, en su presencia se muestran simultáneamente nerviosos, sumisos y esperanzados. Necesitan héroes para adorar. Sucede incluso que un adolescente al que un macho adulto atacó con crueldad abandone a su madre y siga a todas partes a su agresor, emitiendo continuamente señales de sumisión y deseando ser aceptado en algún momento glorioso del futuro.

Desde una perspectiva humana, la vida social de los chimpancés tiene muchos rasgos de pesadilla. Y sin embargo, a pesar de sus excesos, nos resulta extrañamente familiar. Muchas agrupaciones espontáneas de hombres están orientadas hacia la jerarquía, el combate, los deportes de sangre y las relaciones se-

xuales sin amor. La combinación de machos dominantes, hembras sumisas, subordinados deferentes pero intrigantes, un deseo inmenso de «respeto» en todos los escalones de la jerarquía, el trueque de favores actuales por una lealtad futura, una violencia a penas sumergida, redes de protección y la explotación sexual sistemática de todas las hembras adultas disponibles tiene algunos puntos notables de similitud con los estilos de vida y el ambiente de los monarcas absolutos, los dictadores, los patronos de la gran ciudad, los burócratas de todos los países, las bandas, el delito organizado y las vidas reales de muchas de la figuras que la historia considera «grandes».

Los horrores de la vida diaria de los chimpancés recuerdan acontecimientos semejantes de nuestra historia. Encontramos a hombres que se comportan como los peores chimpancés en una serie interminable de noticias de la prensa diaria, en las novelas populares modernas, en las crónicas de las civilizaciones más antiguas, en los libros sagrados de muchas religiones y en las tragedias de Eurípides y de Shakespeare. Hippolyte Taine escribió que un resumen de la naturaleza humana basado en las obras de Shakespeare definiría al «hombre» como «una máquina nerviosa, gobernada por un capricho, dispuesta a las alucinaciones, transportada por pasiones sin freno, esencialmente no razonadora... y conducida al azar, por las circunstancias más determinadas y complejas, al dolor, el crimen, la locura y la muerte».<sup>16</sup>

Nosotros no descendemos de los chimpancés (o viceversa), por lo tanto no hay ningún motivo necesario para que los hombres compartan algún rasgo determinado de ellos. Pero están tan estrechamente emparentados con nosotros que podríamos suponer razonablemente que compartimos muchas de sus predisposiciones hereditarias, quizá inhibidas o redirigidas con más eficacia, pero sin embargo latentes en nosotros. Estamos limitados por las normas que nos imponemos a través de la sociedad. Pero si mitigamos estas normas, aunque sea hipotéticamente, aparecerá ante nuestros ojos lo que siempre ha estado removiéndose y fermentando en nuestro interior. ¿Hasta qué punto somos diferentes de los chimpancés debajo del barniz elegante de la ley y la civilización, del lenguaje y la sensibilidad, que sin duda son logros?

Por ejemplo, consideremos el delito de la violación. Muchos hombres consideran excitantes las descripciones de violaciones, especialmente si muestran a la mujer disfrutando a pesar de su resistencia inicial. La mayoría de estudiantes estadounidenses de enseñanza media y universitaria (de ambos sexos) cree que un hombre está justificado si obliga a una mujer a tener relaciones sexuales, por lo menos si la mujer se comporta provocativa-

mente.<sup>17</sup> Más de un tercio de los hombres en universidades estadounidenses reconocen tener alguna propensión a cometer una violación, si se les asegura la impunidad.<sup>18</sup> El porcentaje aumenta si en lugar de «violación» se utiliza en la pregunta algún eufemismo como «fuerza». El riesgo real de que una mujer estadounidense sea violada en su vida es por lo menos de una probabilidad entre siete; casi dos tercios de las víctimas fueron violadas cuando eran menores.<sup>19</sup> Quizá los hombres de otros países estén menos fascinados con la violación que los de los Estados Unidos; quizá los hombres maduros, con concentraciones menores de testosterona estén menos cómodos con la violación que los adolescentes.<sup>20</sup> Pero sería difícil argumentar la inexistencia de una predisposición biológica de los hombres a la violación.

Se ha propuesto toda una gama de causas, pero resulta que la mayoría de violadores no son sicópatas esclavizadores, sino hombres normales que ven la oportunidad y actúan por impulso,<sup>21</sup> a veces de modo repetido y compulsivo. Algunos estudiosos del tema consideran la violación como una estrategia biológica (que se aplica sin una comprensión consciente) para propagar los genes del violador;<sup>22</sup> otros la consideran como un medio para que los hombres (también de modo principalmente inconsciente) mantengan su dominación sobre las mujeres mediante la intimidación y la violencia.<sup>23</sup> No parece que estas dos explicaciones se excluyan mutuamente, y en la sociedad de los chimpancés actúan al parecer conjuntamente. También hay una minoría importante de mujeres que se excitan con fantasías de violación y, según un estudio, las mujeres que fueron violadas por conocidos parece, de modo inquietante, que tengan más probabilidad de continuar citándose con sus asaltantes que las mujeres que sufrieron sólo intentos de violación por conocidos.<sup>24</sup> Esto recuerda como mínimo la pauta de obediencia de los chimpancés.

La sociedad humana aplica sobre un conjunto de predisposiciones hereditarias una especie de plantilla que permite expresar algunas plenamente, otras de modo parcial y otras casi nada. En las culturas donde las mujeres tienen un poder político aproximadamente comparable al de los hombres la violación es un fenómeno raro o ausente.<sup>25</sup> Por intensa que sea una propensión genética hacia la violación, la paridad social parece ser un antídoto muy eficaz. Según sea la estructura de la sociedad, pueden obtenerse muchas combinaciones diferentes de las inclinaciones humanas.

La sociedad de los chimpancés tiene un conjunto identificable de normas que la mayoría de sus miembros acatan: Se some-

ten a los de categoría superior. Las hembras ceden ante los machos. Aman a sus padres. Cuidan de sus hijos. Tienen una especie de patriotismo y defienden el grupo contra los de fuera. Comparten la comida. Abominan del incesto. Pero, por lo que sabemos, no tienen legisladores. No hay tablas de la ley, no hay libros sagrados que expongan un código de conducta. Sin embargo está en vigor entre ellos algo parecido a un código de ética y de moral, un código que muchas sociedades humanas considerarían reconocible y hasta cierto punto agradable.

## AMONESTACIÓN AL CONQUISTADOR

Quizá no exista ningún orden de mamíferos que nos ofrezca una serie tan extraordinaria de graduaciones como éste [paso a paso, de los hombres a los simios antropomorfos, los monos y los lemures], conduciéndonos insensiblemente desde la corona y cúspide de la creación animal hasta seres en los cuales parece que sólo deba darse un paso para llegar a los mamíferos placentarios inferiores, más pequeños y menos inteligentes.

Parece como si la misma naturaleza hubiera previsto la arrogancia humana y con una severidad romana hubiese dispuesto que su intelecto, por sus mismos triunfos, tuviera que hacer resaltar a los esclavos recordando al conquistador que sólo es polvo.

T. H. HUXLEY, *Pruebas sobre el lugar del hombre en la naturaleza*<sup>1</sup>

El arzobispo de York es el primado de Inglaterra. El arzobispo de Armagh es el primado de Irlanda. El arzobispo de Varsovia es el primado de Polonia. El Papa es el primado de Italia. El arzobispo de Canterbury es el primado de todo el planeta, por lo menos para los que comparten su comunión. Estos títulos antiguos provienen de la palabra del latín medieval *primus*, que a su vez deriva de palabras latinas más antiguas, que significan «principal» y «primero». La aplicación eclesiástica del título es inmediata: el primado de una región era el jefe (el «primero») de todos los obispos. En siglos recientes el título ha evolucionado hasta convertirse en poco más que honorífico. Otros títulos tienen más importancia. Pero tanto «primer ministro» como «presidente» tienen raíces lingüísticas semejantes que significan «primero».

Ya hemos señalado que cuando Linneo estaba preparando el árbol genealógico de la vida en la tierra tuvo miedo de incluir a los hombres entre los simios antropomorfos. Pero a pesar de una amplia oposición era imposible negar que entre los monos, los simios antropomorfos y las personas había algunas relaciones profundas.\* Al final Linneo clasificó a todos estos animales

\* Los simios antropomorfos son de mayor tamaño y más inteligentes que los monos y carecen de cola. Los simios antropomorfos son los chimpancés, gorilas, gibones, siamang y orangutanes. Los siamang están tan próximos a los gibones como los chimpancés a los hombres.



en un orden (una categoría superior a la del género) que denominó primates. Los científicos que estudian a los primates no humanos, que como es lógico también son ellos mismos primates, se llaman primatólogos.

El otro significado de primate deriva también del latín «primero». No resulta fácil entender qué norma permite calificar a un tití de «primero» entre los organismos terrestres. Pero si llegamos a la conclusión de que los hombres son los «primeros», los tarseros, los galagos, los mandriles, los titíes, los sifaka, los ayay, los lemures ratón, los potto, los loris, los monos araña, los tamarinos y todo el resto quedarán englobados con nosotros. Nosotros somos los «primeros», y ellos son nuestros parientes próximos. Por lo tanto, en cierto sentido, también deben ser «primeros», lo cual es una conclusión no demostrada y dudosa en un mundo biológico que va desde los virus hasta las ballenas. Quizá podría aplicarse el argumento en sentido inverso y la humilde posición de la mayoría de miembros de la tribu de los primates plantearía dudas sobre el gran título que nos hemos apropiado. Sería mucho más fácil conservar nuestra estima personal si los demás primates no fueran tan parecidos a nosotros en su anatomía, fisiología, caudal genético y comportamiento individual y social.

No hay duda que en la palabra «primate» apunta no solamente un sentimiento de satisfacción con nosotros mismos sino también la idea, realizada plenamente en la práctica de nuestra época, de que los hombres han tomado en sus manos el mando y el control de toda la vida en la Tierra. El hombre no es *primus inter pares*, el primero entre iguales, sino simplemente *primus*. Hemos considerado adecuado, incluso tranquilizador, creer que la vida en la Tierra es una gran jerarquía de dominación, llamada a veces la «gran cadena del ser», en la que nosotros ocupamos la posición alfa. A veces decimos que todo esto no fue idea nuestra y que un poder superior, el alfa de los alfas, nos dio la orden de asumir el mando. Como es lógico no nos queda otra alternativa que obedecer.

Se conocen unas doscientas especies de primates. Puede suponerse que en la pluvisilva tropical, cuya superficie está disminuyendo rápidamente, pueda haber escapado a nuestra atención una especie o dos, nocturnas o elegantemente camufladas. Hay tantas especies de primates como países en la Tierra. Y como los países, los primates tienen costumbres y tradiciones diferentes, de las que vamos a dar una muestra en el presente capítulo.

Hablemos de los papiones, «las personas que se sientan sobre los talones» como los llama respetuosamente el pueblo Kung

San del desierto de Kalahari. Los papiones hamadriades son diferentes de los papiones de la sabana (de la cual se separaron hace quizá 300 000 años), y los papiones se comportan en libertad de modo muy distinto de los papiones hacinados en los zoológicos (que un naturalista llamó «insolentemente lascivos»). Todos tienen en común un rasgo característico: entre los papiones machos de todas las especies no se da prácticamente el acto de compartir carne, que es bastante común entre los chimpancés.

Cuando amanece, los papiones se despiertan en los acantilados que les sirven de dormitorio y se distribuyen en un cierto número de grupos más pequeños. Cada grupo se dirige por separado a la sabana para recoger comida, corretear, jugar, intimidar y copular, todo ello durante la jornada laboral. Pero al finalizar el día, todos los grupos convergen hacia la misma y distante charca, que puede cambiar de un día a otro, para abrevarse en ella. ¿Cómo pueden saber los grupos, que no se han visto durante la mayor parte del día, qué camino deben seguir para llegar todos a la misma charca? ¿Estuvieron los jefes discutiendo la cuestión cuando el sol se levantaba sobre los acantilados dormitorio?

El tamaño de los machos de papión hamadriades en su edad adulta es casi el doble del de las hembras. Exhiben una melena leonina, dientes caninos enormes, casi como colmillos, y tienen un carácter implacable. Los antiguos egipcios deificaron a estos machos. Cuando copulan emiten gruñidos graves y prolongados. Tienen el rostro «color de bistec crudo, muy diferente de los rostros de color gris marronoso y aspecto de ratón de las hembras que parecen pertenecer a especies diferentes».<sup>2</sup> Cuando las hembras se acercan a la madurez sexual, determinados machos las seleccionan y las ponen en harenes. Es posible que deban resolverse disputas entre machos que compiten por la propiedad de las hembras. Una prioridad importante de los machos es mantener y mejorar su posición en la jerarquía de dominación.

Los harenes de hamadriades suelen constar de una a diez hembras. Los machos se ocupan de tranquilizar a las hembras y de asegurarse de que no miran a los demás machos, ni siquiera a hurtadillas. Es una situación de servidumbre con pocas posibilidades de huida. La hembra deberá seguir a su macho durante toda su vida. Tiene que someterse sexualmente a él, pues a la menor resistencia recibirá un mordisco en el cuello. Se conocen casos de hembras hamadriades que acabaron con el cráneo perforado y aplastado en las enormes mandíbulas del macho por haber cometido una pequeña infracción del código de conducta, que él aplica implacablemente.<sup>3</sup> Los conflictos y las tensiones alrededor de la hembra son grandes cuando está ovulando y algo

más apagados cuando está preñada o está amamantando al hijo. Puede observarse una coacción sexual en la misma postura que adoptan los papiones cuando copulan, lo que no sucede con los chimpancés: el macho suele agarrar los tobillos de la hembra con sus pies prensiles, lo que le impide huir. Los chimpancés, si su vida se compara con las normas de conducta de los hamadriades, viven en una sociedad casi feminista.

En las disputas entre hembras, a veces una de ellas amenaza a su rival con los dientes y los brazos, y al mismo tiempo ofrece su grupa atractivamente al macho; con esta postura le ofrece un trato y a veces le induce a atacar a su adversaria. Los papiones macho de la sabana de categoría subordinada, así como las monjas de Berbería, pueden utilizar a una cría como rehén, como escudo o como objeto de apaciguamiento cuando se dirige a un macho de alta categoría —una cría sin relación de parentesco, una cría que estaba por allí o quizá la cría que ella estaba guardando—. Esto tiende a calmar al alfa si está de mal humor.

No hay duda de que el gran tamaño y el temperamento feroz de los machos hamadriades son útiles cuando amenazan a la tropa depredadores o cuando está en conflicto con otros grupos. Pero como sucede en el resto del reino animal, cuando hay diferencias visibles de estatura entre los sexos (generalmente los machos son mayores), los más pequeños y débiles (generalmente las hembras) sufren abusos.\* Otra distinción de los papiones hamadriades es que, por lo que sabemos, son el único caso de primates no humanos en los que se ha observado a dos grupos aliarse para luchar contra un tercer grupo.<sup>4</sup>

Entre los papiones de la sabana, donde la diferencia de tamaño entre los sexos no es tan pronunciada, no existen harenes. Estos papiones son grandes andadores; se sabe que una tropa puede recorrer treinta y cinco kilómetros por día. Al contrario de lo que sucede entre los chimpancés y los papiones hamadriades, el macho no abandona el grupo natal cuando se acerca a la pubertad, lo que también es, probablemente, un medio evolutivo para evitar el incesto y para relacionar genéticamente poblaciones semiaisladas. Cuando este macho intenta entrar en una nueva tropa, es probable que los machos ya instalados planteen objeciones. La aceptación por el grupo requiere a menudo el método ancestral de la sumisión, la fanfarronada, la coacción y el

\* El hecho de que en todos los grupos étnicos y culturas humanos los machos sean en promedio de mayor tamaño que las hembras no ha escapado a los primatólogos. Puede estar relacionado con la tendencia de los hombres al sexismo, a la coacción de las mujeres, a la violación y a los harenes cuando pueden permitírselo. Lo esencial es saber hasta qué punto la anatomía determina los actos, factor al cual volveremos más tarde.

establecimiento de alianzas en la jerarquía masculina. Pero en muchos casos da buenos resultados otra estrategia: hacerse amigo de una hembra determinada de la tropa y de sus hijos. El macho forastero cuida de su pelaje, vigila sus hijos y se ocupa de ellos. En esta situación, el intruso no mata a los hijos para que la hembra entre en ovulación, como hacen las ratas y los leones. Si todo va bien, la hembra patrocina la entrada del forastero en la tropa. Podemos imaginar la emoción que experimenta el macho cuando intenta delicadamente introducirse en la nueva comunidad, después de dejar atrás sus errores y sus viejos enemigos, y tiene una página en blanco ante sí, con un posible éxito que dependerá casi enteramente de sus capacidades sociales.

Los machos son más caprichosos y conflictivos que las hembras. La estabilidad social depende principalmente de las hembras. De hecho, al ser los machos papiones de la sabana elementos transitorios, la única esperanza de mantener una estructura coherente de grupo recae en las hembras. Las babuinas son en todo relativamente conservadoras; quienes asumen los riesgos son los machos impulsados por su testosterona.

La jerarquía de dominación femenina es en su mayor parte hereditaria. Las hijas alfa reciben muestras de gran deferencia, incluso de jóvenes, y tienen buenas posibilidades de llegar a la situación alfa cuando crezcan. Todas las parientas próximas de la hembra dominante pueden tener categoría superior a las demás hembras de la tropa, constituyendo una auténtica familia real. La sumisión y la dominación en la jerarquía femenina de los papiones de la sabana y de muchas otras especies de simios se manifiesta con la expresión ancestral de presentar y montar, en la que vemos de nuevo la metáfora heterosexual adaptada a otro fin.

Por motivos no muy claros, pero sobre los que vale la pena especular, se ha prestado mucha más atención en los debates públicos a los papiones hamadriades que a sus primos de la sabana, por lo menos hasta hace poco. Esto ha hecho pensar a veces que el comportamiento de los hamadriades es típico de todos los primates no humanos, o incluso de todos los primates. Por ejemplo, los machos hamadriades, en una especie donde no hay propiedad de nada más, tienen un claro concepto de las hembras como propiedad privada. Pero esto no puede aplicarse en absoluto a todos los primates. Resulta que los papiones hamadriades ofrecen el ejemplo más exagerado de jerarquía y brutalidad de todo el orden de primates. Este comportamiento quedó especialmente de manifiesto en unas circunstancias crueles ideadas por personas que no querían causarles daño.

Hasta hace poco vivir con simios antropomorfos o monos en libertad no atraía mucho a los primatólogos. Un ejemplo más típico era el de la expedición que Solly Zuckerman, un anatomista de la Sociedad Zoológica de Londres, realizó a su país natal, Sudáfrica:

El 4 de mayo de 1930 conseguí recoger en una granja cerca de Grahamstown, en la provincia Oriental a doce hembras adultas de una banda de papiones. Cuatro de ellas no estaban preñadas. Cinco estaban preñadas, una tenía un embrión de 2,5 mm de longitud; otra uno de 16,5 mm; la tercera uno de 19 mm; la cuarta uno de 65 mm; y la quinta tenía un feto masculino que al parecer estaba ya totalmente formado y cuya longitud, de la coronilla a las ancas, era de 230 mm. Tres de las hembras eran lactantes y capturamos vivas a sus crías. Estimamos que una de las crías tenía cuatro meses de edad y las otras dos tenían unos dos meses cada una.<sup>5</sup>

El anatomista tomó nota cuidadosamente de la cantidad de semen fresco presente en distintos niveles de los órganos reproductores de sus víctimas; resulta que «recoger» es un eufemismo de «matar». Sudáfrica había proclamado oficialmente que los papiones eran una «plaga», porque su inteligencia les permitía alimentarse con las cosechas de los campesinos a pesar de los esfuerzos de éstos por evitarlo. El estado pagaba una recompensa por cada papión muerto. Por lo tanto unos cuantos papiones «recogidos» en bien de la ciencia apenas contaban si se comparaban con la matanza general organizada por los campesinos. Zuckerman «tuvo la suerte de descubrir con sus estudios post-mortem que la ovulación de las hembras maduras tiene lugar en la mitad del ciclo sexual menstrual».<sup>6</sup> El descubrimiento correspondiente sobre el ciclo menstrual humano se realizó hacia aquella misma época.

Zuckerman se había interesado desde hacía tiempo por la situación del hombre en el orden de los primates y cuando era adolescente ya había diseccionado papiones en Sudáfrica.<sup>7</sup> Pero la suerte de los papiones perseguidos no le dejó totalmente indiferente y más tarde citó esta historia de principios del siglo xx:

La hembra, que tenía a su cría abrazada estrechamente contra el pecho, nos miró con un mundo entero de tristeza en los ojos y murió dando una boqueada y un estremecimiento. Durante un instante olvidamos que sólo era un mono, porque sus acciones y expresión eran tan humanas que pensamos que habíamos cometido un crimen. Mi amigo mascullo una maldición, se giró y se marchó rápidamente prometiendo que no volvería a matar

nunca más a un simio. «Esto no es deporte, sino un auténtico asesinato», dijo, y yo estuve totalmente de acuerdo con él.<sup>8</sup>

Si alguien tenía ganas de ver un papión y no vivía en un país donde estaban en libertad, siempre podía ir al zoológico local y ver a sus sucios y desarraigados inquilinos, unos supervivientes encerrados en diminutos cubículos. Después de la primera guerra mundial, algunos parques zoológicos europeos pensaron que sería mejor, y también más humano, reunir a un gran número de papiones en recintos parcialmente abiertos donde los pudieran observar los primatólogos de las ciudades. El zoológico de Londres pensó lo mismo y el doctor Zuckerman estaba desempeñando un papel central en la organización de uno de estos experimentos de varios años de duración.

En la primavera de 1925 se introdujo un centenar aproximado de papiones hamadriades en la Colina de los Monos, cerrada por un foso y con superficie de 33 por 20 metros. Por lo tanto, cada papión tenía en promedio menos de 7 metros cuadrados a su disposición, lo que equivale de hecho a la superficie de una pequeña celda de prisión. Estaba previsto que el grupo constaría exclusivamente de machos, pero a consecuencia de una «inclusión accidental» seis de los cien papiones resultaron ser hembras. Al cabo de un tiempo se rectificó el descuido y se aumentó el grupo con treinta hembras más y cinco machos más. A fines de 1931 el 64 % de los machos habían muerto y el 92 % de las hembras también:

De las 33 hembras que murieron, 30 perdieron sus vidas en peleas que los machos disputaron para conseguirlas. La gravedad de las heridas comprendía toda la gama posible; las hembras sufrieron fracturas de los huesos de las extremidades, de las costillas e incluso del cráneo. Las heridas penetraban a veces en el pecho y el abdomen, y muchos animales mostraban laceraciones extensas de la región anogenital... La pelea en la que perdió su vida la última de estas hembras fue tan prolongada y repugnante, desde el punto de vista antropocéntrico, que se tomó la decisión de sacar de la colina a las cinco hembras supervivientes... El porcentaje sumamente elevado de hembras muertas en la colonia de Londres indica... que la agrupación social de la que formaban parte era en cierto modo antinatural.<sup>9</sup>

A pesar de esta última e interrogante calificación, la colonia de hamadriades del zoológico de Londres fortaleció la creencia muy difundida en una lucha darwiniana por la existencia que no conocía restricciones. A pesar de que los papiones se habrían

exterminado a sí mismos rápidamente en el mundo si lo que sucedió en la Colina de los Monos fuera característico de la vida en la selva, muchas personas pensaron que habían podido atisbar allí la naturaleza cruda, una naturaleza brutal de garras ensangrentadas, una naturaleza de la que los hombres se habían aislado y estaban protegidos por sus instituciones y sensibilidades civilizadas. Las vívidas descripciones que Zuckerman hizo de las libres vidas sexuales de los papiones —fue una de las primeras personas en proponer que la organización social de los papiones podía estar en gran parte determinada por consideraciones sexuales— aumentó el desprecio que muchas personas sentían por los demás primates. ¿Qué fallos hubo en la Colina de los Monos? En primer lugar, casi ninguno de los papiones introducidos en la «colonia» se conocía entre sí. Los animales no habían tenido tiempo de habituarse los unos a los otros, no se había establecido anteriormente jerarquías de dominación, aquellos machos obsesionados por los harenes no se habían puesto de acuerdo para saber quién podía tener muchas hembras y quién no tenía derecho a ninguna. No se había establecido ninguna jerarquía de dominación femenina basada en el parentesco. Al contrario de lo que sucede en la vida libre, había muchos más machos que hembras. Y finalmente los papiones estaban hacinados de un modo que rara vez se da en su estado natural.

Los machos de una banda de papiones raramente se pelean en serio porque tienen unas mandíbulas muy potentes y unos caninos espectaculares, aunque inflijan castigos corporales a las hembras por la menor infracción. Pero en el zoológico de Londres tenían que crearse jerarquías de dominación, los machos tenían que intentar asiduamente robar hembras, la huida cuando el atacante era temible quedaba interceptada por un foso y faltaba casi totalmente la influencia apaciguadora de muchas hembras sexualmente obedientes. El resultado fue una matanza. En los seis años y medio que duró el experimento sólo sobrevivió una cría de papión. Cuando los machos empezaban a pelearse, las hembras adultas se quedaban esperando con indiferencia, como «paralizadas». Las hembras, apaleadas, heridas y mordidas, eran utilizadas sexualmente por una rápida sucesión de machos.

Pero las hembras no eran simples instrumentos pasivos:

Quando su señor se daba la vuelta, la hembra se presentaba rápidamente al soltero miembro de su grupo quien la montaba durante un momento. Si en aquel momento el señor giraba un poco la cabeza, la hembra se precipitaba hacia él con el cuerpo arrastrándose por el suelo, presentándose y chillando mientras

amenazaba a su seductor con muecas y rápidos golpes de mano en las piedras. Este comportamiento provocaba inmediatamente un ataque del señor... El soltero, perseguido de cerca, huía por la colina. En otra ocasión la misma hembra quedó sola durante cuarenta segundos mientras su señor perseguía a un soltero alrededor del lugar. En aquel intervalo de tiempo, la montaron y la penetraron dos machos a los que ella se había ofrecido. Los dos machos se fueron inmediatamente después de su contacto con la hembra, la cual respondió otra vez de la manera que se ha descrito anteriormente cuando regresó su macho.<sup>10</sup>

Cuando se mataba a una hembra, los machos continuaban arrastrándola por el lugar uno después de otro, se peleaban por ella y copulaban con el cadáver. Cuando los guardianes del zoológico que contemplaban impresionados aquel espectáculo necrófilo consideraban necesario, por motivos antropocéntricos, entrar en la colina y sacar el cuerpo de la hembra, los machos de común acuerdo protestaban violentamente y se resistían. Zuckerman, que escribía en el decenio de 1920, utilizó y puede haber inventado la frase «objeto sexual»<sup>11</sup> para describir el destino de una hembra de papión.

Hemos visto ya en los experimentos de Calhoun con ratas que una situación de hacinamiento grave, aunque haya mucha comida y aunque haya tantos machos como hembras, induce comportamientos violentos y de otra índole que muchos calificarán de aberrantes y mal adaptados. Hemos visto también en la colonia de chimpancés de Arnhem que en circunstancias semejantes salen a primer plano nuevos modos de comportamiento que inhiben la violencia. Los papiónes del zoológico de Londres nos han enseñado que si tomamos una especie que cuando las condiciones son buenas ya tiende a la violencia sexual, si le ofrecemos un número reducido de premios sexuales por los que luchar, si disponemos la situación de modo que no exista un orden social previo que indique a los animales dónde deben encajar y si luego hacinamos a todos estos animales juntos sin esperanza de huir, el resultado más probable es una catástrofe. En la Colina de los Monos se pone de manifiesto una intersección mortal de sexo, jerarquía, violencia y hacinamiento que puede o no puede ser válida para los demás primates.\*

En la naturaleza, tal como reconoció Zuckerman, los papio-

\* Sucedió algo semejante cuando unos cuantos ingleses fugitivos, que no tenían una jerarquía de dominación bien establecida (el macho alfa y sus seguidores más próximos habían sido abandonados en un pequeño bote), se instalaron con unas cuantas polinesias en la pequeña isla Pitcairn en 1790 después de la rebelión del buque de Su Majestad *Bounty*.



nes hamadriades viven mucho más pacíficamente. Los machos dominantes están rodeados por una pequeña corona de hembras, que son sus descendientes y por unos cuantos machos «solteros» afiliados a ellas. Estos harenes se desplazan por el paisaje en bandas, recolectando comidas. Centenares de papiones, acampan cada noche cerca unos de otros en los dormitorios de los acantilados como si celebraran una especie de reunión de tribus. Casi nunca hay peleas a muerte por la posesión de las hembras (o por ningún otro motivo). Todo el mundo sabe la posición que ocupa y lo saben especialmente las hembras. Las hembras, como es normal, son maltratadas, mordidas, en promedio una vez por día, pero sin llegar al derramamiento de sangre. Desde luego, no acaban todas muertas por haberse interesado en otros machos, como sucedió en el zoológico de Londres.

Los papiones hamadriades en grupos muy pequeños se comportan de modo muy diferente. Un papión soltero contempla a una pareja, en su primera reunión, desde una jaula adyacente. Pasan los días y el soltero se ve obligado a observarlos mientras profundizan su relación sexual y él está solo. Cuando se le deja entrar en la jaula de ellos, el soltero no hace ningún esfuerzo para atacar al macho o para atraer a la hembra. Respeta su relación. Mira hacia otra parte cuando ellos copulan. Actúa como modelo de rectitud y circunspección, aunque su estatura sea mayor que la del otro macho.<sup>12</sup>

No es sorprendente que haya muchas maneras de organizar una sociedad de primates de modo que su estructura se derrumbe y que mueran casi todos. ¿Debemos considerar criminales a los primates que se encuentran en tales circunstancias? ¿Tienen libre albedrío? ¿O atribuiremos la responsabilidad principal de lo que sucede a quienes se equivocaron en sus cálculos al crear aquel entorno social? Una sociedad sólo puede tener éxito si se corresponde con la naturaleza y el carácter de los individuos que deben vivir en ella. Pueden producirse desastres si quienes idean las estructuras sociales no tienen en cuenta quiénes son estos individuos, o tienen ideas sentimentales sobre su naturaleza o son unos ingenieros sociales incompetentes.

Zuckerman ha defendido de modo coherente la idea de que casi nada puede aprenderse sobre la naturaleza o la evolución del hombre estudiando los monos y los simios antropomorfos. Esta idea es contraria a la de muchos estudiosos del comportamiento animal, quienes están convencidos de que comprender a los primates puede ofrecer un camino directo para comprender a los hombres: «Debí de adquirir desde una edad muy temprana mi actitud crítica inflexible contra los intentos encaminados a explicar el comportamiento humano mediante analogías

con el mundo animal.»<sup>13</sup> Zuckerman califica a Konrad Lorenz, Desmond Morris y Robert Ardrey, quienes popularizaron, como mínimo con algunos excesos, la idea de que podemos aprender algo sobre nosotros mismos estudiando a los demás animales, de «tres escritores que tienen una capacidad común para inventar analogías superficiales».<sup>14</sup>

Zuckerman, en su calidad de «prosector» del zoológico de Londres —la persona encargada de las autopsias animales—, presentó más tarde para que lo aprobara su superior en la jerarquía de dominación del zoológico el manuscrito de una obra titulada *La vida social de los monos y los simios antropomorfos*. Fue rechazada rápidamente porque, según le dijeron, estaba escrita con un lenguaje explícito e indecoroso en cuestiones sexuales (por ejemplo: «La región del perineo de una de las hembras del jefe atrae su atención generalmente cuando la piel sexual está inflamada. El macho inclina la cabeza, alarga la mano, aplica labios y lengua y, habiendo despertado así la respuesta sexual de la hembra, la monta y copula con ella.»)<sup>15</sup> A pesar de ello, Zuckerman ofreció el libro para su publicación. En su autobiografía, *De los simios a los señores de la guerra*, publicada 46 años después, con muchos vivos detalles sobre aquellos años, sólo se refiere de modo muy tangencial a los acontecimientos de la Colina de los Monos.

Al comenzar la segunda guerra mundial, Zuckerman estudió las consecuencias en las poblaciones civiles de los bombardeos aéreos, para lo cual pudo aplicar con mucho provecho sus conocimientos de anatomía. Pasó pronto a analizar la eficacia de los bombardeos aéreos en el logro de objetivos estratégicos, y sus tendencias escépticas fueron muy útiles: Zuckerman descubrió que el Comando de los Bombarderos de la RAF (y el Cuerpo Aéreo del Ejército de los EE.UU.) habían exagerado continuamente la posibilidad de que los bombardeos aéreos masivos disminuyeran la voluntad de resistencia del enemigo y pudieran abreviar la guerra.

Después de la guerra Zuckerman dirigió el zoológico de Londres y después de unos cuantos cambios en su carrera acabó siendo el principal consejero científico del ministerio británico de defensa, donde quizá pudo aplicar su experiencia práctica sobre las jerarquías de dominación. Después de ser nombrado par vitalicio, lord Zuckerman trabajó durante muchos años para frenar la carrera de armamentos nucleares.

Los papiones en su conjunto representan únicamente una pequeña esquina en el gran escenario del comportamiento de los primates.

Podríamos habernos centrado con igual facilidad en cualquiera de las especies de lemures cuyas hembras dominan constantemente a los machos. Podríamos haber decidido tomar por ejemplo al mono lechuza, un animal tímido y nocturno... cuyos machos y hembras cooperan en el cuidado de los hijos, aunque el macho asume las funciones más importantes en el transporte y protección de las crías. O podríamos haber tratado los pacíficos monos sudamericanos llamados muriqui... que se especializan en evitar los contactos agresivos, o una especie cualquiera del vasto conjunto de especies de primates cuyas hembras, según sabemos, desempeñan una función activa en la organización social.<sup>16</sup>

Consideremos el caso del gibón. Sus brazos, de una longitud preternatural, le permiten ejecutar grandes saltos de ballet por las copas de los árboles, que alcanzan a veces diez metros o más de una rama a otra y avergonzarían a un campeón humano de gimnasia. Los gibones son, al parecer sin excepción, monógamos. Se casan para toda la vida. Emiten canciones impresionantes que se oyen a distancias de un kilómetro o dos. Los machos adultos a menudo cantan prolongados solos en las tinieblas antes de salir el sol. Los solteros cantan más tiempo que los machos viejos casados y en horas diferentes del día. Las esposas prefieren entonar dúos con sus maridos. Las viudas sufren su dolor en silencio y ya no cantan.

Los gibones son también territoriales y sus alboradas sirven para tener alejados a los intrusos. Una familia núcleo, que suele estar formada por los dos padres y dos hijos, tiende a controlar un pequeño territorio. La defensa del territorio se logra más mediante el canto de himnos que tirando piedras o asestando golpes. Quizá hay cadencias, timbres, frecuencias y amplitudes que los demás gibones interesados en una pequeña expedición de caza furtiva encuentran especialmente impresionantes e intimidantes. Por lo menos en algunas ocasiones, un padre ya anciano traspasará la responsabilidad de la defensa territorial a su hijo adolescente entregando así la antorcha del patriotismo a una generación más joven. En otros casos igualmente conmovedores, los padres expulsan del territorio patrio a los adolescentes, quizá para evitar las tentaciones del incesto. Los machos y las hembras adultos se comportan de modo bastante parecido y tienen una posición social casi igual. Los primatólogos califican a las hembras de «codominantes» y dicen que los cónyuges viven de modo «distendido» y «tolerante».<sup>17</sup>

La vida de los gibones parece una continua representación de ópera. Resulta fácil conjurar fervientes solos de amor, due-

tos cantados en loor de la felicidad matrimonial y cantos rituales de intimidación transmitidos en la selva nocturna: «estamos aquí, somos fuertes, cantamos buenas canciones, será mejor que nos dejéis tranquilos». Quizá hay gibones que cantan arias verdianas sobre la transferencia del poder, cargadas de emoción, y lamentos conmovidos sobre el paso de la gloria y el tiempo.

Consideremos el caso del bonobo. Se trata de una especie o subespecie de chimpancé, de carácter recluso, que vive formando un único grupo en África central, al sur del río Zaire.<sup>18</sup> Los bonobos tienen algunos rasgos que los hacen incompatibles con los zoos normales, lo cual puede explicar en parte que no sean tan conocidos como los chimpancés comunes que describimos en capítulos anteriores. Los bonobos, que recibieron el nombre lineano de *Pan paniscus*, se llaman también chimpancés pigmeos; son más pequeños y más delgados, y sus rostros son menos prominentes que la variedad normal de *Pan troglodytes* a los que continuaremos llamando simplemente chimpancés.\* Los bonobos a menudo se ponen de pie y caminan sobre las dos patas. Tienen una especie de piel extendida entre los dedos segundo y tercero del pie. Andan con los hombros cuadrados y no anadean tanto como los chimpancés. «Cuando los bonobos se ponen de pie —escribe De Waal— parecen haber salido de un retrato imaginario de hombre prehistórico.»<sup>19</sup>

Las hembras bonobo, al contrario de las chimpancés, que anuncian su estro y muestran durante el mismo una receptividad sexual pronunciada, sólo presentan una inflamación genital la mitad del tiempo y casi siempre son atractivas para los machos adultos. Recordemos que los chimpancés comunes, los *Pan troglodytes*, copulan como casi todos los animales con el macho penetrando en la vagina de la hembra desde detrás y con su parte frontal apoyada en el dorso de ella. Pero en los bonobos, casi una cuarta parte de los apareamientos son cara a cara. Ésta es la postura que al parecer prefieren las hembras, probablemente porque sus clítoris son grandes y están situados más hacia delante que los de las chimpancés. Los bonobos demuestran su atracción mutua mirándose prolongadamente a los ojos, lo que precede casi todos sus apareamientos y es un fenómeno desconocido entre los chimpancés comunes. El inicio de la actividad sexual de los bonobos es un acto mutuo, al contrario de los chimpancés en los que la cosa es rápida y casi siempre iniciada por los machos. En general, y especialmente en contextos sociales más amplios, los bonobos machos dominan a las hembras,

\* Se dice en broma que quienes estudian a los chimpancés y a los bonobos son los pantropólogos.

pero no siempre es así, especialmente cuando los dos están solos. De noche, en las copas de los árboles, hay parejas de macho y hembra que se acomodan juntos en el mismo nido de hojas. Los chimpancés adultos nunca hacen eso.

La actividad sexual de los chimpancés comunes que, juzgada por normas humanas parece obsesiva y hasta maniaca, es casi puritana desde el punto de vista de los bonobos. El número medio de arremetidas del pene en un coito medio, que los primatólogos utilizan como medida de la intensidad sexual, en parte porque puede cuantificarse, es de unas cuarenta y cinco en los bonobos y de menos de diez en los chimpancés. El número de coitos por hora es dos veces y medio mayor en los bonobos que en los chimpancés, si bien estas informaciones se refieren a bonobos en cautividad y en estos casos los animales quizá disponen de más tiempo o tienen más necesidad de consuelo mutuo que cuando están en libertad. Las hembras bonobo están ya preparadas a reanudar sus vidas de abandono sexual menos de un año después de haber dado a luz; las hembras de chimpancés necesitan para ello de tres a seis años.<sup>20</sup>

Los bonobos utilizan la estimulación sexual en la vida diaria por muchos fines, aparte de la simple satisfacción del impulso erótico: para tranquilizar a los niños (sistema que al parecer floreció antaño entre las abuelas chinas), como medio para resolver conflictos entre adultos del mismo sexo, como moneda de cambio para obtener comida y como enfoque genérico y polivalente de la vinculación social y de la organización comunitaria. Menos de un tercio de los contactos sexuales entre bonobos se realizan entre adultos de sexos opuestos. Los machos se frotan juntos los traseros o practican el sexo oral con una intensidad que no se da nunca entre los chimpancés más puritanos; las hembras se frotan entre sí los genitales y a veces prefieren esto a los contactos heterosexuales. Las hembras suelen practicar los frotos genitales cuando están a punto de competir para conseguir alimento o machos atractivos. Parece ser un sistema para reducir la tensión. En momentos de tensión, un macho puede hacer el gesto amistoso de abrirse de piernas y presentar su pene a su adversario.

A pesar de estas diferencias de matiz, los bonobos continúan siendo chimpancés. Existe una jerarquía de dominación masculina, si bien no tan pronunciada como entre los chimpancés comunes; los machos dominantes tienen un acceso preferente a las hembras, aunque los machos no siempre dominan a las hembras; hay gestos y saludos de sumisión; el tamaño de los grupos es aproximadamente el mismo que el de los chimpancés, unas cuantas docenas de individuos; las hembras adolescentes se pasan a

grupos adyacentes; los machos cazan de modo preferente animales, aunque al parecer no organizan partidas de caza; los machos tienen un tamaño superior al de las hembras, con la misma proporción aproximada que los chimpancés; y los encuentros entre grupos a veces degeneran en violencia, si bien cuando un grupo se encuentra con otro también puede actuar de modo muy pacífico y tranquilo. De momento no se conocen casos de infanticidios y de bonobos matando a otros bonobos. La respuesta inicial que dan normalmente cuando se encuentran con personas desconocidas, como experimentamos nosotros mismos, es muy propia de los chimpancés y consiste en una manifestación de ataque adecuadamente intimidante. El cuidado del pelaje es más frecuente entre machos y hembras y menos común entre machos y machos, al revés de los chimpancés. La sonrisa no es únicamente un gesto de sumisión, sino que desempeña un conjunto de funciones semejantes a las de la sonrisa humana. Los vínculos entre machos son mucho más débiles que en la sociedad de los chimpancés y la posición social de las hembras mucho más fuerte. Algunas madres e hijos se asocian estrechamente hasta que el hijo llega a la edad adulta; entre los chimpancés la relación tiende más a menudo a interrumpirse cuando el macho llega a la adolescencia. Las capacidades sociales para resolver conflictos están mucho más desarrolladas entre los bonobos que entre los chimpancés y los individuos dominantes se muestran mucho más generosos cuando hacen las paces con sus adversarios.

Si sentimos una cierta repulsión a tener de parientes a los papiones hamadriades, puede consolarnos un poco nuestra relación con los gibones y los bonobos. De hecho estamos mucho más emparentados con los simios antropomorfos que con los monos. Los chimpancés y los bonobos son, desde luego, miembros del mismo género y, según algunas clasificaciones taxonómicas, incluso de la misma especie. Habida cuenta de ello, es sorprendente hasta qué punto difieren los unos de los otros. Quizá muchas de las distinciones entre los dos, que van desde la frecuencia, mayor variedad y utilidad social de las relaciones sexuales hasta la posición relativamente superior de las hembras, se debe a la evolución en los bonobos de una nueva etapa: abandonar el distintivo mensual de la ovulación, superar el estro. Quizá cuando la evolución no se hace tan evidente a los ojos o al olfato las hembras pueden considerarse como algo más que simple propiedad sexual. Los primates tienen tantas posibilidades que incluso un pequeño cambio en la fisiología o la anatomía puede abrir una ventana a un universo que nadie pudo soñar en los bastos jergones que se preparan cada noche en las ramas bajas de la selva tropical, antes tan extensa.

## ALGUNAS VIÑETAS DE LA VIDA

### *Monos*

Los monos pueden contraer muchas de las mismas enfermedades no contagiosas que nosotros... Las medicinas producen los mismos efectos en ellos que en nosotros. Muchos tipos de monos toman muy a gusto té, café y bebidas alcohólicas; también fuman tabaco con placer, tal como yo he visto. Brehm asegura que los nativos del noreste de África cazan papiones salvajes dejando al aire libre vasijas llenas de cerveza fuerte, con la que se emborrachan los monos. Él ha visto en este estado a algunos de estos animales, que tenía encerrados, y nos ofrece una divertida explicación de su comportamiento y de sus muecas extrañas. A la mañana siguiente los monos estaban muy irritados y desanimados, tenían dolor de cabeza, se la cogían con las manos y tenían una expresión muy triste. Si se les ofrecía entonces cerveza o vino lo rechazaban con asco, pero bebían con mucho gusto zumo de limón. Un mono americano, un ateles, después de emborracharse con coñac, no quiso tocarlo nunca más demostrando así que era más prudente que muchos hombres. Estos hechos sin importancia demuestran lo semejantes que deben ser los nervios del gusto en los monos y el hombre y la semejanza de los efectos en todo su sistema nervioso.<sup>21</sup>

### *Gorilas de las montañas orientales*

Cuando dos animales se encuentran en un sendero estrecho, el animal subordinado cede el paso; los subordinados también ceden los lugares donde están sentados si se les acercan superiores. A veces el animal dominante intimida al subordinado clavando la mirada en él, pero lo más que hace entonces es cerrar de golpe la boca o dar unos golpes al cuerpo del otro animal con el dorso de la mano.<sup>22</sup>

### *Monos*

Se han descrito amenazas fálicas, derivadas de un gesto de dominación sexual (montar) en muchas especies de mono del Viejo y del Nuevo Mundo. Entre los cercopitecos y los papiones, unos

cuantos machos están siempre sentados de espaldas al grupo y montando la guardia, mientras muestran sus penes de vivos colores y sus testículos, que a veces también resaltan por el color. Si un forastero se acerca demasiado al grupo, los guardas pueden tener una erección auténtica, y también tienen lugar las llamadas «cópulas de rabia».<sup>23</sup>

### *Saimiris*

Cuando el mono hace una exhibición, vocaliza, aparta un muslo y dirige el pene totalmente erecto hacia la cabeza o el pecho del otro animal. La exhibición adopta su forma más espectacular cuando se presenta un nuevo macho en una colonia estable de monos ardillas... Bastan unos segundos para que todos los machos empiecen a exhibirse ante el mono forastero y si el nuevo macho no se queda quieto con la cabeza gacha, lo atacan furiosamente.<sup>24</sup>

### *Monos capuchinos pardos*

Cuando una hembra está en estro, puede seguir al macho dominante durante días. Se le acerca mucho a intervalos frecuentes, le hace muecas emitiendo al mismo tiempo una vocalización determinada, le da empujones en el trasero y sacude ramas hacia él. Cuando la hembra está preparada para copular, persigue al macho dominante, él huye, ella sigue, y cuando él deja de correr, se aparean.<sup>25</sup>

### *Orangutanes*

En la mitad de su ciclo, una orangután busca al macho dominante que está cerca de ella. En otros momentos de su ciclo, a veces se reúnen alrededor de ella machos jóvenes y machos subordinados que parece que le obliguen a aparearse con ellos. La hembra se resiste, chilla, lucha, pero ellos acaban apareándose. ¿Se trata de un acto bueno o equivale a una violación? Los primatólogos procuran no utilizar ese término, porque la gente tiende a disgustarse.<sup>26</sup>

### *Lemures*

En el *Lemur catta*, la frecuencia de las agresiones dentro de los grupos es elevada, especialmente entre los machos. La agre-



sión adopta la forma de perseguir, abofetear, marcar con perfume, y en los machos peleas de mal olor... Los actos de sumisión incluyen retirarse o agacharse cuando se acerca un animal dominante, y los machos de baja categoría normalmente caminan con la cabeza y la cola gachas, van retrasados detrás del grupo y en general evitan a los demás animales. Las hembras actúan con agresividad con mucha menos frecuencia que los machos y la jerarquía de dominación femenina es menos fácil de determinar, si bien la escasez de encuentros agonísticos observada indica que es estable. Sin embargo, «al mismo tiempo... una hembra puede suplantar tranquilamente a cualquier macho o abofetearle con irritación sobre el morro y arrancarle de las manos una vaina de tamarindo».<sup>27</sup>

### *Monos*

En la mayoría de monos con grupos de varios machos, las relaciones tolerantes o de cooperación entre los machos son raras o desconocidas. El cuidado del pelaje entre machos, por ejemplo, es prácticamente inexistente en los macacos de la India... Si alguna vez alguien cuida del pelaje de otro, siempre lo hacen subordinados a machos dominantes... Al contrario del sistema más recíproco existente entre los chimpancés. Otro ejemplo es la formación de alianzas estudiada por Watanabe... entre los macacos japoneses. De 905 casos sólo hubo cuatro alianzas entre machos adultos. Por lo tanto, las relaciones entre los machos de estos grupos son principalmente de competición.<sup>28</sup>

### *Macacos de cola chata*

De este modo, las dos hembras adultas recién llegadas fueron montadas repetidamente y maltratadas por los tres machos subadultos y por el macho joven de categoría superior durante toda su estancia. Estos actos forzados de montar podrían considerarse violaciones en el sentido de que era evidente que la hembra no actuaba de modo receptivo y voluntario. La hembra estaba agazapada mientras el macho le levantaba con fuerza el trasero, la sacudía, incluso la mordía e ignoraba sus gritos y señales para que desmontara.<sup>29</sup>

### *Macacos de cola chata*

En el mismo momento en que apareció en el rostro de la hembra la expresión boquiabierta y que emitía vocalizaciones ron-

cas, el equipo registró una aceleración repentina de su ritmo cardíaco, de 186 a 210 latidos por minutos e intensas contracciones uterinas.

En realidad este experimento se refería a un comportamiento tranquilizador. Los compañeros de la hembra eran otras hembras... Puede demostrarse que la postura sexual que estos monos adoptan a menudo durante la reconciliación va acompañada por signos fisiológicos de orgasmo. Esto no significa que en cada reconciliación se alcance la culminación sexual. [La naturaleza] ha dotado a esta especie de un incentivo innato para hacer las paces con sus enemigos.<sup>30</sup>

### *Monos colobos*

Las crías a menudo se pasan a otras hembras poco después del parto. Esta costumbre puede continuar durante los primeros meses de vida. Todas las crías de colobo tienen acceso libre a todas las demás crías, lo que contrasta de modo especial con la situación de algunos macacos y papiones, y las hembras de todas las categorías tienen libre acceso a todas las crías. El intercambio de crías puede ser una de las raíces de la sociedad de colobos, que es [relativamente] no agresiva...

Un rasgo muy interesante de los encuentros entre bandas de colobos es que disponen de medios fáciles de evitar estos contactos. Se trata de animales arbóreos que ocupan el estadio más alto de la vegetación, lo cual ofrece una visión relativamente libre de los alrededores, y también pueden emitir vocalizaciones intensas y sonoras, con lo que los grupos pueden evitar fácilmente los contactos. A pesar de ello, los contactos son frecuentes. Los colobos mantienen la separación de las bandas con los medios siguientes o una combinación de ellos: pautas variables de movimiento, gritos de vocalización de los machos y comportamiento vigilante de los machos.

... Durante esta etapa hay una gran excitación, con una tremenda actividad de saltos y correteos por las cimas de los árboles, que se pone de manifiesto por la emisión frecuente de heces y orina. Otra indicación de un estado elevado de excitación o tensión es el hecho de que los machos presenten erecciones de sus penes... Los signos dominantes más corrientes son muecas de sonrisa, miradas fijas, mordiscos en el aire, golpes de mano en el suelo, embestidas, persecuciones, movimientos oscilantes de la cabeza y actos de montar a otro animal. Los gestos de sumisión son presentar el trasero, apartar la mirada, huir, volverse de espaldas a otro animal y ser montado...

Cuanto más elevada es la posición del animal en la jerarquía de dominación, más amplio es el espacio personal que controla y en el cual un animal menos dominante no puede entrar sin antes aclarar sus motivos.<sup>31</sup>

### *Monos*

Mientras la cría de mono continúe montada sobre su madre, aunque esté herida o incluso muerta, la madre continuará transportándola. Si dejara de hacerlo, es probable que un macho adulto se le acerque y le grite intimidándola claramente para que continúe llevando encima suyo a la cría. Hubo un caso en nuestra pequeña colonia de Berkeley en que una madre transportó a su hijo muerto durante dos días y lo soltó; el macho adulto dominante de la banda recogió luego la cría y la llevó dos días más antes de abandonarla.<sup>32</sup>

### *Monos vervet*

En 1967 T. T. Struhsaker informó de que los monos vervet del este de África emitían gritos de alarma de sonido distinto por lo menos ante tres depredadores diferentes: leopardos, águilas y serpientes. Cada grito de alarma provocaba una respuesta diferente y al parecer adaptativa por parte de los demás vervet que podían oírlo. Las observaciones de Struhsaker eran importantes porque indicaban que los primates no humanos podían en algunos casos utilizar sonidos diferentes para designar objetos o tipos de peligro diferentes en el mundo externo...

Seyfarth, Cheney y Marler... empezaron a grabar en cintas los gritos de alarma emitidos por los vervet en encuentros reales con leopardos, águilas y serpientes. Luego reprodujeron los gritos de alarma grabados cuando no había depredadores y filmaron las reacciones de los monos.

Los monos vervet adultos limitan sus gritos de alarma a un pequeño número de aves realmente depredadoras, pero las crías dan gritos de alarma cuando ven muchas especies diferentes, algunas de las cuales no suponen ningún peligro. Sin embargo, los gritos de alarma para águilas que emiten las crías no son totalmente casuales y se limitan a los objetos que vuelan por el aire... Por lo tanto, desde una edad muy temprana, las crías parecen estar predispuestas a dividir los estímulos externos en clases diferentes de peligro. Luego la experiencia

agudiza esta predisposición general a medida que las crías aprenden a distinguir qué tipo de ave, de las muchas que ven cada día, es una amenaza...

[Sin embargo]... los experimentos no demuestran que los primates en libertad reconozcan la relación entre una vocalización y su referente.<sup>33</sup>

### *Saimiris*

La variedad gótica del macho de mono de ardilla ofrece un ejemplo muy ilustrativo. El macho señala: 1) su objetivo de dominar a otro macho, 2) su intención de atacarlo y 3) sus ideas amorosas sobre una hembra, mostrando en los tres casos su falo erecto ante los demás monos y apretando al mismo tiempo los dientes. Esta exhibición de cortejo es idéntica a la exhibición agresiva. Los etólogos han observado este fenómeno de interferencia en numerosos reptiles y formas inferiores.<sup>34</sup>

### *Papiones hamadriades*

Los machos jóvenes... se presentan a los demás en situaciones que provocan miedo. Utilizan el enfoque sexual para tener acceso los unos a los otros y para atraer a un compañero a un juego. Se masturban y se montan mutuamente. Montan a machos adultos y son montados por ellos y por hembras adultas, y sus actividades heterosexuales no desencadenan respuestas agresivas de los jefes. Llevan a cabo exámenes manuales, orales y olfativos de la región anogenital con animales de su misma edad y con adultos de ambos sexos. Finalizan frecuentemente un acto sexual mordiendo al animal con el cual han estado en contacto. Este punto final de la actividad sexual, que no se observa normalmente en el comportamiento de los adultos, parece que a menudo es un juego.<sup>35</sup>

### *Papiones*

Sir Andrew Smith, un zoólogo cuya escrupulosa exactitud era conocida de muchas personas, me contó la siguiente historia que había presenciado él mismo: un oficial de Cabo de Buena Esperanza había maltratado a menudo a un determinado papión y el animal, al ver que el oficial se acercaba un domingo para participar en un desfile, vertió agua en un agujero e hizo

rápida­mente un fango espeso que tiró habilmente sobre el oficial cuando éste pasaba por delante suyo, con el consiguien­te regocijo de muchos espectadores. Durante mucho tiempo después, el papión hacía demostraciones de alegría y de triunfo cuando veía a su víctima.<sup>36</sup>

### *Papiones*

En Abisinia, Brehm se encontró con una gran banda de papiones que estaban cruzando un valle: algunos habían subido ya a la montaña opuesta y otros estaban todavía en el valle. Los perros atacaron a estos últimos, pero los machos viejos inmediatamente bajaron corriendo de las rocas y con las mandí­b­ulas bien abiertas rugieron tan ferozmente que los perros se retiraron en seguida. Se les envió de nuevo al ataque, pero en aquel momento ya todos los papiones habían subido a la montaña excepto un papión joven, de unos seis meses de edad, quien pedía ayuda a voz en grito y había quedado rodeado después de haberse encaramado a una roca. En aquel momento uno de los machos de mayor tamaño, un héroe auténtico, bajó de nuevo de la montaña, se dirigió hacia el joven, le convenció para que bajara y se lo llevó triunfalmente delante de los perros, que quedaron demasiado asombrados para atacarlo.<sup>37</sup>

### *Titíes y otros monos pequeños*

Ocultos entre las ramas y las lianas retorcidas de los bosques neotropicales están los animales más paterna­les de todos los primates. Los machos del tití pequeño (*Callicebus* sp.) de vida monógoma y los monos nocturnos y los pequeños calimicónidos y calitríquidos tienen una relación con sus crías de una intensidad y duración incomparables... Los machos de esas especies comparten todos sus deberes paternos excepto el amantamiento y si bien el grado de participación es muy variable dentro de cada especie, en general son ellos quienes se ocupan más de las crías...

Los machos de estas especies se sienten a menudo muy atraídos por las crías. Se ha observado que inmediatamente después del parto intentan oler, tocar o tener en brazos al recién nacido todavía cubierto de sangre, y a veces incluso lamen y limpian los líquidos del parto que los cubren... A las pocas horas del nacimiento los machos llevan a las crías sobre sus dorsos, les cuidan el pelaje y los protegen... Una gran

porción de la jornada de un macho está dedicada al cuidado de las crías, y los padres más solícitos devuelven sus hijos a la madre solamente para que mamen...

Los machos también permiten a las crías tomar comida de sus manos y bocas. Los alimentos que comparten son los que las crías tienen dificultad en conseguir o aprovechar, como insectos grandes y móviles o frutos de cáscara dura...

Los machos son violentamente protectores y defienden a las crías contra cualquier amenaza real o imaginada. Ha habido diminutos machos de tití leonado que en cautividad se han lanzado contra intrusos tan intimidantes como monos lanudos, macacos y hombres.<sup>38</sup>

## LA ARQUÍMEDES DE LOS MACACOS

Algunos lo atribuyen a su genio natural. Mientras que en opinión de otros estos resultados, que por su aspecto parecen fáciles y poco trabajados, son el producto de un esfuerzo y un trabajo increíble. Por mucho que uno investigara no conseguiría nunca llegar a la prueba, y sin embargo cuando uno la ve cree inmediatamente que lo habría descubierto, tan liso y rápido es el camino por donde él nos lleva a la conclusión... Así era Arquímedes.

PLUTARCO, «Marcelo»,  
en *Vidas de los nobles griegos y romanos*<sup>1</sup>

Los hombres no hemos evolucionado de ninguna de las doscientas especies de primates que viven hoy en día. Pero nosotros y ellos hemos evolucionado conjuntamente de una sucesión de antepasados comunes. A medida que reconstruimos el árbol genealógico de los primates descubrimos quiénes son nuestros parientes más próximos. El comportamiento de los primates varía tanto, incluso entre especies del mismo género, que tiene una importancia real para hacernos una idea de quiénes somos, para saber quiénes son nuestros parientes más próximos.

La respuesta, como ya hemos dicho, parece ser que los chimpancés son nuestros parientes más próximos, que comparten con nosotros un 99,6 % de nuestros genes activos. Sabemos por las secuencias de ADN, aunque podríamos haberlo supuesto ya, que los bonobos y los chimpancés comunes se parecen mucho más entre sí que ambos a nosotros.<sup>2</sup> Pero un 99,6 % es un porcentaje muy alto. Debemos de compartir muchas características de ambas especies. (De hecho tiene que haber rasgos de comportamiento compartidos por nosotros y por nuestros primos primates más lejanos.)

El estudio de datos moleculares y anatómicos y el registro de las rocas permite dibujar todo el árbol genealógico de los primates, por lo menos de modo aproximado, y ponerle fechas. Los datos de los huesos y de las moléculas no concuerdan de modo exacto, si bien empiezan ya a converger. En la presente obra hemos dado más crédito a las secuencias de genes y a los datos de hibridación del ADN. De conformidad con los datos moleculares, los gorilas se separaron de la línea evolutiva que condujo hasta nosotros hace unos 8 millones de años. El antepasado co-

mún de los hombres y de los chimpancés, todavía no identificado y actualmente extinguido, se separó de los gorilas quizá un millón de años después. Después de ellos, los linajes de los chimpancés y los hombres comenzaron a evolucionar muy rápidamente hacia sus destinos separados.<sup>3</sup> En un planeta que ha estado habitado durante un tiempo mil veces más largo, esta época es bastante reciente, tan reciente como las dos últimas semanas en la vida de una persona de cincuenta años. Esto no significa que los mismos hombres y chimpancés empezaran a existir hace 6 millones de años. Significa únicamente que nuestra rama común del árbol evolutivo se bifurcó en aquella época.

Para comprender mejor nuestra naturaleza de primates y su desarrollo, remontémonos hacia fines de la era mesozoica, hace unos 100 millones de años. Esto equivale a remontarse a un año atrás en la vida de una persona de mediana edad. Ya en aquel entonces había mamíferos, pero no eran fáciles de descubrir. El día estaba dominado por los dinosaurios, entre ellos algunas de las máquinas de matar más terribles que hayan evolucionado sobre la faz de la tierra. Se cree que nuestros antepasados mamíferos eran tímidos, débiles y pequeños. Tenían, en general, el tamaño de un ratón. Algunos de los dinosaurios pueden haber sido animales de sangre fría (aunque esto sea todavía motivo de discusión), como todos los reptiles y anfibios de hoy en día. En tal caso, los dinosaurios cuando llegaba el fresco de la noche, y sobre todo en invierno, cerraban la tienda, especialmente los más pequeños, que cazaban mamíferos del tamaño de ratones y eran más vulnerables al frío. Pero los mamíferos tenían sangre caliente y por lo tanto podía estar fuera toda la noche.

Imaginemos una noche iluminada por la luna en la que los adversarios de los mamíferos yacían tirados por el suelo, atontados por el sueño. Aquél era el momento adecuado para que nuestros antepasados salieran a llevar a cabo sus humildes tareas: atrapar gusanos, roer hojas, aparearse, cuidar de sus crías. Pero para poder funcionar bien en las tinieblas tenían que utilizar con mucha eficacia sentidos distintos de la vista, por lo que en aquella época fue evolucionando el cerebro de los mamíferos junto con mecanismos complejos para oír y oler mejor, que eran las armas de que disponían para superar a algún dinosaurio que pudiera estar cazando de noche.

Nuestros antepasados pasaban el día dormidos en sus madrigueras y quizá se removían inquietos soñando pesadillas diurnas de hileras tras hileras de dientes puntiagudos y rápidos y huidas por los pelos a un lugar seguro. Quizá toda su vida trans-



curría entre sustos y cuando daban un paso a la luz del día iban con el corazón en la boca del estómago deseando que fuera ya de noche.

Hace sesenta y cinco millones de años, parece que el impacto de un pequeño cuerpo interplanetario alteró de modo catastrófico el medio ambiente del planeta exterminando a los dinosaurios y permitiendo que los mamíferos, que hasta aquel momento tenían una importancia insignificante, florecieran y se diversificaran. Ignoramos si había primates tan temprano, o si había otros mamíferos que evolucionaron rápidamente hasta convertirse en primates. Sabemos por los datos fósiles que pequeños animales parecidos a monos y que quizá sólo pesaban unos decenas de gramos y tenían dientes de un milímetro de largo vivían en lo que ahora es Argelia inmediatamente después de la extinción de los dinosaurios.<sup>4</sup> Hace cincuenta millones de años (seis meses en la vida de nuestro cincuentón) había primates arbóreos viviendo en un Wyoming subtropical.<sup>5</sup> Los dientes caninos de los machos eran el doble de largos que los de las hembras. Si podemos basarnos en el significado de esta diferencia entre los monos contemporáneos, los machos abusaban de las hembras, establecían jerarquías de dominancia, competían entre sí y probablemente mantenían harenes. Todo esto nos ha acompañado desde los inicios del orden de los primates.

Se piensa que los primeros primates eran muy parecidos a los primitivos mamíferos (con morros más largos, ojos a ambos lados de la cabeza y garras) que los monos, simios antropomorfos y hombres de hoy en día. Los llamados primates «inferiores» o prosimios, los lemures o los lorises, por ejemplo, pueden parecerse a los primates más primitivos. Basta mirarlos para comprender que son animales nocturnos. Tienen unos ojos atractivamente grandes para sus caras, con unas aperturas grandes que constituyen una adaptación a la visión nocturna en un mundo iluminado únicamente por la luna y las estrellas.

Los primates se comunicaban en parte probablemente rociando olores de glándulas especializadas.\* Tenían cerebros para pensar —de tamaño grande en comparación con el de sus cuerpos—, visión estereoscópica para ver y manos para manipular su en-

\* Los machos de lemur de cola anillada esparcen sobre sus colas una feromona que segregan y luego hacen ondear estos apéndices prominentes con bandas negras y blancas para que el olor se difunda por el aire. Esto sirve principalmente para competir buscando hembras. Al parecer el lemur más aromático tiende a ganarse a la hembra más atractiva. En una especie de lemur, todos los machos adultos pueden recibir respuesta al movimiento de las colas en la misma noche, porque todas las hembras adultas entran en estro al mismo tiempo, a la luz de la luna plateada (y llena).

torno. Habían aparecido ya probablemente rituales de la jerarquía de dominancia típica de los primates, incluida la presentación de sus traseros por ambos sexos como gesto de sumisión ante un macho dominante.

La primitiva evolución de los primates estuvo caracterizada por una profunda transformación de seres de la noche en animales habituados a la luz del día, la correspondiente supresión del sentido del olfato<sup>6</sup> y el mejoramiento de la visión, el desarrollo de músculos faciales para poder comunicar con la expresión los estados de ánimo, un vínculo todavía más fuerte entre madre e hijo, un período más prolongado de dependencia infantil y una mejor capacidad de los nuevos centros cerebrales superiores para moderar la agresión y demás pautas de comportamiento derivadas de las capas más antiguas e inferiores. Todo esto produjo a su vez cambios importantes en la sociedad de los primates: Cuanta menos agresión hay, más posible es una auténtica vida comunal; cuanto más prolongada es la infancia, los padres pueden enseñar más a sus hijos. Evolucionaron entonces rápidamente las alianzas y los grupos de apoyo, la reconciliación, la promesa, el perdón, el recuerdo del comportamiento pasado de individuos determinados y la planificación de las actividades futuras. Nuestros antepasados habían avanzado ya bastante por el camino que conduciría a una mayor vigilancia, inteligencia, capacidades de comunicación y amor.

Después de la extinción de los dinosaurios, los mamíferos salieron a la luz del día. Durante un tiempo debieron de sentirse seguros y libres. Pero los mamíferos que crecían, se multiplicaban y se diversificaban acabaron convirtiéndose en comida demasiado buena para poder ignorarla. Empezaron a devorarse unos a otros. Evolucionaron entonces depredadores, incluidas las aves de rapiña. El turno de día se hizo cada vez más peligroso. Por ejemplo, en un estudio de las modernas arpías —águilas de Sudamérica— el 39 % de las «piezas cobradas» que llegan al nido son partes de cuerpos de monos.<sup>7</sup> A la luz del día uno tiene que estar siempre alerta. La defensa mutua —vigilar el cielo, por ejemplo, y establecer un sistema de sirenas cuando se aproxima un águila— se convierte en un elemento esencial.

Los papiones que recolectan comida cuando se enfrentan con depredadores suelen responder cerrando filas y moviéndose más rápidamente.<sup>8</sup> Algunos comportamientos colectivos que podrían calificarse fácilmente de militares constituyen una respuesta adaptativa de muy antigua tradición a la amenaza de los depredadores. Los depredadores hábiles pueden obligar a su posible presa a evolucionar rápidamente y a adoptar la visión binocular, la acrobacia arbórea, el apoyo mutuo, capacidades de com-

bate que se desinhiben rápidamente y las virtudes militares en general.

Los monos nacen con la capacidad de reconocer la importancia de distintas expresiones faciales, si bien la respuesta justa a estas expresiones depende de la experiencia y la formación. Hay neuronas cerebrales individuales que se disparan de modo preferente cuando el mono ve los ojos o la boca de otro mono. Existe incluso un tipo de célula cerebral que responde de modo específico a la postura agachada o de reverencia. Las expresiones faciales y la postura del cuerpo tienen un sentido en el orden de los primates que es innato y no una simple convención social. La mirada del macaco de la India que significa «ven acá» consiste en sacar la barbilla y fruncir los labios; si uno es un macaco de la India (de cualquier sexo) es importante conocer desde los inicios de la carrera, el significado de este gesto.

Una de las aplicaciones a las que se destinó el cerebro de los primates en su evolución fue recordar los agravios. Los monos generalmente hacen las paces minutos después de pelearse, a menudo montándose ceremonialmente uno a otro. Los chimpancés machos pueden necesitar horas o días para ello, y las hembras desempeñan a menudo la función de conciliadoras. Pero las hembras entre sí perdonan menos y pueden recordar los agravios durante el resto de su vida. Las personas de ambos sexos pueden necesitar desde momentos hasta milenios. Incluso entre los monos, el resentimiento latente contra un individuo puede ampliarse a menudo y afectar a sus parientes. Entre las muchas formas sociales nuevas inventadas por los primates hay las enemistades heredadas y las venganzas, que a veces se prolongan durante muchas generaciones y son una premonición de los inicios de la historia.

La agresión, la dominación, la territorialidad y el impulso sexual de los primates están mediados, como en la mayoría de los mamíferos, por la testosterona que circula en la sangre, y que suelen generar los testículos. Es casi seguro que lo propio sucedió con los primates primitivos y mucho antes que ellos. Cuanta más testosterona y demás andrógenos recibe el cerebro en desarrollo del feto, más características masculinas presentará el animal cuando crezca. Cuanto más bajo sea el nivel de testosterona en un macho, más moderadas serán estas tendencias y más probable será que se presente a los demás machos para que se lo monten. Pero el nivel de testosterona también reacciona ante la presencia del poder. El nivel de testosterona de machos de categoría inferior aumenta cuando se les presentan hembras en estro y no hay por los alrededores machos de categoría superior. Los primates se ponen a la altura de las

circunstancias, dentro de ciertos límites. El oficio hace al mono.

Los machos de muchas especies de primates muestran una marcada preferencia por compañeras sexuales que ya han tenido descendencia (lo que no sucede en general entre los hombres); las hembras más jóvenes quizá tengan que hacer esfuerzos especiales para ser atractivas.<sup>9</sup> Hemos descrito ya la atención con que los machos alfa de chimpancé guardan a sus hembras, pero sólo durante la ovulación. Sin embargo, el sexo entre los primates ha evolucionado transformándose en mucho más que el simple medio para reproducir y recombinar secuencias de ADN. El desarrollo de actividades sexuales durante todo el año, prácticamente compulsivas, que los observadores humanos califican de «promiscuas», «depravadas», «perversas» e «indiscriminadas» debe de tener un sentido. Actúan como mecanismo de socialización. Este elemento es muy evidente entre los bonobos que a pesar de los celos sexuales mantiene unido el grupo. Proporcionan vínculos de afecto, objetivos comunes, medios para identificarse con los demás, y una suavización de la agresión peligrosa. La esencia de las disposiciones de vida de los primates es una vida comunal gregaria, que participa de muchos aspectos reconocibles de la cultura y la sociedad humanas. Una de las motivaciones principales de esta vida comunal es el sexo.

Los modelos de vida adulta son esenciales entre animales en los que el aprendizaje infantil desempeña un papel tan esencial. Las jerarquías de dominación suavizan la violencia (pero no la agresión) dentro del grupo. La cooperación es importante en cualquier caza y es esencial en la caza de animales grandes, y a veces también es esencial para poder huir de los depredadores. Un estudio de treinta especies de primates en libertad descubrió que la probabilidad de que un individuo dado fuera devorado a fines de año es de una entre dieciséis.<sup>10</sup> Evadirse de los depredadores ha de tener una prioridad muy alta en el programa de vida de los primates, y la vida en comunidad permite una alerta temprana y una defensa colectiva.

Los monos vervet han abandonado un poco la relativa seguridad de la selva y se han aventurado en la sabana, donde hay menos lugares para refugiarse y más peligro. Se ha comprobado, reproduciendo grabaciones de sus llamadas, que emiten gritos de alarma específicos y fácilmente comprendidos que desencadenan acciones concretas: cuando aparece una serpiente pitón o una mamba negra todos se ponen de puntillas y escudriñan ansiosamente la hierba de los alrededores, cuando es un águila marcial todos miran cielo arriba y se refugian entre el follaje más espeso y cuando es un leopardo todos se encaraman rápidamente a un árbol. Diferentes depredadores provocan gritos dife-

rentes y un comportamiento de evasión diferente. Las respuestas son en parte aprendidas. Los individuos infantiles dan frenéticamente el grito de alarma de águila incluso cuando ven volar por encima a un ave que no es de rapiña y a veces reaccionan así ante la caída de una hoja. Poco a poco aprenden a distinguir mejor cada caso. Aprenden de la experiencia y de los demás. Tienen una gama de otros gruñidos más, algunos de los cuales creen entender los científicos; los vervet hacen pensar, por lo menos superficialmente, que están conversando entre sí. El carácter gregario estimula la inteligencia social por varios caminos distintos, y al parecer esta inteligencia está más desarrollada en los primates que en cualquier especie de la vida terrestre.

El terror que las serpientes inspiran a los vervet es compartido por papiones, chimpancés y muchos primates más. Basta presentar a los macacos de la India serpientes u objetos parecidos a serpientes para que salten de miedo. Si se lleva a cabo el mismo experimento con macacos criados en el laboratorio que no han visto nunca una serpiente, se excitan mucho menos, aunque algunos se espantan. En un experimento, la fobia que los chimpancés tienen a las serpientes se transformó en algo casi tolerable al ofrecerle un plátano cada vez que el chimpancé veía una serpiente.<sup>11</sup> ¿No es hereditario el miedo a las serpientes sino algo que las madres enseñan a sus bebés? ¿O se trata de un temor innato que se suaviza en los monos de laboratorio porque acaban acostumbrándose a objetos inofensivos parecidos a ofidios, por ejemplo mangueras? ¿Qué es: herencia o entorno? ¿Está codificado en el ADN el conocimiento del aspecto que una serpiente debe de tener y el conocimiento de que no puede esperarse nada bueno de ellas? ¿O se trata únicamente de que los primates niños estudian siempre a sus mayores y copian lo que ven hacer?

La respuesta es, casi con seguridad, una mezcla de ambos elementos. Parece que el cerebro de los primates tiene innato un programa de odio a las serpientes. Pero no es un programa cerrado, inaccesible a nueva información del mundo exterior. Se trata de un programa abierto que la experiencia, por ejemplo, puede modificar. «Durante mi vida he visto a muchas serpientes que no hacen mucho daño, o sea que voy a estar más tranquilo con ellas», o bien «Cada vez que veo a una serpiente aparece milagrosamente un plátano; también ellas tienen algo bueno». La mayoría de programas de los primates son abiertos, adaptativos, maleables, ajustables a nuevas circunstancias y, por lo tanto, tienen elementos de ambivalencia, complejidad e incoherencia.

En una cronología moderna típica,<sup>12</sup> la línea que lleva hasta nosotros se separó de los monos del Viejo Mundo hace unos 25

millones de años; de los gibones hace 18 millones de años; de los orangutanes hace unos 14 millones de años; de los gorilas hace unos 8 millones de años; y de los chimpancés hace unos 6 millones de años. Los bonobos y los chimpancés comunes se separaron hace sólo unos 3 millones de años. Nuestro género, *Homo*, tiene una antigüedad de 2 millones de años. Nuestra especie, *Homo sapiens* tiene quizá de 100 000 a 200 000 años de antigüedad, el equivalente al último día en la vida de nuestro hombre de cincuenta años.

Los primates, entregados a una vida social comunitaria, sometidos a una presión intensa por parte de los depredadores, con cerebros que evolucionaban rápidamente y habiendo institucionalizado la educación de los jóvenes, han estado desarrollando nuevas formas de inteligencia. Su curiosidad, sus tendencias experimentales y su rapidez intelectual explican en parte sus éxitos.

Un primatólogo japonés describió un conjunto notable de fenómenos que acaecieron en una colonia de macacos aislada en una pequeña isla llamada isla Koshima. Al principio, en 1952, había sólo veinte monos, y el número casi se triplicó durante el decenio siguiente. El suministro natural de alimentos en Koshima era inadecuado y hubo que abastecer a los monos con boniatos y trigo que los primatólogos dejaban en la orilla cuando iban a observarlos.

Como sabe quien haya ido alguna vez de picnic a la playa, la arena se pega a la comida y produce una sensación desagradable al masticarla. En setiembre de 1953 una hembra de un año y medio de edad llamada *Imo* descubrió que podía lavar la arena de sus boniatos sumergiéndolos en las aguas de un riachuelo cercano.

Después de *Imo*, el siguiente individuo que aprendió a lavar los boniatos fue la compañera de juego de *Imo*, quien lo hizo en octubre. La madre de *Imo* y otro macho de la misma categoría empezaron a lavar los tubérculos en enero de 1954. En años sucesivos (1955 y 1956) tres monos parientes de *Imo* (hermano menor, hermana mayor y sobrina) y cuatro animales de otros linajes (dos eran un año más jóvenes y dos un año más viejos que *Imo*) empezaron a hacer lo mismo. Por lo tanto, y si se exceptúa la madre, todos los individuos que aprendieron rápidamente a lavar los boniatos eran de igual categoría que *Imo* o jóvenes parientes cercanos de ella...

Después de 1959, cambió la modalidad de esta transferencia

de información. Lavar los boniatos ya no era un nuevo modo de comportamiento: cuando nacían las crías veían a la mayoría de sus madres y monos mayores lavando los boniatos y aprendieron este comportamiento de ellos al mismo tiempo que aprendían el repertorio corriente de alimentos del grupo. Durante el período en que las crías dependen de la leche de sus madres éstas las llevan al borde del agua. Mientras las madres lavan los boniatos las crías observan cuidadosamente y se llevan a la boca trozos de boniato que las madres echan en el agua. La mayoría de crías adquieren la habilidad de lavar boniatos cuando tienen de uno a dos años y medio de edad...

En el segundo período (de 1959 a la actualidad, el período de «difusión precultural»), la adquisición de la capacidad de lavar boniatos se produjo con independencia del sexo y de la edad. Durante el segundo período, casi todos los individuos... adquirieron el hábito por sus madres o compañeros de juego cuando eran lactantes o jóvenes.

Pero quedaba el problema del trigo con arena, hasta que tuvo lugar la segunda epifanía de *Imo*:

En 1956, cuando *Imo* tenía 6 años de edad, tomó un puñado de trigo mezclado con arena y lo llevó al riachuelo. Cuando lo soltó en el agua, la arena se fue al fondo e *Imo* pudo recoger el trigo que flotaban en la superficie del agua, ya limpio. Algunos de los demás monos adoptaron también esta técnica de «minería de placeres»\* y pronto la aprendió un número creciente de animales...

La minería de placeres se difundió con bastante lentitud, comparada con el lavado de boniatos.

La minería de placeres parece precisar una comprensión mayor de relaciones complejas entre objetos y quizá es especialmente difícil de aprender porque el mono tiene que «tirar» primero la comida, mientras que en el lavado de boniatos puede guardar el tubérculo desde el principio hasta el final.<sup>13</sup>

*Imo* era un genio de los primates, una Arquímedes o una Edison de los macacos. Sus inventos se difundieron lentamente: la sociedad de los macacos, como las sociedades tradicionales humanas, es muy conservadora. Quizá el hecho de que perteneciera a una familia de alto rango en una especie que practica el matriarcado hereditario contribuyó a su aceptación. Como suele suceder, los machos adultos fueron los más lentos en ponerse al día y se mantuvieron tozudos hasta el final; una hembra in-

\* Utilizada en el lavado con batea del oro.

ventó el proceso, otras hembras lo copiaron, y luego lo adoptaron los jóvenes de ambos sexos. Al final, las crías lo aprendieron en el regazo de sus madres. La resistencia de los machos adultos tiene algún significado. Los machos son terriblemente competitivos y obsesionados por la jerarquía. No tienen mucha tendencia a la amistad o incluso a concluir alianzas. Quizá imaginaron una humillación inminente, que si imitaban a *Imo* estarían siguiendo sus instrucciones y en cierto modo se pondrían a su servicio con lo que perderían su posición de dominación. Estos machos prefirieron comer arena.

No se conoce ningún grupo más de macaco en ninguna parte del mundo que haya hecho tales inventos. Es cierto que hacia 1962 los macacos de otras islas pequeñas y de la isla principal aprovisionados recientemente con boniatos, empezaron a lavar su comida. Pero no está claro que lo hicieran porque lo inventaron independientemente o por difusión cultural. Por ejemplo, en 1960 *Jugo*, un macaco experto en lavar boniatos, nadó de Koshima a una isla próxima donde vivió durante cuatro años y pudo haber aleccionado a los macacos del lugar.<sup>14</sup> Quizá hubo otros Arquímedes macacos o quizá no. *Imo* es el único caso que conocemos con certeza.

Se necesitó una generación para que estos dos inventos de utilidad obvia fueran aceptados ampliamente.<sup>15</sup> El carácter conservador, la casi inmovilidad de los prejuicios populares, la resistencia a adoptar nuevos sistemas aunque sean evidentes sus ventajas, es una tendencia que no se limita a los macacos japoneses.<sup>16</sup> Quizá la flema de los machos adultos se debe en parte a que la capacidad de aprender se va perdiendo con la edad. Los adolescentes humanos parecen mucho más capaces de manejar por ejemplo una computadora personal o de programar una grabadora de vídeo. Pero esto no explica que las hembras adultas aprendieran con mucha mayor facilidad que sus equivalentes de sexo masculino.

Podemos ver aquí que estos inventos, realizados en grupos diferentes casi aislados pueden provocar una diferenciación cultural incluso entre monos. Es de suponer que una especie de primates mucho más innovadora, en la que varios grupos están en contacto, en conflicto o en competición, podría idear formas espectacularmente nuevas de cultura y tecnología.

Según un primitivo mito argelino, hace mucho tiempo los monos podían hablar, pero los dioses los dejaron mudos por las transgresiones que cometieron. Existen muchas historias parecidas en África y en otros lugares.<sup>17</sup> Según otra historia africa-



na muy difundida, los monos pueden hablar, pero prefieren prudentemente abstenerse de ello, porque si los hombres ven que los monos hablan los pondrán a trabajar inmediatamente. Su silencio es una demostración de su inteligencia. En ocasiones los indígenas presentan un chimpancé de habilidades muy notables a un explorador visitante y le dicen que puede hablar. Pero ninguno de ellos lo hizo, por lo menos mientras tenía delante al explorador.

*Lucy* fue un chimpancé célebre. Fue uno de los primeros simios que aprendió a utilizar un lenguaje humano. La boca y la garganta de los chimpancés no están configurados para el habla como las nuestras. En el decenio de 1960 los sicólogos Beatrice y Robert Gardner se preguntaron si los chimpancés podían tener la capacidad intelectual del lenguaje, a pesar de que no podían hablar debido a las limitaciones de su anatomía. Los chimpancés tienen capacidades formidables. Los Gardner decidieron, pues, enseñar a un chimpancé llamado *Washoe* un idioma de gestos, el ameslan, el lenguaje estadounidense de signos que utilizan las personas con audición impedida. Cada gesto del lenguaje puede representar una palabra, y no una sílaba o un sonido, y en este aspecto el ameslan se parece más a los ideogramas chinos que a los alfabetos griego, latino, árabe o hebreo.

Las hembras jóvenes de chimpancé demostraron ser buenas alumnas. Algunas llegaron a dominar vocabularios de centenares de palabras. Julian Huxley, el nieto de T. H. Huxley y un destacado biólogo de la evolución, había afirmado que «muchos animales pueden expresar el hecho de tener hambre, pero ninguno, a parte del hombre, puede pedir un huevo o un plátano».<sup>18</sup> Ahora teníamos a chimpancés que pedían ansiosamente plátanos, naranjas, galletas de chocolate y muchas cosas más, representada cada una por un signo o símbolo distinto. Sus comunicaciones eran a menudo claras, sin ambigüedad y al parecer estaban en su contexto, como han podido atestiguar el público encantado de personas con audición impedida que han visto películas de chimpancés hablando con signos. Se informó de que aquellos chimpancés podían utilizar sus signos con una gramática elemental bastante coherente, y que podían inventar a partir de las palabras que conocían frases que no habían visto nunca. Se comprobó que los chimpancés generalizaban una palabra como «más» aplicándola a contextos nuevos, como «más ir» y «más fruta».<sup>19</sup> Un cisne evocó el neologismo espontáneo de «ave de agua» que las personas utilizan de modo independiente y coherente.

*Lucy* fue una de las primeras. Fue ella quien firmó «bebida caramelo» después de probar por primera vez un melón, y «co-

mida llorar daño» después de experimentar con un rábano. Se dice que llegó a poder distinguir el significado de «*Lucy* cosquillea *Roger*» del de «*Roger* cosquillea *Lucy*». Hacer cosquillas es parecido a cuidar del pelaje. Mientras estaba pasando ociosamente las páginas de una revista *Lucy* hizo el signo de «gato» al ver la foto de un tigre, y el de «bebida» cuando vio un anuncio de vino. *Lucy* tenía una madre adoptiva humana; al fin y al cabo sólo tenía unos años durante su experiencia de laboratorio con el lenguaje, y los chimpancés jóvenes necesitan mucho apoyo emocional. Un día, cuando su madre adoptiva, Jane Temerlin, se fue del laboratorio, *Lucy* se la quedó mirando y dijo con signos «yo llorar», «llorar yo».

Se ha descubierto a menudo que los simios capaces de hablar en ameslan se hacen signos unos a otros cuando piensan que nadie los ve. Quizá se trataba únicamente de un juego con palabras, y querían divertirse con la nueva habilidad que estaban aprendiendo. O quizá era un experimento para ver si podían conjurar «fruta», por ejemplo, de la nada cuando no había nadie presente, con sólo formar las palabras correctas. El sistema había funcionado bien cuando había personas presentes.

Se debate científicamente hasta qué punto *Lucy* y sus compañeros comprendían el lenguaje de gestos que estaban utilizando y hasta qué punto se limitaban a memorizar secuencias de signos cuyo significado real no conseguían captar. También es un tema de discusión hasta qué punto las crías de hombre cuando aprenden su primer lenguaje hacen una cosa u otra.

Quizá sólo se tomó nota de los aciertos y no de los fallos; es decir que quizá *Lucy* y los demás chimpancés considerados expertos en ameslan generaban una gran variedad de signos más o menos al azar que los observadores humanos anotaban cuando tenían un sentido contextual y discutían luego en las reuniones científicas, pero que eran ignorados si resultaban irrelevantes o ininteligibles. Ésta es una falacia anecdótica\* que aparece constantemente en esta rama de la ciencia. Pero las anécdotas son abundantes y sorprendentes.

Uno de los exámenes más completos de las capacidades lingüísticas y gramaticales de los simios fue realizado por el sicólogo Herbert Terrace y sus colegas, quienes grabaron en videocinta casi veinte mil intentos de signos creados por un chimpancé macho llamado *Nim*.<sup>20</sup> El animal dominó más de cien signos gestuales distintos. *Nim* decía regularmente con signos «Jugar yo» o «*Nim*

\* Llamada también la falacia de la enumeración de circunstancias favorables. No se supone que hubo engaño; se trata solamente de uno de los fallos lógicos en que pueden caer los hombres. Tendemos a ser observadores apasionados.

comer» en su contexto y con una comprensión aparente. Pero Terrace llegó a la conclusión de que no había pruebas de que *Nim* pusiera juntos más de dos signos de un modo coherente y adecuado al contexto. La longitud media de sus frases era inferior a dos palabras. La frase más larga registrada fue: «Dar naranja yo dar comer naranja yo comer naranja dar yo comer naranja dar yo tú.» La expresión parece algo frenética, pero las naranjas son sabrosas, los chimpancés no se caracterizan por su paciencia, y quien haya pasado un rato con un niño pequeño y excitado puede reconocer la sintaxis. Obsérvese que cuatro de las palabras no son redundantes («dar yo naranja tú») y que ninguna palabra no relacionada con esta petición urgente se incluye en las dieciséis. Dar énfasis repitiendo palabras es corriente en los idiomas humanos. Pero la simplicidad de las frases de los chimpancés ha hecho que su lenguaje no impresione las mentes de muchos sicólogos y lingüistas. También critica a *Nim* por interrumpir los signos de sus maestros con sus propios signos, por ser demasiado imitativo (repitiendo las observaciones de sus maestros) y por no inventar reglas gramaticales como la secuencia sujeto-predicado.

Esta labor también se ha criticado. Los chimpancés precisan de vínculos emocionales estrechos para poder realizar tareas sociales y como es lógico, los necesitan sobre todo para aprender algo tan difícil como el lenguaje; en cambio *Nim* tuvo sesenta maestros diferentes durante un período de cuatro años. Hay una tensión entre el entorno cariñoso y de relación personal necesario para enseñar el uso del lenguaje y los protocolos estériles desde el punto de vista emocional que permiten asegurar, con gran probabilidad, que los resultados científicos no estuvieron contaminados por el entusiasmo de los experimentadores. Se ha observado con frecuencia que los simios utilizan signos del modo más creativo cuando lo hacen en circunstancias espontáneas de su vida diaria, y no en sesiones experimentales. También se hizo mucho hincapié en el aprendizaje por repetición durante los experimentos con *Nim*, precisamente lo contrario de la espontaneidad. Las quejas en el sentido de que *Nim* interrumpía a su maestro han sido criticadas a su vez, porque quienes hablan ameslan pueden hacer signos simultáneamente sin interferirse en lo que dicen, lo cual es una ventaja de los signos sobre el habla. La imitación retrasada es precisamente lo que hacen los niños cuando aprenden a hablar por primera vez. Por todos estos motivos continúa sin saberse la capacidad gramatical que puedan demostrar los simios.<sup>21</sup>

Pero es evidente que los chimpancés pueden utilizar algo parecido a los rudimentos del lenguaje con una facilidad muy su-

perior a lo que se imaginaba posible antes de los experimentos de los Gardner. Pueden asociar sin ambigüedad ciertos signos con ciertas personas, animales u objetos, lo que no debería sorprendernos si recordamos que hay monos con gritos de alarma distintos y estrategias de evasión distintas ante especies distintas de depredadores. Los chimpancés han dominado un vocabulario elemental de unos centenares de palabras, comparable a lo que puede lograr un niño de dos años. Se ha observado que los chimpancés que tienen cierto conocimiento de estos signos y que se han criado juntos utilizan espontáneamente estos signos entre sí. Se informa por lo menos de un caso en que un joven chimpancé que no había recibido formación de ninguna persona aprendió docenas de signos de otro chimpancé experto en ameslan.<sup>22</sup>

«Podemos considerar demostrado —dijo el sicólogo William James— que la diferencia más elemental y única entre la mente humana y la de los animales es la deficiencia por parte del animal de asociar ideas por semejanza.» James consideró que esto explicaba el carácter único del hombre de modo más fundamental que la razón, el lenguaje y la risa, todo lo cual, aseguró James, aparece cuando se reconocen semejanzas entre ideas.<sup>23</sup>

Se enseñó a algunos chimpancés un símbolo común para describir una cualquiera de tres comidas, y otro para describir una cualquiera de tres herramientas. Luego se le enseñaron los nombres individuales de otras comidas y herramientas y se les pidió que los situaran en sus categorías adecuadas, no las nuevas comidas o herramientas en sí, sino los nombres arbitrarios de las nuevas comidas y herramientas. Lo hicieron excepcionalmente bien.<sup>24</sup> ¿Cómo es posible, a no ser que los chimpancés razonen, que formen ideas abstractas y «asocien ideas por semejanza»? Se dio a otra chimpancé domesticada, *Viki Hayes*, dos montones de fotos, uno de personas y el otro sin personas, y un montón más de fotos, y se le pidió que las clasificara. El resultado fue perfecto, con una pequeña excepción: la chimpancé puso su foto entre las de las personas.

La sicóloga Sue Savage-Rumbaugh<sup>25</sup> y sus colegas idearon un teclado con 256 lexigramas en sus dos lados. Cada lexigrama representa algo que interesa a los chimpancés: «cosquillas», «perseguir», «zumo», «pelota», «bicho», «arándano», «plátano», «jardín», «cinta de vídeo», etcétera. Los lexigramas no son imágenes de sus referentes, sino figuras geométricas o abstractas relacionadas únicamente por una convención arbitraria con lo que representan. Los científicos intentaron enseñar este lenguaje lexicográfico a una bonobo adulta, pero resultó una buena alumna. Su hijo de seis meses, *Kanzi*, acompañaba a menudo a su madre

a estas sesiones de enseñanza y los científicos generalmente no le hacían caso. Dos años después, *Kanzi* tras haber observado a fondo las rutinas del laboratorio sin que se las hubieran enseñado nunca (por ejemplo, recibir un plátano por haber apretado la tecla con el lexigrama de plátano) demostró que estaba aprendiendo lo que intentaban enseñar a su madre. (Al final su interés resultó difícil de ignorar: *Kanzi* saltaba encima de la mano de su madre, encima de su cabeza o sobre el teclado cuando ella iba a seleccionar un lexigrama.) El estudio se centró entonces en *Kanzi*.

A los cuatro años de edad *Kanzi* había dominado el teclado y utilizaba corrientemente lexigramas para pedir, confirmar, imitar, escoger una alternativa, expresar una emoción o simplemente comentar. El chimpancé señalaba el curso futuro de una acción y luego la ejecutaba. Cuando combinaba dos lexigramas de acción predecía (o mejor dicho revelaba) la inminente secuencia de hechos; si tecleaba «perseguir, cosquillar» perseguía y luego hacía cosquillas al experimentador o a otro chimpancé, y muy raramente hacía cosquillas antes de perseguir. *Kanzi* tecleaba «esconder cacahuete» y luego hacía exactamente esto. Parece difícil negar que *Kanzi* tenía una imagen mental de sus previstas acciones futuras, y en el orden correcto. A medida que pasaba el tiempo, *Kanzi* desarrolló otras reglas gramaticales, especialmente la de poner la acción antes del objeto, y no a la inversa («morder tomate», en lugar de «tomate morder»). Inventar una gramática es mucho más impresionante que simplemente aprenderla. Sin embargo, después de unos años casi el 90 % de las expresiones de *Kanzi* se limitaba a un único símbolo;\* raramente comprendían más de dos símbolos. Es el mismo resultado que se observó en *Nim*. Quizá estamos llegando a alguna limitación fundamental en la capacidad de los chimpancés para el lenguaje.

*Kanzi* ha demostrado, también mediante un descubrimiento accidental, que puede comprender cientos de palabras del inglés hablado. Pongamos auriculares sobre sus oídos, situémonos en otra habitación, pidámosle algo por micrófono y veremos en las videocámaras que está haciendo lo que le pedimos. Con este sistema es imposible comunicar pistas gestuales del experimentador al simio. Siguen ejemplos típicos de más de 600 peticiones inéditas, a las que *Kanzi* respondió perfectamente: «Pon la mochila en el coche», «¿Ves la piedra?», «¿Puedes ponerla en el sombrero?», «Saca los hongos fuera», «Clava el cuchillo en la naranja», «Come el tomate», «Quiero que *Kanzi* agarre a *Rose*». Incluso

\* Según un experto esta frase equivale a afirmar: «El 90 % de los materiales excavados de una mina de oro no es oro.»

algunos de los errores del simio no eran tan malos. Cuando se le preguntó «¿Puedes poner la goma elástica sobre el pie?», se la puso rápidamente sobre la cabeza.<sup>26</sup> Sus respuestas fueron comparables a las de un niño de dos años y medio al que se puso a prueba con el mismo experimento. Se ha comprobado que otros bonobos también entienden el inglés hablado.

A *Kanzi* le gusta jugar a pelota. Si uno esconde la pelota en uno de los siete lugares escogidos en el bosque de 22 hectáreas de extensión del laboratorio y le dice con un lexigrama o hablando dónde está la pelota, *Kanzi* se dirige con gran precisión hacia el lugar, busca la pelota y la encuentra.<sup>27</sup> En este caso comprender inglés hablado tiene un premio. Pero en la mayoría de los casos *Kanzi* no recibe premios excepto la aprobación de los hombres y quizá alguna sensación gratificante del poder de la comunicación. Los motivos de un niño que está aprendiendo a hablar quizá no sean muy diferentes.

En un laboratorio diferente, una chimpancé llamada *Sarah* pudo reconocer que el rojo caracteriza más a las manzanas que el verde (no le enseñaron la variedad *Granny Smith*), y que un cuadrado con un tallo era una representación mejor de una manzana que un cuadrado sin el tallo. También pudo asociar las palabras de cada una de estas propiedades de una manzana con la palabra manzana, y estas palabras no era en ameslan, sino en un lenguaje simbólico de fichas de plástico que le habían enseñado y que no se parecían a los objetos en cuestión.<sup>28</sup> («Manzana», por ejemplo, estaba representada por un pequeño triángulo azul.) ¿Cómo puede ser tal cosa a no ser que los chimpancés sean capaces de abstraer y de formar categorías?

Otros experimentos han demostrado que los chimpancés son capaces de razonar por analogía y con inferencias transitivas, algo que los descubridores de este aspecto del pensamiento de los chimpancés describen del siguiente modo: «“A r B, B r C, entonces A r C”, donde r es una relación transitiva, como mayor que.»<sup>29</sup> (Es posible, por lo que sabemos, que algunos críticos que ni siquiera comprendan la frase anterior nieguen que los chimpancés puedan razonar.) Se ha interpretado también otros experimentos en el sentido de que los chimpancés atribuyen estados mentales a otros o, como dijeron los sicólogos David Premack y G. Woodruff, que los chimpancés tienen una «teoría de la mente».<sup>30</sup>

Los chimpancés son lingüísticamente deficientes, por lo menos hasta ahora, en gramática y sintaxis. Les faltan oraciones subordinadas, artículos y preposiciones, tiempos verbales, conjugaciones de verbos y otros elementos, como les sucede a las crías de hombre que empiezan a aprender un idioma. La falta

de esta maquinaria gramatical impide expresar con lucidez ideas incluso muy simples; tienden a acumularse los malentendidos. Si tenemos en cuenta que los vocabularios son reducidos, la situación se parece a la de un estadounidense de media edad que, sobre la base del francés que aprendió en el bachillerato y que apenas recuerda, intenta que le comprendan en un pueblo de la Provenza. Una analogía mejor podría ser la de los idiomas macarrónicos que nacen en la zona de contacto de dos o más idiomas humanos plenamente realizados pero muy diferentes; a pesar de su facilidad lingüística, los hablantes retornan a una especie de idioma de chimpancé. Es curioso, pero nadie ha llevado a cabo un esfuerzo serio y sistemático para enseñar a los simios gramática y sintaxis,<sup>31</sup> por lo que no podemos estar seguros que esto supere sus capacidades. «Hasta entonces —escribe un lingüista moderno— no puede excluirse enteramente la posibilidad, por improbable que parezca, de que los simios puedan adquirir el lenguaje en su sentido más completo.»<sup>32</sup>

Savage-Rumbaugh y sus colaboradores aluden a la posibilidad de que los chimpancés y los bonobos demuestren una facilidad impresionante para aprender algo de los idiomas humanos porque disponen ya de sus propios lenguajes, vocales o gestuales, que todavía no se han descifrado.<sup>33</sup> La selección natural debe de facilitar mucho algún lenguaje rudimentario que permita anunciar la situación ocupada por una presa, por depredadores o por una patrulla hostil. Mucho antes de que los hombres y los chimpancés siguieran caminos diferentes, se estaban introduciendo probablemente en nuestros antepasados primates aptitudes considerables para el pensamiento, la invención y el lenguaje.

Pero a consecuencia en parte de los trabajos de Terrace y en parte debido a la dificultad percibida de llevar a cabo experimentos limpios, controlados y no anecdóticos en un ser tan emocional como un chimpancé, el apoyo financiero de muchos de estos estudios está a punto de desaparecer. En uno de los casos, las dificultades afectaron la colonia donde se enseñó el ameslan a los simios. Pasaron los años. El apoyo fue agotándose. Nadie parecía interesado ya en conversar con los chimpancés. El lugar se llenó de matas y de malas hierbas. Se iba ya a enviar a los reclusos a laboratorios para utilizarlos en experimentos médicos. Antes del final los visitaron dos personas que habían conocido el lugar en otra época. «¿Qué queréis?», preguntaron los visitantes en ameslan. «Llave», cuentan que contestaron con signos los dos chimpancés desde detrás de las rejas, uno después del otro. «Llave.» Querían salir. Querían escaparse. No se atendió su petición.<sup>34</sup>

Cuando los chimpancés se acercan a la madurez sexual su comportamiento cambia. Ambos sexos son entonces mucho más fuertes que las personas y pueden tener ataques impredecibles de alboroto y violencia. Así pues, a medida que los chimpancés se hacen mayores, es inevitable que los experimentadores se vean impulsados a utilizar jaulas de acero, collares, correas y agujeros eléctricos para el ganado. Los chimpancés deben de sentirse poco a poco traicionados por las personas y menos propensos a cooperar en sus extraños juegos de lenguaje. En la época en que se apoyaba generosamente las investigaciones, se consideraba prudente cuando los chimpancés empezaban a madurar finalizar los experimentos de enseñanza de lenguaje, experimentos que precisan un contacto diario cara a cara. A consecuencia de ello ignoramos cuáles pueden ser las capacidades lingüísticas de un chimpancé adulto. *Lucy*, como un actor niño que ha crecido demasiado, tuvo que jubilarse poco después de llegar a la pubertad. El laboratorio donde había demostrado sus capacidades en el lenguaje de los signos fue clausurado.

Jane Goodall, que por aquel entonces había pasado un decenio y medio viviendo con los chimpancés en la selva, quedó asombrada cuando conoció a *Lucy*.

*Lucy*, que había crecido como una niña humana, era como una criatura cambiada en la cuna, con su calidad esencial de chimpancé recubierta por varios comportamientos humanos que había adquirido a lo largo de los años. Ya no era puramente un chimpancé, pero estaba todavía a eras de distancia de la humanidad, era algo creado por el hombre, era otro tipo de ser. Vi asombrada cómo abría el refrigerador y varios armarios, encontraba botellas y un vaso y se preparaba un gin tonic. Se llevó la bebida delante de un televisor, encendió el aparato, pasó de un canal a otro y luego, como si la asqueara, apagó el aparato de nuevo. Escogió una revista ilustrada de la mesa y con el vaso todavía en una mano se sentó en una butaca confortable. De vez en cuando, mientras ojeaba la revista identificaba [en ameslan] alguna cosa que veía...<sup>35</sup>

En la segunda mitad de su vida *Lucy* vivió con otros chimpancés en una pequeña isla de Gambia. Su adaptación al África fue lenta y difícil, y acabó como un despojo demacrado y sin pelo... Había nacido y se había criado en los Estados Unidos, en un medio mimado de clase media... *Lucy*, la princesa chimpancé refinada y que sabía utilizar el wáter... que dormía sobre un col-



chón, sorbía bebidas carbónicas, tenía pasiones de colegiala, y que se sentaba en la sala de estar por la tarde y hojeaba revistas<sup>36</sup>.

Pero después de un año o dos en Gambia y gracias a los amorosos cuidados de Janis Carter, empezó a adaptarse. Tenía contactos periódicos con personas y a menudo era el primer chimpancé que saludaba a los visitantes de la isla. Ella estaba acostumbrada a los hombres. Sus relaciones con los demás chimpancés eran más tensas. Se había perdido la alegre infancia de un chimpancé en estado salvaje.

En 1987 se descubrió el esqueleto de *Lucy*. La reconstrucción más probable de lo acaecido es que unos hombres llegaron a la isla, mataron a *Lucy*, probablemente a tiros, y despellejaron su cuerpo. Le faltaban las manos y los pies, precisamente los órganos que la habían hecho famosa.<sup>37</sup> No se descubrió nunca a los causantes.<sup>38</sup>

### SOBRE LA IMPERMANENCIA

En la vida de un hombre su tiempo es sólo un instante, su ser un flujo incesante, sus sentidos una débil y fugaz luz, su cuerpo comida de gusanos, su alma un torbellino inquieto, su destino oscuro, y su fama dudosa. En definitiva, todo lo que es del cuerpo es agua que corre, todo lo que es del alma son sueños y vapores; la vida es una guerra, una estancia breve en un país extranjero; y después de la reputación, el olvido. ¿Dónde puede el hombre encontrar el poder de guiar y cuidar sus pasos? En una cosa y sólo en una: el amor del conocimiento.

MARCO AURELIO, *Meditaciones*<sup>39</sup>

## ¿QUÉ ES LO HUMANO?

Habiendo demostrado que los hombres y las bestias son de un mismo tipo, es casi superfluo considerar las mentes.

CHARLES DARWIN, *Cuaderno de notas sobre la transmutación de especies*<sup>1</sup>

Los hombres somos la especie dominante del planeta, una situación confirmada por varios baremos: nuestra ubicuidad, la sumisión de muchos animales (llamada por cortesía domesticación), la expropiación de gran parte de la productividad fotosintética primaria del planeta, la alteración del medio ambiente de la superficie de la Tierra. ¿Por qué nosotros? De todas las formas de vida prometedoras —matadores implacables, artistas profesionales de la evasión, reproductores prolíficos, seres casi invisibles que ningún depredador macroscópico puede encontrar—, ¿cómo pudo una especie de primates, desnuda, débil y vulnerable subordinar a todas las demás y convertir este mundo, y otros, en su dominio?

¿Por qué somos tan diferentes? ¿O no lo somos? Pueden establecerse definiciones inequívocas del hombre, definiciones que incluyen a casi todos los miembros de nuestra especie y a nadie más, sobre la base de la anatomía o de las secuencias de bases del ADN. Pero no nos sirven. No explican nada de lo que nosotros consideramos fundamental sobre nosotros mismos. Quizá en algún momento del futuro descubriremos la existencia de unas secuencias únicas de A, C, G y T que codifican secuencias especiales de aminoácidos que constituyen proteínas especiales que catalizan reacciones químicas especiales que motivan un comportamiento especial que podríamos aceptar como característico del hombre. Pero hasta el momento no se han descubierto tales secuencias.

Si no podemos discernir una distinción clara en nuestra química (o en nuestra anatomía) que explique nuestro papel dominante, la única alternativa disponible es nuestro comportamiento. Parece lógico afirmar que la suma de nuestras actividades diarias sería bastante definidora, pero los simios pueden realizar un número sorprendentemente grande de tales actividades. He aquí, por ejemplo, una descripción de las capacidades de *Consul*, el primer chimpancé que adquirió en 1893 el zoológico de Manchester, Inglaterra:

Podía ponerse su propio gabán y sombrero, sentarse a su propio carruaje para que lo pasearan, sentarse en una mesa con acompañantes, utilizar cuchillo y tenedor con propiedad, pasar el plato para que le pusieran más comida, utilizar su servilleta, lavarse las manos después de comer, poner carbones en el fuego, tocar el timbre para que acudiera la doncella, ir a la cocina para jugar alegremente con las chicas, entrar en su hotel, dar la mano a sus amigos, besar a la camarera, fumar su pipa y combinar sus propias bebidas.<sup>2</sup>

Es cierto que el comportamiento de *Consul* puede descartarse como simple imitación; pero esto podría aplicarse igualmente a quienes nos maravillamos de sus capacidades.

¿Hay algo que nosotros hagamos y que sea exclusivamente humano, que todos o casi todos nosotros, pertenecientes a todas las culturas de la historia, hagamos y que no haga ningún otro animal? Uno puede imaginar que debería ser fácil encontrar algo que cumpla estas condiciones, pero es un tema en el que uno puede engañarse muy fácilmente. Nos jugamos demasiado en la respuesta para poder decidir con imparcialidad.

Los filósofos de civilizaciones merodeadoras de alta tecnología han asegurado a menudo que los hombres merecen una categoría distinta de los demás animales y superior a ellos.\* No es suficiente que los hombres tengan un surtido diferente de las cualidades evidentes en los demás animales, con más de algunos rasgos y menos de otros. El hombre necesita, anhela, busca una diferencia radical de tipo y no una diferencia de grado de contornos borrosos.

La mayoría de filósofos considerados grandes en la historia del pensamiento occidental sostuvieron que los hombres son fundamentalmente diferentes de los demás animales. Platón, Aristóteles, Marco Aurelio, Epicteto, Agustín, Tomás de Aquino, Descartes, Spinoza, Pascal, Locke, Leibniz, Rousseau, Kant y Hegel sostuvieron siempre «la idea de que el hombre era de un tipo radicalmente diferente de [todas] las demás cosas»; con excepción de Rousseau, todos ellos consideraron que la distinción esencial humana era «nuestra razón, intelecto, pensamiento o comprensión».<sup>3</sup> Casi todos ellos creyeron que nuestra distinción deriva de algo que no está compuesto de materia ni de energía y que reside en los cuerpos de los hombres, pero de ningún otro ser de la Tierra. No se ha suministrado nunca ninguna prueba

\* Muchos de estos filósofos no habrían incluido el término «demás», e incluso hoy algunos se irritan cuando se les califica de «animales», aunque lo hagan científicos que hablan desde un punto de vista genérico y sin prejuicio.

científica de la existencia de este «algo». Sólo unos pocos de los grandes filósofos de Occidente —David Hume, por ejemplo— afirmaron, como hizo Darwin, que las diferencias entre nosotros y las demás especies son únicamente de grado.

Muchos científicos famosos que aceptaron plenamente la evolución, se separaron de Darwin en esta cuestión. Por ejemplo, Theodosius Dobzhansky: «*Homo sapiens* es no solamente el único animal que fabrica herramientas y el único animal político, sino también el único animal ético.»<sup>4</sup> O bien George Gaylord Simpson: «El hombre es un tipo totalmente nuevo de animal... La esencia de su naturaleza única reside precisamente en las características que no comparte con ningún otro animal»,<sup>5</sup> especialmente la conciencia de sí mismo, la cultura, el habla y la moralidad. La diferencia entre los animales humanos y no humanos según algunos filósofos contemporáneos<sup>6</sup> es del siguiente tenor:

Precisamente porque son incapaces de pensamientos conceptuales, los animales... no sólo 1) son incapaces de elaborar frases con afirmaciones sobre el pasado y el futuro, 2) son incapaces de fabricar herramientas para su uso remoto en el futuro, 3) están privados de una herencia cultural acumulativa que constituye una tradición histórica larga, sino que también 4) son incapaces de cualquier comportamiento que no esté arraigado en la situación presente captada de modo perceptual.

A parte de las dudas que plantea decidir lo larga que debe ser la tradición de 3), cada una de estas confiadas afirmaciones aparece ahora como falsa, sobre la base de los datos que hemos presentado o que vamos a presentar en la presente obra. Aunque no nos sintamos escandalizados personalmente por la idea de que tenemos por parientes próximos a otros animales, aunque nuestra época se haya acomodado a esta idea, la apasionada resistencia de muchos de nosotros, en tantas épocas y culturas, y por parte de estudiosos tan distinguidos, debe de estar revelando algo importante sobre nosotros. ¿Qué podemos aprender sobre nosotros a partir de un error aparente tan difundido, propagado por tantos filósofos y científicos eminentes, antiguos y modernos, y con tal seguridad y satisfacción?

Una respuesta posible: Es esencial que exista una distinción clara entre hombres y «animales» para poder doblegarlos a nuestra voluntad, conseguir que trabajen para nosotros, llevarlos puestos, comerlos, sin ningún sentimiento inquietante de culpa o de pena. Con nuestras conciencias tranquilas podemos extinguir especies enteras en nombre de un beneficio imaginado a corto plazo, o incluso por simple descuido. Su pérdida tiene poca

importancia: estos seres, podemos decir, no son como nosotros. Un abismo insalvable ha desempeñado así una función práctica, a parte de halagar simplemente los egos humanos.<sup>7</sup> La formulación que Darwin dio a esta respuesta fue: «No deseamos considerar iguales a nosotros a unos animales que convertimos en esclavos nuestros.»<sup>8</sup>

Procedemos ahora, siguiendo los pasos de Darwin,<sup>9</sup> a examinar algunas de las numerosísimas definiciones que se han dado de nosotros, las explicaciones sobre quiénes somos. Trataremos de ver si tienen sentido, especialmente a la luz de lo que sabemos sobre los demás seres que comparten la Tierra con nosotros.

Uno de los intentos más antiguos para caracterizar sin ambigüedades a la humanidad fue la frase de Platón: el hombre es un bípedo sin plumas. La historia cuenta que cuando la noticia de este progreso en el arte de la definición llegó al filósofo Diógenes, éste introdujo un pollo desplumado en las graves deliberaciones de la famosa Academia de Platón, y pidió a los estudiosos reunidos que saludaran al «hombre de Platón». Es evidente que aquello no era justo porque los pollos suelen nacer con plumas, del mismo modo que suele nacer con dos pies. Aunque luego los mutilemos esto no cambia su naturaleza fundamental. Pero los académicos se tomaron en serio el desafío de Diógenes y agregaron otra calificación: Definieron de nuevo a los hombres como bípedos sin plumas y con uñas anchas y planas.

Está claro que esto no nos va a llevar muy adentro de la esencia de la naturaleza humana. Sin embargo, la definición platónica podría sugerir una condición necesaria, si no suficiente, porque aguantarse sobre dos piernas es esencial para tener las manos libres, y las manos son esenciales para la tecnología, y muchas personas piensan que la tecnología nos define. Sin embargo los mapaches y las marmotas de las praderas tienen manos pero carecen de tecnología, y los bonobos caminan de pie durante una buena parte de sus vidas. Nos ocuparemos dentro de poco de la tecnología de los chimpancés.

Adam Smith, en su justificación clásica del capitalismo de libre empresa afirma que «la propensión a los tratos, al trueque, a cambiar una cosa por otra... es común a todos los hombres, y no se da en ninguna raza más de animales».<sup>10</sup> ¿Es esto cierto? Martín Lutero propuso en el siglo xvi que la propiedad privada era lo que distinguía esencialmente a los hombres de los

demás animales, y lo propio hizo el papa León XIII en el siglo XIX." ¿Es esto cierto?

A los chimpancés les gusta mucho el comercio, y entienden la idea muy bien: comida a cambio de sexo, un masaje en la espalda a cambio de sexo, traicionar al dirigente a cambio de sexo, no mates a mi hijo a cambio de sexo, casi cualquier cosa a cambio de sexo. Los bonobos elevan estos intercambios a un nuevo nivel. Pero su interés por el trueque no se limita en absoluto al sexo:

[Los chimpancés] son famosos por su habilidad comercial. Estudios experimentales indican que esta capacidad existe sin ningún aprendizaje específico. Cualquier empleado de zoo que deja su escoba olvidada en la jaula de los papiones sabe que no hay manera de recuperarla si no se mete en la jaula. Con los chimpancés es más sencillo. Mostradle una manzana, señalad la escoba con la mano o con la cabeza y entenderá en seguida el trato y devolverá el objeto a través de las rejas.<sup>12</sup>

Los chimpancés macho, si se comparan por lo menos con las hembras, tienen un concepto muy desarrollado de la propiedad privada (que se eleva a una posición institucional entre los papiones hamadriades), y la comida y algunas herramientas participan de un concepto rudimentario de propiedad privada.

*La riqueza de las naciones* se publicó en 1776, mucho antes de que se hubiera llevado a cabo ningún estudio serio de las vidas de los simios, ni siquiera en cautiverio. Sin embargo, el argumento de Smith sobre el carácter único del comercio entre los hombres forma parte de un error más profundo de interpretación del mundo animal:

En casi todas las razas de animales, cuando los individuos han crecido y llegado a la madurez son totalmente independientes y en su estado natural no tienen ocasión de recibir la ayuda de ningún ser viviente más. Pero el hombre tiene casi continuamente ocasión de recibir ayuda de sus hermanos, y la esperará en vano si cuenta sólo con la benevolencia de los demás. La conseguirá con mayor probabilidad si puede interesar en favor suyo el egoísmo de los demás y demostrarles que hacer lo que él les pide redundará en beneficio de ellos mismos.<sup>13</sup>

Pero el carácter social de los primates es una de sus características principales. Está muy difundida la ayuda mutua en las actividades de ambos lados de la relación depredador/presa y en el conflicto con otros grupos de la misma especie, no sólo entre los primates, sino entre la mayoría de mamíferos y de aves.

El egoísmo, la explotación y el trueque son corrientes en la vida de los chimpancés, pero no podemos explotar este hecho y nuestro parentesco con estos simios para justificar la economía del *laissez faire*. Tampoco podemos utilizarla para desacreditar las economías de mercado libre aduciendo que son simiescas.\* La cooperación, la amistad y el altruismo son también rasgos de los chimpancés, pero esto no constituye argumento en favor de alguna doctrina económica socialista competidora. Recordemos a los macacos que prefieren pasar hambre antes de administrar una sacudida eléctrica a otros macacos que ni siquiera son parientes suyos próximos, y que llegan incluso a rechazar incentivos materiales sustanciosos. ¿Constituye esto una censura de quienes defienden el capitalismo? El comportamiento de los animales se ha utilizado por lo menos desde la época de Esopo para apuntalar una u otra teoría económica. Incluso en nuestros debates ideológicos dejamos que los demás animales trabajen para nosotros.

«El hombre es un animal social», escribió Aristóteles, o tal como se traduce a veces: «El hombre es un animal político.» El filósofo adujo este hecho como una característica del hombre, no como una definición; se trata de nuevo de una condición necesaria pero no suficiente. El faccionalismo sutil y cambiante de las sociedades de chimpancés y de bonobos demuestra lo poco acertada que es esta distinción de la humanidad. Los insectos sociales, hormigas, abejas, termitas, tienen estructuras sociales mucho mejor organizadas y más estables que los hombres. Algunos aspectos determinados del comportamiento social humano no dan mejor resultado, si bien se han propuesto muchas definiciones de este tipo: por ejemplo, los hombres tienden a amar a su hijos, pero lo mismo hacen la mayoría de mamíferos y aves.

«El valor es una excelencia peculiar del hombre», escribió Tácito reproduciendo las palabras del aristócrata romano Claudio Civil.<sup>14</sup> Aunque en la época de Claudio no se conocieran las heroicidades de las aves madres que simulan tener un ala rota, o de los elefantes y chimpancés que salvan a sus crías de los depredadores o de las aguas, o de la cierva beta que planta cara al lobo para que sus compañeras puedan escapar, aunque no se conocieran estos ejemplos, ¿no sabía él nada de los perros? Al final lo encadenaron y lo presentaron a Nerón. La historia no

\* El 14 de julio de 1858 Friedrich Hegel escribió en una carta a Karl Marx: «Nada desacredita más el desarrollo burgués moderno como el hecho de que no haya conseguido superar todavía las formas económicas del mundo animal.»

nos dice con qué proporción de aquella «excelencia peculiar» pudo contar en aquel momento de peligro.

Otra definición antigua de hombre, que se remonta a Aristóteles, es la de «animal racional».<sup>15</sup> Es una distinción señalada por muchas de las figuras fundamentales de la filosofía occidental. Pero los chimpancés capaces de crear categorías, que razonan por analogía y por inferencia transitiva, los bonobos habladores y los macacos culturalmente innovadores nos recuerdan que también otros animales razonan; desde luego no tan bien como los grandes filósofos occidentales, pero los filósofos no creían en una diferencia de grado, sino en una diferencia radical de naturaleza.

«El hombre difiere de los seres irracionales en que es señor de sus actos», es un principio que santo Tomás de Aquino expone en su *Summa Theologica*. ¿Pero somos «señores» de nuestros actos siempre y en todas circunstancias? ¿Los otros animales no se muestran nunca «señores»? Tomás de Aquino acostumbra dar argumentos seleccionados en pro y en contra de las proposiciones que discute y al tratar la cuestión de «si puede encontrarse capacidad de elección entre los animales irracionales» cita el caso de un ciervo que en un cruce de caminos pareció escoger uno de ellos después de excluir las alternativas. El autor rechaza el hecho como prueba de elección porque «la elección corresponde en propiedad a la voluntad, y no al apetito sensible que es lo único de que disponen los animales irracionales. Por lo tanto, los animales irracionales no pueden elegir». También cree que los «animales irracionales» no pueden mandar, «porque carecen de razón». Todo esto puede haber satisfecho a generaciones de filósofos y haber creado una tradición que influyó en Descartes, ¿pero no está claro que Tomás de Aquino —recordemos su punto de partida sobre los «animales irracionales»— estaba incurriendo en una petición de principio al dar por sentado lo que quería demostrar?<sup>16</sup>

«Los actos dirigidos hacia un fin no existen en absoluto en ningún animal más», escribió siguiendo la misma vena Jakob von Uexküll, un antiguo e influyente experto en comportamiento animal.<sup>17</sup> Pero basta con recordar al chimpancé escondiendo un palo detrás suyo y buscando a su rival o recogiendo piedras para tirar al enemigo, o a la hembra que le separaba los dedos y le quitaba las piedras, para comprender hasta qué punto yerran estas afirmaciones.

Según el filósofo John Dewey, lo que nos distingue es la memoria:

En los animales una experiencia muere cuando acaece, y cada nuevo acto o sufrimiento está aislado. Pero el hombre vive en



un mundo donde cada acontecimiento está cargado con ecos y reminiscencias de lo que sucedió antes, donde cada hecho es un recordatorio de otras cosas.<sup>18</sup>

Esta afirmación es manifiestamente falsa en muchos animales: sobre todo los chimpancés viven en un mundo «cargado de ecos y reminiscencias». El gato que se quema con una estufa la evitará en el futuro; los elefantes y los ciervos pronto evitan a los cazadores; los perros a los que se ha pegado ya se agazapan cuando el amo levanta un periódico enrollado; se puede enseñar a recorrer un laberinto sencillo incluso a los gusanos, incluso a los protozoos unicelulares. La jerarquía de dominación es una memoria congelada de coacciones pasadas. Dewey se olvida mucho de la vida real de los animales no humanos cuando intenta definirnos así.

Se ha pensado que muchas prácticas sexuales humanas son definidoras. Quizá los besos. «Sólo la humanidad besa. Sólo la humanidad tiene el motivo, la lógica, la feliz facultad de poder apreciar el encanto, la belleza, el gran placer, la alegría, la apasionada satisfacción del beso», entona un librito sobre el tema.<sup>19</sup> Pero los chimpancés se besan continuamente y con gran exuberancia. Quizá lo que tenemos de especial es nuestra postura reproductiva: «Parece plausible considerar que el coito cara a cara es un elemento básico de nuestra especie.»<sup>20</sup> Pero el coito cara a cara es corriente entre los bonobos.

La ovulación oculta y el orgasmo femenino<sup>21</sup> se han considerado una característica humana única, pero los bonobos no anuncian de modo chillón sus ovulaciones y las hembras de chimpancé, de bonobo, de los macacos de cola chata y probablemente de muchos primates más tienen orgasmos, que se han comprobado entre otras cosas equipando a los animales antes del coito con sensores fisiológicos según el sistema seguido en los experimentos de Master y Johnson. Quizá sea nuestro modo de coacción sexual: «Que la violación... es un carácter humano exclusivo parece estar más allá de toda duda seria», opinó un científico que escribía sobre los primates en 1928.<sup>22</sup> Pero se conocen violaciones entre orangutanes y macacos de cola chata, la coacción sexual violenta es un fenómeno corriente entre papiones y chimpancés y la duda es realmente seria.

Quizá sea la complicación y duración de la preparación del coito humano; en esto por lo menos algunas personas llevan ventaja a los demás primates.<sup>23</sup> Pero se trata de un comportamiento aprendido, como lo demuestra la frecuencia de la eyaculación prematura, especialmente entre los adolescentes, y que muchos hombres puedan aprender a retrasar la eyaculación. Es proba-

ble que los hombres estén hacia la cola de la lista de los primates en la integración de los actos sexuales en la vida social cotidiana. La mayoría de culturas humanas exigen que el comportamiento sexual, incluso el aceptado socialmente, se lleve a cabo en privado;<sup>24</sup> podemos ver algo parecido en las uniones conyugales de los chimpancés y en los encuentros clandestinos que se desarrollan lejos de los ojos de los machos dominantes.

Quizá nuestra distinción sea la tradicional y pronunciada división del trabajo por sexos. Los hombres cazan y luchan, las mujeres recolectan y alimentan.<sup>25</sup> Pero ésta no puede ser una característica definidora, porque los chimpancés tienen una división del trabajo parecida. Las patrullas, la defensa del grupo y el lanzamiento de proyectiles son en general responsabilidades masculinas; cuidar de los jóvenes y utilizar herramientas para abrir nueces son responsabilidades principalmente femeninas. Además las ocupaciones de hombres y de mujeres se están haciendo cada vez menos distinguibles en nuestra época.

Nuestra infancia prolongada, los años entre el nacimiento y la pubertad son esenciales para nuestra educación, pero no es una infancia tan prolongada como la de un elefante; y la creciente anticipación de la madurez sexual en el ciclo vital de la humanidad en los últimos siglos está reduciendo tanto nuestra infancia que actualmente apenas es más larga que la de los chimpancés (que maduran sexualmente hacia los diez años). El juego es tan esencial para nuestra crianza que en una ocasión se propuso<sup>26</sup> llamar a nuestra especie *Homo ludens* («el hombre que juega»). Pero el juego puede observarse en toda la clase de los mamíferos, especialmente cuando la madurez se retrasa mucho.

El filósofo romano Epicteto, un antiguo esclavo, dijo que la característica distintiva de las personas era la higiene personal.<sup>27</sup> Debió de conocer el comportamiento de aves, gatos y lobos pero dijo que «cuando... vemos a otro animal limpiándose estamos acostumbrados a señalar el acto con sorpresa, y a añadir que el animal está actuando como un hombre». Pero luego se queja de que muchos hombres son «sucios», «hediondos» y «puercos» y no comparten esta característica «distintiva». Epicteto aconseja a estos hombres que «se vayan al desierto... y se huelan».

Se ha dicho que los hombres son los únicos animales que ríen. Sin embargo, los chimpancés sonríen y ríen mucho.<sup>28</sup> El forastero ateniense dice en las *Leyes* de Platón<sup>29</sup> que los hombres están «afligidos por la tendencia a llorar más que cualquier otro animal». Pero esta inclinación varía mucho entre culturas, y los gemidos y los lloros son un elemento de la vida diaria tanto de los chimpancés, tanto de los niños como de los adultos.<sup>30</sup>

Los hombres, que esclavizan y castran a otros animales, hacen experimentos con ellos y los convierten en filetes, tienen una tendencia comprensible a imaginar que los animales no sienten dolor. El filósofo Jeremy Bentham al discutir si debíamos conceder un mínimo de derechos a los demás animales subrayó que la cuestión no consistía en saber lo listos que eran sino cuánto dolor podían sentir. Darwin estuvo obsesionado por este tema:

Se ha visto a perros acariciar a su amo en la agonía de la muerte, y todos han oído la historia del perro que mientras sufría la vivisección lamía la mano del operador; este hombre tuvo que sentir remordimientos hasta el último momento de su vida, a no ser que la operación estuviera plenamente justificada por un aumento de nuestros conocimientos o que él tuviera un corazón de piedra.<sup>31</sup>

Todos los criterios de que disponemos, la angustia bien visible de los gritos de animales heridos, por ejemplo, incluidos los de quienes normalmente apenas emiten ningún sonido,\* permiten dar por saldada la cuestión. El sistema límbico del cerebro humano, que según se sabe es el responsable de gran parte de la riqueza de nuestra vida emocional, figura de modo prominente en todos los mamíferos. Los mismos fármacos que alivian el sufrimiento en el hombre mitigan los gritos y otros signos de dolor de muchos animales. Es indigno pretender que sólo el hombre puede sufrir cuando nosotros mismos nos comportamos frecuentemente con tanta insensibilidad con los demás animales.

El asesinato, el canibalismo, el infanticidio, la territorialidad y la guerra de guerrillas no son fenómenos exclusivos del hombre, como ya se ha explicado en los capítulos precedentes. Las hormigas tienen esclavos y animales domesticados y hacen guerras en gran escala.

«El recurso a los castigos para intentar formar a los niños de modo que siempre eviten algo —escribe Toshisada Nishida— parece limitado de modo exclusivo al hombre... No se conoce ningún caso de mamífero no primate que enseñe desalentando.»<sup>32</sup> Pero el hecho de que el autor exceptúe a los primates no humanos es muy revelador. Además, muchos animales coaccionan y castigan a los jóvenes como parte del proceso educativo, para que puedan ingresar suavemente en la jerarquía de dominación. Esto se parece un poco a las novatadas y ritos de iniciación de nuestra especie.

\* Por ejemplo, los búfalos de agua del Sudeste de Asia, a los que se suele castrar aplastándoles los testículos entre dos piedras.<sup>33</sup>

Los hombres han institucionalizado el matrimonio y defendido la monogamia, por lo menos como un ideal; pero los gibones, los lobos y muchas especies de aves practican la monogamia y se emparejan para toda la vida. Las danzas de cortejo de los animales son sin duda una especie de ceremonia de casamiento. Se han calificado como típicas del matrimonio humano las características siguientes:

Hay un cierto grado de obligación mutua entre mujer y marido. Hay un derecho al acceso sexual (a menudo pero no siempre, exclusivo). Hay una expectativa de que la relación persistirá después del embarazo, la lactancia y la crianza del hijo. Y hay algún tipo de legitimación de la situación social de los hijos de la pareja.<sup>34</sup>

Pero todo esto se observa en otros animales, por ejemplo entre los gibones, y además la primogenitura.

El filósofo y teólogo del siglo XIX Ludwig Feuerbach, conocido por la influencia que ejerció sobre Karl Marx, propuso que lo distintivo del hombre es reconocerse a sí mismo como especie.<sup>35</sup> Pero muchos animales distinguen fácilmente los miembros de su especie de los de todas las demás especies, por ejemplo mediante pistas olfativas. Y el hombre es notable por su capacidad de satanizar a miembros de su propia especie, de declararlos seres infrahumanos, de desinhibir las sanciones contra el asesinato, especialmente en época de guerra.

Se dice a veces que los hombres saben establecer distinciones de clase mejor que los demás primates,<sup>36</sup> pero las jerarquías de dominación de los primates, algunas hereditarias, parecen refinar de tal modo la discriminación social que en algunos aspectos superan incluso las nuestras.

Llegamos a la conclusión de que ninguno de estos rasgos sexuales y sociales parece servir como característica definidora de la especie humana. El comportamiento de otros animales, especialmente de los chimpancés y de los bonobos convierte en falsas estas pretensiones. Estos animales son simplemente demasiado parecidos a nosotros.

Las pautas de conocimiento y de comportamiento que no están innatas en nuestro material genético, y que se aprenden y se transmiten dentro de un grupo dado de generación en generación, se llaman cultura. ¿Podría ser la cultura la marca definidora de la humanidad?

La «cultura», dice un artículo de fondo de la *Encyclopaedia Britannica*,

... se debe a una capacidad que sólo el hombre posee. Se ha debatido durante muchos años la cuestión de si la diferencia entre la mente del hombre y la de los animales inferiores es de índole o de grado, e incluso hoy [1978] pueden encontrarse científicos de reputación a ambos lados de la cuestión. Pero quienes afirman que la diferencia es de grado no han presentado nunca pruebas que demuestren que los animales no humanos son capaces, en algún grado, de un tipo de comportamiento que todos los seres humanos presentan.

El autor ofrece luego tres ejemplos de comportamiento que en su opinión son característicos del hombre, y acaba diciendo: «No hay motivo o prueba que nos haga creer que algún animal, aparte del hombre, pueda tener o se le pueda inducir a tener algún tipo de aprecio o comprensión de tales significados y actos.»<sup>37</sup>

¿Cuáles son estos tres ejemplos? Uno es «definir y prohibir el incesto». Pero esta prohibición, por lo menos en sus variantes padre-hija y madre-hijo, es dominante y de hecho casi invariable entre los primates, que tienen convenciones complejas encaminadas a garantizar elevados niveles de exogamia. El tabú es válido también en muchos otros animales. El biólogo Stephen Emlen estudió unos abejarucos de Kenya y anotó cuidadosamente la identidad y comportamiento de cada ave; en once años de trabajo no pudo encontrar ni un solo caso de incesto, ni entre hermanos ni entre padres e hijos. (Los otros dos ejemplos del artículo de la *Britannica* son «clasificar los propios parientes y distinguir una clase de otra», que los chimpancés hacen bastante bien, por lo menos en relación con el parentesco entre madre e hijo y entre hermanos, y «recordar el domingo como fiesta de guardar», que es una institución desconocida en muchas culturas humanas.)

A pesar de que la prohibición del incesto se suele calificar de tabú, es decir de prohibición aprendida, parece que es en gran medida una prohibición innata. Actúa como una proscripción ética hereditaria que evolucionó por razones genéticas justificadas y que las convenciones y normas de la sociedad reforzaron (y a pesar de ello funciona de modo imperfecto, muy imperfecto en la sociedad civilizada).

Es evidente que los chimpancés tienen por lo menos los rudimentos de la cultura. En selvas diferentes tienen que tratar con geografías y ecologías diferentes. Recuerdan después de sema-

nas, quizá después de años, los termiteros, los árboles tambor o según un estudio, el lugar de un combate notable. Estos detalles son de conocimiento general. Cada grupo, con su propio terreno y su propia secuencia de acontecimientos históricos, tiene su propia historia en miniatura. Los grupos mutuamente aislados de chimpancés tienen convenciones diferentes para pescar termitas y hormigas dorilinas, para utilizar hojas como esponjas y recoger agua potable, para cogerse mutuamente cuando cuidan del pelaje, para algunos aspectos del lenguaje gestual del cortejo y para los protocolos de la caza.<sup>38</sup> Y gracias a *Imo*, la macaco genio que descubrió la manera de separar el trigo de la arena, tenemos incluso alguna idea sobre la emergencia y difusión de nuevos descubrimientos y nuevas instituciones culturales de los primates.

El célebre filósofo Henri Bergson, un protagonista de la «revuelta contra la razón» y más conocido por su teoría de que hay algún «impulso vital» que impregna la vida y conduce la evolución, escribió que «el hombre... es el único que comprende que puede sufrir una enfermedad».<sup>39</sup> Pero los chimpancés tienen alrededor suyo una vasta farmacopea y una especie de herbario medicinal popular. Por ejemplo, un elemento básico de la dieta de los chimpancés de Gombe y de Mahale es una planta llamada *Aspilia*, que comen preferentemente a primeras horas de la mañana. A pesar de que se la comen con las narices arrugadas (tiene un gusto amargo), la consumen ambos sexos, en todas las edades, los sanos y los enfermos. Pero hay algo raro en ello: Los chimpancés comen las hojas con regularidad, pero consumen muy pocas hojas en cada ocasión, por lo que su valor nutritivo es dudoso. Sin embargo, en la estación de las lluvias, cuando los simios tienen gusanos intestinales y otras enfermedades, la ingestión aumenta espectacularmente. El análisis de las hojas de *Aspilia* revela la presencia de un antibiótico poderoso y de un agente que mata los nematodos. Es muy lógico suponer que los chimpancés se están tratando médicamente. Entre otros ejemplos, un chimpancé que sufría un trastorno intestinal ingirió grandes cantidades de los retoños de una planta diferente de *Aspilia*, que normalmente no entra en su dieta pero que también resultó ser rica en antibióticos naturales.<sup>40</sup>

¿Cómo es posible esta «etnomedicina de chimpancé»? ¿Puede basarse en algún tipo de información hereditaria? Uno se siente enfermo y de pronto tiene ganas de comer una hoja cuya forma o aroma están implantados en el cerebro desde el principio, como los ansarinos que al parecer nacen con el miedo hereditario a las siluetas de halcón. ¿O se trata más probablemente de una información cultural transmitida de generación en genera-

ción por emulación o instrucción y que experimenta cambios rápidos si las plantas medicinales disponibles cambian o si aparecen nuevas enfermedades o si se realizan nuevos descubrimientos etnomédicos? La medicina popular de los chimpancés no parece muy diferente de la medicina popular humana, aunque al parecer entre los simios no hay herbolarios profesionales ni especialistas médicos. Existe una dolencia común para la cual todo el mundo sabe qué medicina tomar. Se trata de algo que uno aprende cuando crece. Es un misterio para ellos saber por qué la medicina cura, y continúa siéndolo también, en muchos casos, para nosotros.

Algunos estudiosos han imaginado que la represión sexual fue la primera faceta inaugural de la cultura humana.<sup>41</sup> Se dice que la expresión ilimitada del deseo sexual, especialmente por hombres y mujeres jóvenes, puede destruir el marco social, por lo que las primitivas culturas humanas debieron imponer severas restricciones a la actividad sexual y alentar la culpabilidad, la modestia, el trabajo duro, las duchas frías y la ropa. Sin embargo hay muchas culturas humanas, a menudo en los trópicos, con marcos sociales que al parecer no sufren menoscabo porque los adultos se paseen tranquilamente desnudos del todo, o quizá con un pequeño cinturón de zarcillos o de algodón que no tapa ninguna parte sexual. En Sudamérica, las mujeres yanomamo van totalmente desnudas a parte de un cinturón; los hombres se atan el prepucio a los cinturones (aunque se sienten desconcertados si el pene se suelta).<sup>42</sup> En Nueva Guinea y en otras partes los hombres se tapan con fundas de calabaza que exageran impudicamente sus proporciones. Antes de la llegada de los europeos los pueblos aborígenes de Australia, incluso los de climas fríos, no llevaban ningún vestido. En la antigua Grecia, Egipto y Creta la desnudez de los adultos era corriente, por lo menos la de esclavos y atletas (aunque la presencia de espectadoras en los juegos olímpicos estaba prohibida porque era deshonesto que miraran a atletas de sexo masculino compitiendo desnudos). Los campamentos nudistas parece que son modelos de decoro. Las limitaciones sobre lo permisible pueden ser mucho menos severas de lo que hayan imaginado nunca las culturas más represivas, como descubrió en Tahití la tripulación del capitán James Cook.

Está claro que las actitudes sexuales victorianas no son características de nuestra especie. Además, los celos sexuales son una causa corriente de violencia doméstica entre monos y simios antropomorfos; a pesar de sus normas sexuales más relajadas, han instaurado inhibiciones. Todas las sociedades de primates, las humanas y todas las demás, imponen límites a lo que puede aceptarse. La represión sexual y los sentimientos concomitantes

de culpa no pueden ser una carácter exclusivo de nuestra especie.

Otro aspecto de la vida cultural que se considera a menudo exclusivo del hombre es el arte, la danza y la música. Pero si damos lápices y pintura a un chimpancé creará arte con considerable interés y reflexión, un arte que es exclusivamente no representacional, por lo que sabemos, pero que se considera presentable en algunos círculos.<sup>43</sup> Las aves del paraíso macho decoran sus nidos guiados por una estética que tiene ecos en la nuestra; sustituyen periódicamente las flores que han cogido, las plumas y los frutos que ya no están frescos; su arte evoluciona a lo largo del verano. Los gibones se lanzan en lo alto de la selva trazando figuras de ballet, y es normal que los chimpancés bailen el *rock and roll* delante de cascadas y cuando cae un chaparrón. Los chimpancés se lo pasan bien tocando el tambor y los gibones cantando. Nos gusta imaginar que la cultura ha alcanzado su mayor complicación en nosotros, pero no se limita a los hombres, ni siquiera<sup>44</sup> al orden de los primates.

He aquí una evaluación de la cultura de los primates y de los hombres escrita en 1932 por Solly Zuckerman:

En un extremo está el mono o el simio antropomorfo con su harén, frugívoro, sin ningún vestigio de procesos culturales. En el otro extremo está el hombre, generalmente monógamo, omnívoro, cuyas actividades están siempre condicionadas culturalmente. Desde el punto de vista social no hay comparaciones obvias entre el hombre y el simio.<sup>45</sup>

Dejemos de lado el hecho de que los chimpancés comen carne, de que la mayoría de monos y simios antropomorfos no tienen harenes y de que, como ya se sabía en 1932, muchas culturas humanas no son «generalmente» monógamas, y comparemos el juicio de Zuckerman con el de Toshisada Nishida expuesto en un resumen muy posterior después de veinticinco años de investigaciones sobre los chimpancés de las montañas de Mahale:

Se sabe que están presentes entre los chimpancés y en nuestra especie las siguientes pautas de comportamiento social: gran tendencia a evitar el incesto, relación duradera entre la madre y el hijo, filopatría masculina [los machos continúan en el grupo donde nacieron], fuerte antagonismo entre grupos, cooperación entre machos, desarrollo de un altruismo recíproco, conocimiento de tríadas [por ejemplo, triángulos sexuales], estrategia de volubilidad de las alianzas, sistema de venganza, diferencias sexuales en el comportamiento político...<sup>46</sup>



Gran parte de esto puede estar determinado genéticamente, además de culturalmente, pero desde el punto de vista «social» parece que pueden establecerse algunas «comparaciones obvias» entre el hombre y el simio.

La conciencia y la conciencia de sí se consideran de modo general en Occidente como la esencia del ser humano (si bien la falta de conciencia de sí se considera un estado de gracia y de perfección en Oriente); el origen de la conciencia se imagina como un misterio insondable o bien como la consecuencia de algo no muy distinto: la introducción de un alma inmaterial en cada ser humano, pero en ningún animal más, en el momento de la concepción. Sin embargo quizá la conciencia no es un rasgo tan misterioso que para explicarlo se precise una intervención sobrenatural. Si su esencia es una percepción lúcida de la distinción entre el interior del organismo y su exterior, entre uno mismo y todos los demás, hemos demostrado ya que la mayoría de microorganismos tienen este grado de conciencia y conciencia de sí; en tal caso el origen de la conciencia en nuestro planeta se remonta a 3 000 millones de años. En aquel entonces había un gran número de microorganismos arrastrados por mareas oceánicas y corrientes marinas, disfrutando de la luz solar, cada uno con su conciencia rudimentaria, quizá sólo una microconciencia, o incluso una nano o picoconciencia.<sup>47</sup>

Toda célula de un cuerpo sano sabe establecer la distinción entre ella misma y las demás, y las células que no pueden hacerlo sufren enfermedades autoinmunes, se matan rápidamente a sí mismas o caen víctimas de microorganismos patógenos. Pero quizá pensemos que el hecho de que una célula se distinga de otra célula (en nuestro cuerpo o en el océano primitivo) no es lo que se entiende generalmente por conciencia o por conciencia de sí; que hay algo más, incluso en personas con un nivel excepcionalmente bajo de reflexión. Sí. Como hemos dicho, en la primitiva historia de la vida en la Tierra sólo puede imaginarse una forma muy rudimentaria de conciencia. Es evidente que desde entonces ha habido una evolución importante. ¿Sabemos —puede ser muy difícil saberlo— si algún animal más tiene nuestro tipo de conciencia de sí?

A menudo se considera que ésta es una característica esencial de nuestra humanidad, especialmente por todo lo que posibilita:

El atributo de la conciencia de sí, que supone la capacidad del hombre para discriminarse a sí mismo como un objeto en un

mundo de ideas distinto de él mismo, es... un elemento central para comprender los requisitos del modo social y cultural de ajuste del hombre... Un orden social humano supone un modo de existencia que tiene sentido para el individuo en el nivel de la conciencia de sí. Un orden social humano, por ejemplo, es siempre un orden moral... La capacidad que tiene un hombre para conocerse a sí mismo y desarrollar este conocimiento es lo que da a mecanismos psicológicos inconscientes como la represión, la racionalización, etcétera, una importancia adaptativa para el individuo.<sup>48</sup>

Cuando un pez, un gato, un perro o un ave se ven a sí mismos en un espejo creen al parecer que la imagen es únicamente otro miembro de la misma especie. Si un macho no está acostumbrado a las imágenes de espejos puede intentar intimidar la imagen reflejada que, por lo tanto, considera la de un macho rival. La imagen también le intimida a él, y el animal puede huir. Al final se adapta a la imagen callada, inodora e inocua y aprende a ignorarla. Si se aplica el criterio de la reflexión especular, estos animales no parecen muy inteligentes. Se dice que los niños han de tener normalmente unos dos años para poder entender que su imagen en un espejo no es la de otro niño experto en imitaciones. Los monos son también como los peces, gatos, perros, aves y niños en lo que respecta a saber qué es una reflexión. No lo captan. Pero algunos simios antropomorfos son como nosotros.

En 1977 el psicólogo Gordon Gallup publicó un artículo titulado «Reconocimiento de sí en los primates».<sup>49</sup> Cuando chimpancés nacidos en la selva se enfrentaron con un espejo de cuerpo entero, al principio pensaron como los demás animales que la imagen era de alguien más. Pero al cabo de unos días descubrieron el truco. Entonces se sirvieron del espejo para pavonearse y examinar partes inaccesibles del cuerpo, mirándose por ejemplo la espalda por encima del hombro. Gallup luego anestesió a los chimpancés y los pintó de rojo en lugares del cuerpo que sólo podían ver con el espejo. Después de despertarse y de volver a los placeres de examinarse en los espejos descubrieron rápidamente las señales rojas. ¿Alargaron la mano hacia el simio que aparecía en el cristal? No, se tocaron los propios cuerpos, tocaron repetidamente las partes pintadas y luego se olieron los dedos. Triplicaron el tiempo que pasaban cada día examinando las imágenes de los espejos.\*

Entre los demás simios antropomorfos, Gallup comprobó que

\* Mirarse al espejo con un sombrero puesto es también una experiencia enormemente popular y al parecer absorbente.

los orangutanes podían reconocerse ante el espejo, pero los gorilas no. Más tarde comprobó que los delfines también pueden reconocerse. Somos conscientes, propone Gallup, cuando sabemos que existimos, y tenemos una mente cuando vigilamos nuestros propios estados mentales. Gallup, sobre la base de estos criterios, llega a la conclusión de que los chimpancés, los orangutanes y los delfines son conscientes y tienen mentes<sup>50</sup>

«En lo que concierne a la fidelidad, no hay animal en el mundo tan traidor como el hombre», escribió Montaigne.<sup>51</sup> Pero los machos de luciérnaga interponen hábilmente sus parpadeos para que el mensaje de cortejo de sus rivales resulte desagradable para las hembras. Algunas chimpancés están como vampiros al acecho de las madres jóvenes de su grupo, esperando la oportunidad de robar y comerse a sus bebés. Muchos primates procuran aparearse subrepticamente cuando el alfa está distraído. Pocas alianzas masculinas que se mueven ondulantes por la jerarquía de dominación persisten cuando dejan de ser útiles. El engaño en las relaciones sociales de los animales e incluso el engaño de sí mismo en los animales es un tema nuevo y productivo de la biología; se están escribiendo libros enteros sobre él.<sup>52</sup>

Los chimpancés a veces mienten. A veces también intentan ser más listos que los que mienten. El presente hecho nos ofrece sin duda un atisbo de sus mentes:

Un ejemplo especialmente revelador es la duplicidad que demuestran los chimpancés cuando no quieren revelar el lugar donde han escondido la comida, y la inteligencia de los demás para descubrir el engaño... Uno no puede, por lógica no puede, contar mentiras sin querer; incluso la idea de engañarse a sí mismo supone un modelo intencional, es decir que una parte del yo intenta abusar del resto. El chimpancé que disimula parece actuar basándose en la comprensión del sentido que sus signos tendrán para los demás, y por lo tanto actúa intencionadamente.<sup>53</sup>

Y sin embargo, no hace mucho un filósofo moderno, entre muchos otros, afirmaba:

No tendría sentido atribuir a un animal una memoria que distingue el orden de los acontecimientos del pasado, y no tendría sentido atribuirle expectativas sobre un orden de acontecimientos en el futuro. El animal carece de los conceptos de orden o de cualquier tipo de concepto.<sup>54</sup>

¿Cómo podía él saberlo?

El monólogo interior del chimpancé no está sin duda a la al-

tura de un filósofo medio, pero parece indudable que los chimpancés tienen, en grado suficiente para los fines de un «orden social», alguna noción de sí mismos, de su aspecto, de sus necesidades, de sus experiencias pasadas, de sus expectativas futuras y de cómo se relacionan con los demás.

«El lenguaje es nuestro Rubicón —recitó el famoso lingüista del siglo XIX Max Müller— «y ninguna bestia osará cruzarlo.» El lenguaje permite a personas muy alejadas comunicarse entre sí. Permite extraer la sabiduría del pasado y vincula las generaciones a través del tiempo. Es una herramienta esencial que ayuda a aumentar nuestra acuidad mental, a pensar más claramente. Es una ayuda insuperable de la memoria. Está muy justificado que lo apreciemos. Mucho antes de la invención de la escritura el lenguaje desempeñó un papel importante en el éxito humano. Éste es el motivo principal de que Huxley pudiera llegar a esta tranquilizadora conclusión: «Nuestra reverencia por la nobleza de la humanidad no disminuirá si sabemos que el hombre, por su sustancia y estructura, es la misma cosa que los animales.»<sup>55</sup> ¿Pero significa esto que los demás animales deben carecer de lenguaje, incluso de un lenguaje simple, incluso de la capacidad para el lenguaje? Nos sorprende la metáfora militar, defensiva de Müller, y la posibilidad que parece plantear de que el lenguaje esté al alcance de las «bestias» y que sólo la timidez las frena.

Una larga tradición de afirmaciones igualmente confiadas que deniegan el lenguaje a las bestias se remonta a los inicios de la Ilustración europea, y quizá comienza con una carta que escribió en 1649 René Descartes:

El principal argumento, en mi opinión, que puede convencernos de que las bestias carecen de razón, es que... no se ha observado nunca que un animal haya llegado a un grado tal de perfección que le permita utilizar un lenguaje auténtico; es decir, que sea capaz de indicar con la voz o con otros signos algo que pueda referirse únicamente al pensamiento y no a un movimiento de mera naturaleza; porque la palabra es el único signo y la única marca cierta de la presencia de un pensamiento oculto y envuelto en el cuerpo; ahora bien, todos los hombres, los más estúpidos y los más tontos, incluso los que están privados de los órganos del habla, utilizan signos, mientras que las bestias no hacen nada semejante; lo cual puede considerarse como la distinción auténtica entre hombre y bestia.<sup>56</sup>

No hay ninguna duda de que los chimpancés y los bonobos pueden crear un torrente de signos gestuales y lexigráficos. Hemos vislumbrado el enérgico debate científico sobre su capacidad de utilizar el lenguaje. El nerviosismo de algunos científicos ante la afirmación de que los chimpancés tienen lenguaje se demuestra por muchos hechos, incluido por el cambio repetido de las reglas después de iniciarse el juego. Por ejemplo, algunos científicos negaron que los chimpancés que utilizan el lenguaje de signos ameslan tuvieran lenguaje, porque al parecer no se servían de negaciones e interrogaciones. Cuando los chimpancés empezaron a objetar y a formular preguntas, los críticos descubrieron algún otro aspecto de lenguaje que los chimpancés probablemente no tenían y los hombres sí, y aquello se convirtió en el *sine qua non* del lenguaje.<sup>57</sup> Es sorprendente hasta qué punto los científicos y los filósofos han afirmado rotundamente, a veces con extraordinaria vehemencia, que los simios antropomorfos no pueden utilizar el lenguaje, para luego rechazar las pruebas en contra porque contradecían su hipótesis.<sup>58</sup> En cambio, Darwin opinaba que algunos animales tienen la capacidad del lenguaje, «por lo menos en un grado basto e incipiente» y que si «algunos poderes, como la conciencia de sí, la abstracción, etc., son propios del hombre» estos poderes son «en general consecuencia de la utilización continua de un lenguaje muy desarrollado».

Se discute cuántas palabras con sentido y no redundantes pueden incluir normalmente los chimpancés en una frase. Pero no se duda de que los chimpancés (y los bonobos) puedan manipular centenares de signos o ideogramas enseñados por personas; y que se sirven de estas palabras para comunicar sus deseos. Como hemos visto, estas palabras pueden representar objetos, acciones, personas, otros animales y el mismo chimpancé. Hay nombres comunes y nombres propios, verbos, adjetivos, adverbios. Los chimpancés y los bonobos pueden pedir cosas o acciones que no están presentes en este momento, por ejemplo comida o el cuidado del pelaje, y por lo tanto están pensando claramente en ellas. Hay datos en el sentido de que chimpancés como *Lucy*, que conocía el ameslan, y *Kanzi*, que conocía los lexigramas, pueden reunir palabras para formar nuevas combinaciones y obtener un sentido nuevo. Algunos de ellos inventan y tienden a aplicar por lo menos unas cuantas reglas gramaticales sencillas. Pueden designar y categorizar objetos inanimados, animales y personas utilizando para ello no sólo las mismas cosas sino palabras arbitrarias que representan las cosas. Los chimpancés pueden abstraer. Parece a veces que utilicen el lenguaje y el gesto para mentir y engañar, y que muestren una compren-

sión elemental de causa y efecto. Pueden reflexionar sobre sí mismos, no sólo en la acción, como ante sus imágenes en espejos, sino también en el lenguaje, como cuando una chimpancé llamada *Elizabeth* estaba cortando una manzana artificial con un cuchillo y dijo con signos, en un lenguaje especial de fichas que dominaba: «*Elizabeth* manzana cortar.»

En el mejor de los casos los chimpancés conocen sólo un 10 % del número de palabras que forman el «basic English» u otros vocabularios mínimos adecuados para la vida humana diaria. Esta diferencia se ha exagerado, como hizo un distinguido lingüista al afirmar que un número finito de palabras humanas puede combinarse para generar un número «infinito» de oraciones y un número «infinito» de temas comunicables, mientras que los chimpancés están encallados en su finitud.<sup>59</sup> Es cierto, desde luego, que toda la gama de palabras y de ideas humanas es decididamente finita para los simios antropomorfos. Los logros lingüísticos de laboratorio de chimpancés y bonobos se han de sumar a su propio repertorio de señales en forma de gestos, sonidos y olores, que probablemente nosotros conocemos muy poco. «La palabra», el «uso de los signos» que Descartes denegó a las «bestias», está claramente presente en los chimpancés y los bonobos.

Ningún simio antropomorfo ha mostrado nunca capacidades lingüísticas comparables a las de un niño normal que entra en el jardín de infancia. Sin embargo parece que tienen una capacidad definida, pero elemental, de utilizar el lenguaje. Muchos de nosotros aceptaríamos que un niño de dos o tres años con un vocabulario y una destreza verbal comparables a la de los chimpancés o bonobos más hábiles, por evidentes que fueran sus deficiencias de gramática y sintaxis, posee el lenguaje.<sup>60</sup> Una noción convencional de las ciencias sociales es que la cultura presupone el lenguaje y el lenguaje presupone una noción de sí mismo. Tanto si esto es cierto como si no, los chimpancés y los bonobos poseen de modo evidente, por lo menos en forma rudimentaria, los tres elementos: conciencia, lenguaje y cultura. Quizá están mucho menos reprimidos que nosotros y no son tan inteligentes, pero también ellos pueden pensar.

La mayoría de nosotros tenemos algún recuerdo parecido a éste: estamos en nuestra cuna y nos hemos despertado después de la siesta. Gritamos para que venga la madre, primero despreocupadamente pero cuando no llega nadie con más insistencia. El pánico aumenta. ¿Dónde estará? ¿Por qué no viene?, pensamos, o algo parecido, aunque no lo hagamos con palabras porque nuestra conciencia verbal todavía está casi por desarrollar. La madre entra sonriente en la habitación, alarga los brazos y nos coge, oímos su voz musical, olemos su perfume y nuestro

corazón se ensancha. Estas emociones poderosas son preverbales, como lo son la mayoría de nuestras esperanzas, pasiones, presentimientos y temores de adulto. Nuestros sentimientos están presentes antes de que puedan reducirse a limpios paquetes gramaticales para luego tratarlos y someterlos. En estas sensaciones y asociaciones vagamente recordadas podemos vislumbrar algún elemento de la conciencia y de las vidas emocionales de los chimpancés, de los bonobos y de nuestros inmediatos antepasados prehumanos.

## EL ANIMAL DE DENTRO

El cerebro humano es un instrumento imperfecto construido durante largos períodos geológicos. Algunos de sus niveles de funcionamiento son más primitivos y arcaicos que otros. El hombre moderno ha aprendido que nuestras cabezas pueden contener sombras misteriosas e irracionales del pasado subhumano: sombras que en momentos de tensión pueden a veces alargarse y proyectarse oscuramente sobre el umbral de nuestras vidas racionales. El hombre ha perdido la fe del siglo XVIII en el poder ilustrador de la razón pura, porque ha llegado a saber que no es de modo coherente un animal razonador. Nos hemos asustado con nuestra naturaleza negra y en lugar de pensar «Somos hombres ahora, no bestias, y tenemos que vivir como hombres», nos hemos mirado los unos a los otros con un cauteloso recelo y hemos murmurado en nuestros corazones: «No confiaremos en nadie. El hombre es malo. El hombre es un animal. Surgió de la selva oscura y de las cavernas.»

LOREN EISELEY, *El siglo de Darwin*<sup>1</sup>

Hemos llevado nuestra historia, nuestro esfuerzo fragmentario por reconstruir algunas de las entradas de la ficha del huérfano y arrojar un poco de luz en las tinieblas, hasta el umbral de la aparición del hombre en la Tierra. Ha llegado el momento de hacer inventario.

Hemos salvado ya o flanqueado muchas de las barreras, fosos y campos de minas excavados penosamente para separarnos de los demás animales. Quienes creen que deben preservar para nosotros alguna característica única, clara y definidora sienten la tentación de cambiar de nuevo las definiciones y erigir una línea final de defensa alrededor de nuestros pensamientos. Si el lenguaje de los chimpancés y de los bonobos es limitado, no podemos decir muchas cosas sobre lo que ellos piensan o sienten, qué significado dan a sus vidas, si le dan alguno. Ellos no han escrito autobiografías, por lo menos hasta ahora, ni ensayos de reflexión, confesiones, análisis personales o memorias filosóficas. Si podemos escoger ideas y sentimientos particulares para definirnos a nosotros mismos, ningún chimpancé puede contradecirnos. Por ejemplo, podríamos aducir nuestro conocimiento de que todos moriremos algún día o de que las relaciones sexuales son la causa de los bebés, cuestiones que los hombres com-



prenden ampliamente, aunque a veces nieguen. Quizá ningún simio ha vislumbrado estas verdades importantes. Quizá algunos sí. No lo sabemos.<sup>2</sup> Pero quedarse en estas cimas homiléticas es una victoria vacua para la especie humana. Estos conocimientos ocasionales son cuestiones de poca monta comparadas con las tan cacareadas distinciones de la humanidad, que se han reducido a polvo a medida que hemos aprendido más cosas sobre los demás animales. En un nivel de detalle tan fino, los motivos de quienes desearían definirnos por esa o aquella idea parecen sospechosos, y el chauvinismo humano evidente.

Es justo comparar los hombres con otros animales sobre la base de comportamientos que pueden observarse; pero las comparaciones desfavorables fundadas en explicaciones en primera persona emanadas de dentro de los mismos animales, sus crónicas sobre sus pensamientos y conocimientos son injustas si no se ha abierto todavía una canal de comunicación hacia sus vidas internas. La falta de pruebas no es prueba de esta falta. Si pudiéramos entrar mejor en la mente de un simio, ¿no encontraríamos en ella mucho más de lo que imaginamos, tal como dijo hace casi tres siglos Henry St. John, el primer vizconde Bolingbroke?

El hombre está relacionado por su naturaleza... con toda la tribu de los animales y está tan estrechamente relacionado con algunos de ellos, que la distancia entre sus facultades intelectuales y las de ellos... parece en muchos casos pequeña, y probablemente todavía lo parecería más si tuviéramos medios de conocer los motivos de ellos, como los tenemos de conocer sus acciones.<sup>3</sup>

Una diferencia citada a menudo que se supone que existe entre los seres humanos y los demás animales es la religión. Sólo el hombre, se dice, tiene religión, y esto lo decide todo. ¿Pero qué es la religión? ¿Cómo podemos saber si los animales tienen religión? Darwin, en su obra *La descendencia del hombre* cita el comentario «un perro mira a su amo como un dios». Ambrose Bierce<sup>4</sup> definió la reverencia como la «actitud espiritual de un hombre hacia un dios y de un perro hacia un hombre». El animal omega mira al alfa como si fuera un dios y pocas de las religiones existentes llegan a las profundidades de sumisión y humillación que él demuestra. Es difícil saber con qué profundidad los perros o los simios sienten reverencia, hasta qué punto sus actitudes hacia un «amo» severo o un alfa bien instalado están teñidas de temor, si tienen un sentido de lo sagrado, si ruegan pidiendo perdón y tratan de aplacar de algún modo a fuerzas

más poderosas que ellos e influir en ellas. Estos animales criados, educados y disciplinados por padres mucho más fuertes y sabios, animales cargados de energía para entrar en una jerarquía de dominación, animales que además se enfrentan con la presencia desalentadora de seres humanos armados con el poder de vida y muerte y que distribuyen premios y castigos, estos animales pueden muy bien tener sentimientos afines a lo que nosotros llamamos religión.

Es cierto que en el transcurso de la historia algunas religiones se han transformado en algo muy superior a esto, y que en sus mejores aspectos han trascendido la intimidación, la jerarquía y la burocracia ofreciendo consuelo a quienes carecen de poder. Unos pocos y raros maestros de la religión han actuado como conciencia de nuestra especie, han inspirado a millones con el ejemplo de sus vidas, nos han ayudado a romper la marcha en filas cerradas de los papiones. Pero esto no contradice la tesis de que una predisposición religiosa generalizada, preparada para que la estructura social la aproveche, puede ser un elemento corriente en el reino animal.

Quizá, si pudieramos mirar dentro de la mente de un simio en estado natural encontraríamos, entre todo un frenesí de sentimientos más, una sensación de satisfacción por su calidad de simio un sentimiento que rivaliza con el que tenemos sobre nuestra propia humanidad. Cada especie puede sentir algo semejante. Sería un elemento mucho más adaptativo que su opuesto. Si algo de esto es cierto, quedaríamos privados incluso de nuestra vanidosa distinción de ser el único animal que hace distinciones vanidosas.

Si no nos hemos asomado en los corazones y las mentes de las demás especies y si ni siquiera las hemos estudiado cuidadosamente, podemos atribuirles virtudes y fortalezas y también vicios y deficiencias de las que quizá carecen. Consideremos este fragmento poético de Walt Whitman:

*Creo que podría volverme y vivir con animales, tan plácidos  
y contenidos en sí,  
Me levanto y los miro mucho, mucho tiempo.*

*No sudan ni se quejan por su estado, no están despiertos de  
noche llorando por sus pecados,  
No me asquean debatiendo sus deberes para con Dios,  
Nadie está insatisfecho, nadie ha enloquecido con la manía  
de poseer cosas,  
Nadie se arrodilla ante otro, ni ante un representante suyo  
que vivió hace miles de años.  
Nadie es respetable o desgraciado en toda la tierra.<sup>5</sup>*

Sobre la base de los datos expuestos en la presente obra, dudamos de que ninguna de las seis diferencias imaginadas por Whitman entre los demás animales y los hombres sea cierta, por lo menos si se acepta una cierta licencia poética, es decir siguiendo el espíritu, si no la letra del poema. Montaigne pensó<sup>6</sup> que cuando llegamos a la conclusión de que los demás animales tienen «ambición, celos, envidia, venganza, superstición y desesperación» estamos simplemente proyectando nuestras «cualidades enfermizas» sobre las bestias, pero esto es ir demasiado lejos, como demuestran las vidas de los chimpancés. Muchos comentaristas han exagerado las diferencias entre los hombres y los «animales» y han advertido sobre el peligro de antropomorfizar, pero otros, como Whitman y Montaigne han tratado a los animales desde un punto de vista romántico y sentimental. Ambos excesos sirven para negar nuestro parentesco.

La causa aproximada del éxito humano debe de tener alguna relación con la combinación de nuestra inteligencia con nuestro talento para fabricar y utilizar herramientas. Es evidente que nuestra civilización, que abarca todo el globo, deriva principalmente de estas dos capacidades. Sin ellas estaríamos casi indefensos. Pero «a menudo interviene una pequeña dosis... de entendimiento o de razón incluso en animales que están muy bajos en la escala de la naturaleza», escribió Darwin en *El Origen*. En un momento posterior de su vida, Darwin llevó a cabo extensos estudios sobre un tema que podríamos considerar poco prometedor, la inteligencia de los gusanos de tierra. Les sometió a pruebas de inteligencia consistentes en la manipulación de hojas reales y artificiales. Los gusanos se desarrollaron muy bien. Los platelmintos pueden recorrer un laberinto sencillo para recibir un premio; incluso los gusanos tienen un cierto grado de inteligencia. Los pinzones carpinteros de las Galápagos, estudiados por Darwin en el viaje del *Beagle* utilizan ramitas para extraer de las ramas las larvas que habitan en la madera; incluso las aves tienen una tecnología rudimentaria.

Es evidente que no podríamos haber inventado la civilización sin inteligencia y tecnología. Pero sería injusto considerar la civilización como la característica definidora de nuestra especie, o la que determina el nivel de inteligencia y de destreza manual necesario para nuestra definición, especialmente porque el hombre pasó el primer 99 % de su vida en la tierra en un estado no civilizado. Éramos hombres ya entonces, como lo somos ahora, pero no habíamos ni siquiera soñado con la civilización. Sin embargo los restos fósiles de los primeros hombres y homínidos

conocidos, que se remontan no a centenares de miles de años, sino a millones de años, aparecen a menudo acompañados por herramientas de piedra. Teníamos el talento necesario, por lo menos de modo parcial. Sucedió únicamente que todavía no habíamos descubierto la civilización.

El contraste entre la propensión al uso de herramientas de los hombres y la falta de herramientas en muchos otros animales ha inducido a definirnos como animal que utiliza o que fabrica herramientas, como al parecer propuso por primera vez uno de los miembros de la Sociedad Lunar de Josiah Wedgwood y Erasmus Darwin, Benjamin Franklin. El 7 de abril de 1778 James Boswell confiesa que admira la definición de Franklin. Samuel Johnson, siempre tan gruñón y a veces excesivamente literal, protesta: «Pero muchos hombres no han fabricado nunca una herramienta; e imaginemos un hombre sin brazos, que no pudiera fabricar herramientas.» ¿Al definir a un ser humano deberíamos utilizar de nuevo rasgos que todos ellos poseen, sin excepción, o rasgos que pueden estar presentes sólo de modo potencial? Y en el segundo caso, ¿quién sabe qué rasgos pueden estar latentes en los demás animales que todavía no se han manifestado plenamente debido a las circunstancias o a la necesidad?

Flemática y tranquila, sin que la moleste la carga de la cría (que se agarra a su pelaje de cara a su pecho), la hembra deposita cuidadosamente el fruto de cáscara dura sobre el tronco y lo abre de un golpe utilizando una herramienta de piedra que se ha procurado para este fin. El martillo y el yunque. No se enciende ninguna bombilla encima de la cabeza. No apoyó su mentón sobre el puño cerrado, no hay indicios de un descubrimiento que se esfuerza por emerger, no hay un momento de revelación, no se oyen las notas de *Also Sprach Zarathustra*. Es una rutina más, son cosas corrientes que los chimpancés saben hacer. Sólo los hombres, que saben a dónde pueden llevar las herramientas, lo consideran notable.

Muchos chimpancés pueden utilizar herramientas, aunque no sepan lo bastante para resguardarse de la lluvia. No solamente esto: pueden premeditar la utilización de herramientas, pueden adquirir una herramienta para alguna acción que desean realizar más tarde. Los chimpancés recorren largas distancias para encontrar el tipo adecuado de piedra o de palo y llevárselo a casa. Al parecer mientras lo hacían pensaban ya en su destino definitivo.

«Se ha dicho a menudo —escribió Darwin en *La ascendencia del hombre*— que ningún animal utiliza herramientas; pero el

chimpancé en su estado natural abre un fruto nativo, parecido a una nuez, con una piedra.» Su fuente era el observador victoriano de chimpancés, Thomas Savage, M. D., un personaje agudo pero quisquilloso. Los chimpancés abren normalmente las semillas y nueces de cáscara dura golpeando con un martillo de piedra contra un yunque de piedra o de madera; y transportan las piedras adecuadas durante una buena fracción de kilómetro con este fin. En otros momentos pueden utilizar palos como cascanueces. En la Selva Tai de Costa de Marfil, los chimpancés eligen un palo adecuado, se encaraman a un árbol de cola, escogen las mejores nueces de cola y las abren sirviéndose de la rama como yunque y del palo como martillo.<sup>7</sup> Las chimpancés utilizan con más frecuencia que los machos la tecnología del martillo y el yunque, y lo hacen mejor.\*

Una chimpancé rompe un tallo largo de hierba o una caña para utilizarla después, a centenares de metros de distancia y a más de una hora en el futuro, para atraer unas deliciosas termitas y sacarlas de un tronco o de un termitero. La chimpancé tiene que quitar las hojas y ramitas sobrantes, dar forma a la herramienta, acortarla, meterla en el túnel de las termitas con un hábil movimiento giratorio para poder seguir el contorno interior, sacudirla seductoramente para atraer a las termitas sobre ella y luego con mucho cuidado sacarla sin que se suelten demasiados insectos. Los chimpancés necesitan años para perfeccionar su técnica y la enseñan normalmente a sus hijos, que son discípulos ansiosos. Ésta satisface exactamente una confiada definición de la «exclusividad de la fabricación de herramientas por el hombre», a saber: «fabricar con materiales naturales un utensilio destinado a servir en un momento distante y sobre objetos que no están presentes perceptualmente».<sup>8</sup>

¿Qué dificultad tiene la pesca de termitas que practican los chimpancés? Supongamos que se nos suelta desnudos en la Reserva de Gombe de Tanzania y que llegamos a la conclusión, nos guste o no nos guste, de que el principal remedio contra la malnutrición o el hambre son las termitas. Sabemos que son una

\* Hay ejemplos semejantes en otras especies. La nutria de mar, un animal juguetón e inteligente, se sumerge periódicamente al fondo del mar, coge moluscos de concha dura y una piedra adecuada, nada hasta la superficie, flota sobre su espalda y luego abre los moluscos utilizando como yunque la piedra. Algunas aves dejan caer los bivalvos sobre piedras para abrirlos. Los alimochos y las águilas ratoneras sueltan desde lo alto piedras sobre los huevos grandes de emús y de avestruces para comerse el contenido.<sup>9</sup> Según una historia apócrifa,<sup>10</sup> Esquilo, autor dramático de la antigua Grecia, murió cuando un buitre (o un águila) soltó una gran piedra (o una tortuga..., la versión varía) sobre su cabeza calva al confundirla quizá con el huevo de una ave incapaz de volar.

fuerza excelente de proteínas; sabemos que personas que se respetan las consumen normalmente en muchas partes del mundo. Conseguimos apartar todo escrúpulo que podamos sentir al respecto. Pero atrapar las termitas de una en una no compensa el esfuerzo. Si no tenemos la suerte de dar con ellas cuando están formando enjambres nos veremos obligados a fabricar una herramienta, introducirla una y otra vez en un termitero de un metro de alto, metérsola en la boca y con los dientes y los labios arrancar las termitas pegadas a ella mientras retiramos la herramienta. ¿Podríamos hacerlo tan bien como un chimpancé?

El antropólogo Geza Teleki intentó averiguarlo. Pasó meses en Gombe bajo la tutela de un chimpancé llamado Leakey que dominaba la técnica. Teleki describió los resultados en un famoso artículo científico titulado «Tecnología de subsistencia de los chimpancés».<sup>11</sup> Las termitas de Gombe suelen salir de noche; antes del amanecer bloquean expertamente las entradas de sus termiteros. Los chimpancés suelen iniciar su recolección de termitas rascando y eliminando estas barreras de las entradas. La investigación de Teleki empezó aquí:

Pronto quedé impresionado por la facilidad con que podían localizar los túneles después de haber visto repetidamente a chimpancés acercarse al termitero, ponerse de pie encima de él o a su lado, llevar a cabo una rápida inspección visual de la superficie, alargar la mano con decisión y dejar abierto un túnel con una precisión predictiva elevada. Apliqué varios procedimientos experimentales Para intentar aprender la técnica: examinar detalladamente las formas de las rendijas, protuberancias, depresiones y demás rasgos «topográficos» de la arcilla. Pero después de varias semanas de buscar vanamente la pista esencial, tuve que recurrir a rascar las superficies de los termiteros con una navaja hasta que el túnel aparecía por casualidad. Mi incapacidad por descubrir algún rasgo físico que pudiera servir de pista visual me hizo comprender que quizá los chimpancés tienen conocimientos que superan en mucho mis expectativas.

... La única hipótesis que en este momento parece explicar de modo razonable los hechos observados es que un chimpancé adulto puede saber (¿memorizar?) la situación exacta de cien o más túneles de los termiteros más familiares. Además, las búsquedas intensivas se limitan a una estación anual de corta duración, por lo que debe considerarse también la posibilidad de que los chimpancés conserven un mapa mental de los rasgos esenciales de los montículos durante los diez meses intermedios.

Apoya de modo circunstancial esta hipótesis el hecho de que los chimpancés precisan de un período prolongado de aprendi-

zaje (a saber, de cuatro a cinco años) para poder dominar esta técnica... y que se sabe que algunos individuos tienen la capacidad de retener información específica durante muchos años.

Luego Teleki pasó a estudiar la selección de los posibles materiales para fabricar la sonda de termitas:

Cuando lo aplica un chimpancé experto el procedimiento de selección parece engañosamente sencillo. Después de echar una breve ojeada a la vegetación próxima, el chimpancé alarga la mano y arranca diestramente una ramita, trozo de enredadera o tallo de hierba. A veces el individuo tiene que alejarse unos cuantos pasos del termitero y buscar una sonda adecuada, y en algunos casos selecciona inicialmente dos o tres objetos. Los examina rápidamente y los va tirando hasta que alguno o varios cumplen alguna condición y se los lleva hasta el termitero para su posterior selección. Cuando tiene lugar esta selección, el chimpancé la realiza de un modo rápido, casi casual, e inicia las modificaciones si son precisas. Si no se entienden todos los matices necesarios puede subestimarse fácilmente la habilidad necesaria para llevar a cabo estas maniobras.

Es de suponer que los chimpancés tienen la experiencia necesaria para evaluar las propiedades de un objeto antes de utilizarlo en la pesca de termitas, porque la tasa de errores en la selección de la sonda no es elevada... Cuando la sonda se utiliza para buscar termitas, las especificaciones son en realidad sorprendentemente estrictas: si el trozo de enredadera o la hierba seleccionada es demasiado flexible se arrugará y se aplastará (como un acordeón) cuando se meta en el túnel y se retuerza, si por otra parte, el objeto es demasiado rígido o frágil, se atascará en las paredes del túnel y se romperá o no podrá entrar hasta la profundidad necesaria. A pesar de dedicar meses a observar e imitar a los chimpancés adultos que seleccionaban sondas con envidiable facilidad, rapidez y precisión, no pude alcanzar su nivel de eficacia. Esta ineptitud sólo puede observarse en chimpancés cuya edad es inferior a unos cuatro o cinco años.

Finalmente, tras dejar de lado las dificultades que planteaba encontrar las entradas de los túneles y fabricar las herramientas, Teleki se dispuso a aprender a utilizar de modo competente la herramienta fabricada:

Pasé muchas horas introduciendo sondas, esperando el tiempo designado y sacándolas de nuevo, sin que viera ninguna termita. Sólo después de una semana de fracaso casi total... empecé finalmente a captar el problema planteado...

Para poder recolectar estas termitas subterráneas, primero

debe introducirse el objeto explorador con cuidado y habilidad hasta una profundidad de unos 8 a 16 cm, girando adecuadamente la muñeca para que el objeto navegue por el retorcido canal. Luego hay que hacer vibrar suavemente la sonda con los dedos durante la pausa prescrita, porque sin este movimiento las termitas pueden no sentirse estimuladas a morder con firmeza la sonda. Sin embargo, si la vibración dura demasiado o es demasiado brusca, hay muchas probabilidades de que las mandíbulas [de las termitas] corten la sonda mientras está todavía en el túnel. Cuando estas acciones preliminares se han realizado correctamente, hay que extraer la sonda del túnel, probablemente con docenas de termitas pegadas a ella. De nuevo han de cumplirse determinadas condiciones. Si se estira el objeto con demasiada rapidez o brusquedad, es probable que las paredes del túnel rocen con los insectos y que sólo se saque de él una sonda pelada. Los movimientos de la manos deben realizarse de modo razonable pero no excesivamente rápido, y una vez iniciados deben proceder de modo uniformemente fluido y suave. Si el túnel es especialmente tortuoso (un rasgo que puede determinarse al insertar la sonda), puede garantizarse el éxito de la pesca girando lentamente la muñeca mientras se estira la sonda.

Es un poco desalentador descubrir en el mismo terreno tecnológico en el cual se postula a menudo la superioridad humana que después de meses de aprendizaje unos científicos humanos no puedan hacerlo mejor que unos chimpancés preadolescentes. Teleki se muestra generoso y jovial sobre su fracaso. En los reconocimientos al final del artículo, después de dar las gracias a varias organizaciones por su apoyo financiero y logístico, aparece esta frase: «Estoy, también, más que agradecido al paciente y tolerante *Leakey*, cuya capacidad para recolectar termitas superó tanto la mía.»

El estilo con que los chimpancés enseñan a los jóvenes a cascar nueces y pescar termitas es tranquilo, con ejemplo y no maquinalmente. El alumno juega con las herramientas e intenta varios enfoques, en lugar de copiar al pie de la letra todos los movimientos de la mano del instructor. Las técnicas mejoran gradualmente. Se ha criticado por este motivo<sup>12</sup> a los chimpancés, diciendo que no tienen realmente cultura. (Es sorprendente que un grupo de científicos deniegue el lenguaje a los chimpancés porque, como hemos explicado, los consideran demasiado imitadores, mientras que otro grupo de científicos denieguen la cultura de los chimpancés porque dicen que no son lo bastante imitadores.)

El estilo de aprender del gran físico Enrico Fermi era pedir



a los colegas que expusieran el problema que acababan de resolver pero sin darle la respuesta. Fermi sólo podía entender el problema si lo resolvía él mismo. En ciencia y en tecnología, como en muchas otras actividades humanas, aprender haciendo es mucho más eficaz que aprender de memoria. Saber, como saben los chimpancés, que un problema existe y puede resolverse con los instrumentos de que se dispone es tener media partida ganada.

Los papiones de Gombe comen termitas, pero casi únicamente durante el período de dos o tres semanas durante el cual los insectos migran. Entonces puede verse a los papiones reunidos comiendo ruidosamente los insectos, y saltando al aire para atraparlos al vuelo. En épocas de menor abundancia, puede llegar a un termitero un grupo de chimpancés y expulsar a los papiones. A veces los papiones expulsados se sientan a una cierta distancia y observan taciturnamente a los chimpancés que trabajan con sus herramientas sobre el termitero. Cuando los chimpancés han acabado, dejan sus tallos y cañas modificadas en la base del termitero. Pero no se ha visto nunca a un papión intentar utilizar una herramienta abandonada, aunque de este modo podría ampliar su estación de recolección de termitas de semanas a meses. Los papiones no son lo bastante inteligentes. Probablemente sus cerebros son demasiado pequeños.

Del mismo modo que los chimpancés recolectan termitas mucho mejor que los papiones, algunos hombres preindustriales que comen regularmente termitas lo hacen mucho mejor que los chimpancés. Excavan y abren los termiteros, los fumigan o los llenan de agua. Uno de los sistemas más elegantes es imitar el sonido de las gotas de lluvia, con la lengua contra el paladar o con dos trozos de madera apoyados suavemente sobre la superficie del termitero, lo que induce a las termitas a salir de su nido.<sup>13</sup> No se ha visto nunca que los chimpancés utilicen estas técnicas.\* Probablemente no son lo bastante inteligentes. Probablemente sus cerebros son demasiado pequeños.

Lo más interesante para nosotros es el solapamiento. Algunos chimpancés no conocen siquiera la tecnología de las sondas y no recolectan termitas mejor que los papiones. Otros chimpancés disponen de una tecnología bien desarrollada, aunque rudimentaria, que obliga a efectuar varios pasos correctamente y en el orden adecuado para que el método funcione, una tecnología tan buena como la de muchas culturas humanas, pero no tan

\* Si bien en los montes Okorobiko de Guinea los chimpancés abren los termiteros con palos grandes y recolectan a puñados las termitas que huyen. Otras sociedades de chimpancés en Guinea desconocen este sistema, aunque lo emplean también grupos de chimpancés de los cercanos Camerún y Gabón.<sup>14</sup>

buena, ni mucho menos, como la de otras. Hay culturas humanas que apenas llegan a los niveles superiores de la capacidad de los chimpancés para pescar termitas, y hay otras que están al mismo nivel que los papiones.<sup>15</sup> No se observan aquí fronteras definidas que separen a los papiones de los chimpancés o a los chimpancés de los hombres.

Los chimpancés también tiran ramas a los intrusos y recogen agua potable con hojas. No pueden calificarse de animales remilgados u obsesionados con la higiene, pero se sabe que los chimpancés utilizan hojas como papel higiénico y pañuelos y ramitas como cepillos de dientes. Utilizan palos para sacar raíces del suelo, para investigar la presencia de animales en madrigueras y agujeros de nudo y para alcanzar fruta inaccesible, como un crupier en una mesa de juego. Si pudieran fabricar herramientas más complejas tendrían desde luego la inteligencia y destreza para utilizarlas: En los zoológicos los chimpancés intentan robar las llaves del bolsillo del cuidador. Cuando lo logran, a menudo consiguen abrir la cerradura. Al igual que nosotros a veces pueden utilizar su inteligencia para escapar de la esclavitud.

A los chimpancés macho les gusta tirar proyectiles, lo que tengan a mano, generalmente palos y piedras. (En ocasiones tiran comida como los residentes de las asociaciones estudiantiles.) Las hembras se interesan mucho menos por los proyectiles. Los chimpancés de los zoos tradicionales, si pudieran, tirarían piedras a los visitantes que los contemplan. Lo cierto es que sólo tienen heces a mano. Cuando se presenta a chimpancés de la selva una figura verosímil de leopardo mecánico, después de una frenética actividad para tranquilizarse consistente en chillidos, abrazos y montarse mutuamente, se agencian garrotes adecuados y matan a palos la efigie, o por lo menos continúan hasta que se le sale el relleno. O la lapidan. (En circunstancias idénticas, los papiones atacan furiosamente el leopardo, pero sin pensar en utilizar palos. Los papiones no tienen idea de herramientas.)

Los chimpancés pueden dejar inconsciente o matar a pedradas. La direccionalidad de sus tiros es buena. Lo que les falta es alcance. En enfrentamientos tensos con alguna presa o con congéneres hostiles las piedras tiradas sólo aciertan los objetivos en unos pocos casos. Nuestros adolescentes no lo hacen mucho mejor en circunstancias comparables. Pero una lluvia de piedras, aunque no dé siempre, puede hacer cambiar de idea.

Es preciso establecer una distinción entre utilizar una herramienta y fabricarla. Muchos científicos han aceptado que otros animales utilizan herramientas y se han inspirado en Benjamin

Franklin para definir al hombre como el único animal que fabrica herramientas; se supone que cuando se fabrican herramientas, el lenguaje no puede estar muy lejos.<sup>16</sup> Pero la industria de pesca de termitas que practican los chimpancés demuestra claramente que los chimpancés fabrican y utilizan herramientas, con considerable reflexión. Los chimpancés también tienen una tecnología de la piedra rudimentaria, si bien, por lo que sabemos, no fabrican herramientas de piedra en la selva. Sin embargo, en cautividad *Kanzi*, el bonobo con talento para el lenguaje, imitó modelos humanos, golpeó entre sí piedras y produjo escamas afiladas que luego utilizó para cortar una cuerda y abrir una caja con comida. (Se trata de una secuencia casual de lo menos cinco pasos de longitud.) Cuando *Kanzi* obtenía una escama lo bastante afilada para cortar la cuerda se contentaba generalmente con el primer cuchillo basto que se desprendía de la piedra. Pero cuando la cuerda que debía cortar era más gruesa, fabricaba un cuchillo más grande y afilado.<sup>17</sup>

De hecho se tenían desde hace decenios pruebas sobre el talento de los chimpancés para combinar objetos con un fin y fabricar herramientas:

Entre 1913 y 1917, Wolfgang Kohler llevó a cabo observaciones y experimentos sobre la inteligencia de los chimpancés en una estación sobre el terreno del norte de África. En un estudio se condujo a un chimpancé macho, *Sultán*, a una habitación donde había en un rincón un plátano atado a una cuerda y colgado del techo. Se había puesto también una caja de madera en el centro de la habitación, con la parte abierta hacia arriba. *Sultán* intentó primero alcanzar la fruta saltando, pero pronto vio que no podía. Luego «se paseó inquieto arriba y abajo, de pronto se detuvo delante de la caja, la cogió, le dio la vuelta... se dirigió hacia el objetivo... empezó a subirse... y dando un salto hacia arriba con toda su fuerza arrancó el plátano de la cuerda». Unos días después llevaron a *Sultán* a una habitación con un techo mucho más alto, donde había también una banana colgada, además de una caja de madera y un palo. *Sultán*, cuando no consiguió atrapar la banana con el palo sólo se sentó «con aire de cansancio... miró a su alrededor y se rascó la cabeza». Luego miró las cajas, de repente dio un salto, agarró una caja y un palo, empujó la caja debajo del plátano, levantó el palo y derribó el plátano de un golpe. Kohler quedó impresionado por el período de aparente reflexión que precedió la solución de *Sultán* y por el carácter repentino y directo de su actuación. Este comportamiento «perspicaz» contrasta al parecer con otras formas de aprendizaje que se desarrollan gradualmente y dependen del refuerzo.<sup>18</sup>

No es difícil imaginar a un chimpancé o un bonobo especialmente perspicaces preguntándose si no habría un medio mejor para que una escama de piedra corte mejor o para que un proyectil llegue más lejos.

El progreso de la tecnología humana es un continuo, y escoger como criterio de nuestra humanidad un punto especialmente importante, por ejemplo la domesticación del fuego o la invención del arco y las flechas, la agricultura, los canales, la metalurgia, las ciudades, los libros, el vapor, la electricidad, las armas nucleares o el vuelo espacial no sólo sería arbitrario, sino que excluiría de la humanidad a todos nuestros antepasados que vivieron antes de que tuviera lugar la invención o el descubrimiento en cuestión. No hay una tecnología determinada que nos haga hombres; como máximo podría ser únicamente la tecnología en general o una propensión a la tecnología. Pero esto lo compartimos con otros.

Al igual que nosotros, los primates no humanos no son todos iguales. Sus intereses varían de individuo a individuo y de grupo en grupo. Algunos, como *Imo*, son genios tecnológicos. Otros, como los machos de macaco obsesionados por la jerarquía están totalmente anticuados y atascados en sus maneras. Una población de chimpancés casca nueces, otra no. Algunas pescan termitas, otras sólo hormigas. Algunas utilizan tallos de hierba y trozos de enredadera para atraer y pescar insectos, otras palos y ramitas. Las hembras usan preferentemente martillos y yunques, los machos tiran preferentemente piedras. Ninguna de ellas, por lo que sabemos, ha utilizado nunca un palo para excavar una raíz o un tubérculo nutritivo, si bien este acto debería ser posible y adaptativo. Algunos individuos juzgan la tecnología desagradable o demasiado exigente intelectualmente y nunca la utilizan, a pesar de las ventajas evidentes que confiere a otros miembros del grupo que se sienten cómodos con ella. Algunos grupos grandes no tienen ninguna tecnología. «No me gusta decirlo —confía un observador de una comunidad de chimpancés de Uganda—, pero los chimpancés de Kibale parecen los patanes del mundo de los chimpancés.» El autor especula que la vida es demasiado fácil y la comida demasiado abundante en Kibale para que el desafío de las privaciones provoque la respuesta de la tecnología.<sup>19</sup>

Los chimpancés son listos. Tienen en sus cabezas mapas mentales precisos de sus territorios. Parece que conocen la abundancia estacional de alimentos vegetales y que se congregan en alguna provincia periférica de su territorio para recolectar un pequeño grupo de frutos o verduras maduras. Tienen una cultura, medicina y tecnología rudimentarias. Tienen una capacidad

sorprendente para expresarse en un lenguaje simple. Pueden planificar el futuro. Pensemos de nuevo en las habilidades sensoriales y de conocimiento necesarias para triunfar en la vida social de los chimpancés. Hay que reconocer docenas de rostros y sus expresiones. Hay que recordar lo que cada individuo le ha hecho a uno o si le ha ayudado en el pasado. Hay que comprender las manías, debilidades, ambiciones de los posibles aliados y rivales. Hay que saber reaccionar de prisa. Hay que ser muy flexible. Pero si uno tiene todo esto, quedan probablemente muchas cosas más sobre el mundo que uno más tarde o más temprano puede descubrir y cambiar.

¿De qué manera más decisiva han borrado chimpancés y bonobos la lista de supuestas distinciones humanas: conciencia de sí, lenguaje, ideas y su asociación, razón, comercio, juego, elección, valentía, amor y altruismo, risa, ovulación oculta, besos, relación sexual cara a cara, orgasmo femenino, división del trabajo, canibalismo, arte, música, política y bipedismo sin plumas, además de utilizar herramientas, fabricar herramientas y muchas cosas más! Filósofos y científicos ofrecen ingenuamente rasgos que suponen exclusivos del hombre y que los simios derriban como si nada acabando con la pretensión de que los hombres constituyen una especie de aristocracia biológica entre los seres de la Tierra. Actuamos más bien como nuevos ricos que no acaban de adaptarse a su reciente posición elevada, que se sienten inseguros sobre su identidad y que intentan poner la mayor distancia posible entre ellos y sus humildes orígenes. Es como si nuestros parientes más cercanos refutaran con su misma existencia todas nuestras explicaciones y justificaciones. Es, por lo tanto, muy conveniente que haya todavía simios en la Tierra y que contrarresten nuestra arrogancia y orgullo humanos.

Gran parte del comportamiento de los chimpancés y los bonobos se ha descubierto en los últimos tiempos. Sin duda tienen otros talentos que hasta ahora no hemos captado. Los hombres somos observadores parciales, con intereses creados en las respuestas. Esta enfermedad sólo puede curarse con más datos. Pero el estudio del comportamiento de los primates, tanto en el laboratorio como en libertad, suele estar financiado con recursos escasos y asignados de mala gana.

Si insistimos en diferencias absolutas y no relativas, no descubrimos ninguna característica distintiva de nuestra especie, por lo menos hasta ahora. ¿No cabría esperar que las diferencias fueran de grado y no de índole, especialmente con nuestros parientes más próximos? ¿No es ésta la lección de la evolución?

Si queremos ser los únicos que poseen herramientas, cultura, lenguaje, comercio, arte, danza, música, religión o inteligencia conceptual, no podremos comprender quiénes somos. En cambio, podremos conseguir algunos progresos si estamos dispuestos a admitir que lo que nos distingue de los demás animales es tener más de una propensión y menos de otra. Luego, si así lo deseamos, podremos enorgullecernos de que las aptitudes de los primates hayan florecido de modo más completo en nuestra especie. Cuanto más pesa un animal, más cosas suyas tiene que controlar el cerebro y por lo tanto, dentro de ciertos límites, más grande debe ser el cerebro. Esto se cumple entre especies, pero no entre individuos de una especie dada. Una especie con un cerebro mucho más grande en comparación con el peso de su cuerpo, especialmente el de sus centros cerebrales superiores, tiene una buena probabilidad de ser más listo en algún nivel. De hecho los hombres tienden a tener cerebros mayores que otros primates de peso corporal comparable, los primates a tenerlos mayores que otros mamíferos, los mamíferos que las aves, las aves que los peces, y los peces que los reptiles.<sup>20</sup> Hay alguna dispersión de los datos, pero la correlación es evidente. Se corresponde bastante bien con la ordenación de la inteligencia animal aceptada normalmente (por los hombres, claro). Los primitivos mamíferos tenían cerebros bastante mayores que los reptiles contemporáneos suyos de peso corporal comparable; y los primeros primates estaban igualmente bien dotados en comparación con los demás mamíferos. Descendemos de antepasados con cerebros grandes.

Los adultos de la especie humana, que sólo pesan algo más que los chimpancés adultos, tienen en cambio cerebros de peso tres o cuatro veces superior. Un niño de unos cuantos meses de edad tiene ya un cerebro mayor que un chimpancé adulto.<sup>21</sup> Parece muy probable que somos bastante más inteligentes que los chimpancés porque tenemos un cerebro mucho mayor, aunque el peso del cuerpo es comparable. Si el peso del cerebro aumenta de tres a cuatro veces, el tamaño del cerebro (su circunferencia, por ejemplo) tiene que aumentar en un 50 %. Pero el cerebro humano no es una ampliación totalmente proporcional del cerebro de un chimpancé. A pesar de lo que Huxley descubrió, hay una cierta arquitectura cerebral —no mucho, pero algo— que los hombres tienen y los demás primates no, por lo menos en general. Es significativa que parte de ella parece estar relacionada con el habla.

Algunas partes del cerebro son proporcionalmente mucho mayores en los hombres que en los demás primates. La corteza cerebral se ocupa en general del pensamiento y es proporcional-

mente mucho mayor en los hombres que en los chimpancés (o que en nuestros antepasados primates no humanos); lo mismo sucede con el cerebelo, que se ocupa de mantenernos constantemente sobre nuestros (dos) pies.<sup>22</sup> Los lóbulos frontales son mucho más prominentes en los hombres que en los chimpancés; se piensa que desempeñan un papel importante en la previsión de las consecuencias futuras de las acciones presentes, en la planificación del futuro.\*

Sin embargo, las supuestas distinciones de la anatomía del cerebro deben tratarse con cuidado: hay muchos primates que no se han estudiado todavía con suficiente cuidado, y se han formulado muchas afirmaciones erróneas. Por ejemplo, en los hombres, los dos hemisferios de la corteza cerebral almacenan información diferente y controlan capacidades diferentes: se trata de un resultado sorprendente obtenido en pacientes a los que se seccionaron los haces de fibras neurales que conectan los dos hemisferios.<sup>23</sup> Esta asimetría, llamada «lateralización», está relacionada con el lenguaje y posiblemente con la utilización de herramientas.<sup>24</sup> Nació entonces la presunción de que sólo el cerebro humano está lateralizado.<sup>25</sup> Se descubrió luego que algunas aves canoras tienen sus canciones almacenadas casi exclusivamente en uno de los hemisferios de su cerebro,<sup>26</sup> y se descubrió la lateralización en chimpancés que habían aprendido lenguaje.<sup>27</sup> En cualquier caso, las diferencias cualitativas entre los cerebros de los chimpancés y del hombre son escasos y sutiles, si los hay.

¿Es esto todo? Demos a los chimpancés un cerebro mayor y la capacidad de articular palabras, quitémosles quizá algo de testosterona, cancelemos los anuncios de la ovulación, carguémoslos con algunas inhibiciones más, afeitémoslos y cortémosles el pelo, pongámoslos de pie sobre sus patas traseras y quitémoslos de los árboles por la noche. ¿Serían entonces indistinguibles de los hombres primitivos?

La posibilidad de que «no seamos más que» simios de un modelo de lujo, que las diferencias entre ellos y nosotros sean casi totalmente diferencias de grado y no de índole, y que las diferencias de índole, si existen, puedan ser difíciles de captar, fue motivo de profunda incomodidad desde los primeros días en que se consideró seriamente la evolución humana. Unos cuantos años después de la publicación de *El origen de las especies* Huxley escribió:

\* La parte principal del aumento del tamaño de nuestros cerebros y del mejoramiento de nuestra arquitectura cerebral se produjo muy rápidamente, en los últimos millones de años. Es posible que queden todavía algunos fallos por corregir.

Deseando, como deseo, alcanzar el círculo más amplio de lectores inteligentes, sería una cobardía indigna ignorar la repugnancia con que la mayoría de mis lectores contemplará probablemente las conclusiones a las que me ha conducido el estudio más cuidadoso y consciente que he podido realizar de esta materia.

Oigo en todas partes el grito «Somos hombres y mujeres, no un tipo mejor de simio con piernas más largas, pies más sólidos y cerebro más grande que sus brutales chimpancés y gorilas. El poder del conocimiento, la conciencia del bien y del mal, la conmovedora ternura de los afectos humanos nos elevan y separan de toda compañía real con las bestias, por relacionadas y próximas que parezcan estar con nosotros.»

Sólo puedo contestar a esto que la exclamación sería muy justa y tendría todas mis simpatías si fuera realmente relevante. Pero no soy yo quien pretende basar la dignidad del hombre en su dedo gordo del pie o insinuar que estamos perdidos si un simio tiene un hipocampo menor [en su cerebro]. Por el contrario, he hecho todo lo que he podido para acabar con esta vanidad...

De hecho, las personas con autoridad en esta materia nos dicen... que la creencia en la unidad de origen del hombre y de las bestias supone la brutalización y degradación de los primeros. ¿Pero es esto cierto? ¿No podría un niño sensible mediante argumentos obvios refutar a los retóricos superficiales que quieren empujarnos a esta conclusión? ¿Es realmente cierto que el poeta, el filósofo o el artista cuyo genio es la gloria de su era se ve degradado de su elevada posición por la probabilidad histórica indudable, por no decir la certeza, de que sea el descendiente directo de algún salvaje desnudo y bestial, cuya inteligencia a penas le bastaba para tener algo más de astucia que el zorro y para ser, por lo tanto, mucho más peligroso que el tigre?<sup>28</sup>

Supongamos que uno tiene una computadora personal cuyo tamaño es más o menos el de una máquina de escribir y que puesta sobre la mesa de trabajo puede calcular mejor que un centenar de matemáticos. Hace sólo unos decenios no había en la Tierra nada que se le pareciera ni remotamente. El fabricante, sobre la base de las ventajas de este modelo, introduce ahora una variante relativamente menor con un microprocesador más rápido y más potente y unos cuantos periféricos nuevos. Es evidente que este logro no es tan notable como la invención primera de la computadora personal. Pero uno comprueba que la nueva computadora puede llevar a cabo un conjunto de funciones que no



podía realizar la vieja. Puede resolver algunos problemas en un intervalo de tiempo razonable, que antes era prácticamente infinito. Hay unas categorías enteras de problemas que uno puede resolver ahora y a los que antes no podía ni siquiera acercarse. Pero si resolver estos problemas fuera importante de algún modo para la supervivencia de las computadoras personales, pronto habría un gran número de computadoras personales con estas capacidades adicionales. Quizá nuestro carácter único no es más que esto, o sólo algo más que esto: un mejoramiento del talento preexistente y ya bien establecido para la invención, la previsión, el lenguaje y la inteligencia general, lo bastante para cruzar un umbral en nuestra capacidad, para comprender y cambiar el mundo.

De todos modos, unas capacidades mayores de razonamiento no necesariamente y en todas las circunstancias serán adaptativas y podrán mejorar la supervivencia, según sean los demás factores con los que están relacionadas. «El hombre es razón más que otra cosa»,<sup>29</sup> dijo Aristóteles. Mark Twain replicó:

Creo que esto podría discutirse... El argumento más fuerte contra la inteligencia [del hombre] es que con los antecedentes [históricos] que arrastra pretenda tranquilamente nombrarse el animal principal.<sup>30</sup>

Si imaginamos que somos simplemente o incluso principalmente, seres racionales, no nos conoceremos nunca.

Somos demasiado débiles para destruir o poner en peligro seriamente el planeta o para extinguir toda vida en la Tierra. Esta tarea supera en mucho nuestra capacidad. Pero lo que podemos destruir es nuestra civilización mundial y es posible que podamos alterar el medio ambiente de modo que nuestra especie, y un gran número de otras especies, se extinga.<sup>31</sup> Nuestra tecnología nos ha dado poderes asombrosos incluso a niveles muy inferiores a los que pueden causar nuestra extinción y que nuestros antepasados habrían considerado divinos. Se trata de una simple declaración objetiva. No es una reconvención y no pretende definirnos, pero plantea de nuevo saber si tenemos capacidad de elección en la materia, o si hay alguna parte de nuestra naturaleza, profundamente arraigada en nosotros que, a pesar de la inteligencia relativa y de las promesas que ofrece nuestra especie, arreglará las cosas pronto o temprano de la peor manera posible.

«Somos conscientes de un animal dentro de nosotros —escribió Henry David Thoreau— que se despierta a medida que nuestra naturaleza superior se duerme.»<sup>32</sup> La idea es en cierto modo

obvia y surge después de una introspección incluso superficial. Se remonta por lo menos a Platón,<sup>33</sup> quien cuenta que en sueños, «cuando la parte más apacible del alma se duerme y se retira el control de la Razón... el Animal Salvaje que hay dentro de nosotros... se desencadena». Este Animal Salvaje, continúa diciendo Platón, «se despoja en estos momentos de toda vergüenza y prudencia y no se detiene ante nada», incluido el incesto, el asesinato y el «fruto prohibido». La idea de la bestia en nuestro interior nos es también familiar por Sigmund Freud, quien la llamó el «id», en latín «esto», y por la neurofisiología, empezando por la obra de J. Hughlings Jackson.<sup>34</sup> Puede encontrarse una reencarnación más reciente de ella en la perspectiva del neurofisiólogo Paul MacLaden,<sup>35</sup> quien identifica muchos de los centros de control del sexo, la agresión, la dominación y la territorialidad en una parte profunda y antigua del cerebro a la que llama el complejo R, donde «R» abrevia reptil, porque la compartimos con los reptiles, quienes carecen de gran parte de la corteza cerebral, la sede de la conciencia.

Nos esforzamos mucho en negar nuestra herencia animal, y no sólo en el discurso científico y filosófico. Podemos ver indicios de esta negación en el afeitado de los rostros masculinos, en los vestidos y otros adornos, en las grandes precauciones que se toman para disfrazar el hecho de que matamos, desollamos y comemos animales. La práctica común de los primates de montarse seudosexualmente los machos a los machos a fin de expresar dominación no está muy difundida entre los hombres, y esto consuela a algunos. Pero la forma más potente del insulto en inglés y en muchos otros lenguajes es *Fuck you* (jódete) que tiene implícito al pronombre de primera persona. El hablante está afirmando gráficamente su pretensión a una posición social superior y su desprecio por los que considera subordinados suyos. Es característico del hombre que haya convertido una imagen de postura en una imagen lingüística sin que apenas haya habido un cambio de matiz. Esta frase se pronuncia millones de veces cada día, en todo el planeta, sin que nadie se pare un momento a pensar qué significa. A menudo se nos escapa involuntariamente de la boca. Nos gusta decirlo. Sirve a nuestros fines. Es una tarjeta de identidad del orden de los primates reveladora de nuestra naturaleza a pesar de todas nuestras negativas y pretensiones.

El peligro parece demasiado obvio. Es evidente que dentro de nosotros hay algo profundamente asentado, autónomo, y que en ocasiones puede escapar de nuestro control consciente, algo que puede hacer daño a pesar de las mejores intenciones que podamos tener y comprender: «El bien que quisiera hacer y el mal que no quisiera, pero que hago.»<sup>36</sup>

A veces utilizamos nuestra «naturaleza superior», nuestra Razón, para despertar a la Bestia Salvaje. Es este animal que se remueve y que nos aterroriza. Algunos temen que si reconocemos su presencia nos dejaremos llevar por un peligroso fatalismo: «Así soy yo», podría alegar el criminal, «intenté comportarme bien, cumplir la ley, ser un buen ciudadano, pero tampoco se me puede exigir tanto. Tengo un animal dentro. Al fin y al cabo es la naturaleza humana. No soy responsable de mis actos. La testosterona me obligó a hacerlo».<sup>37</sup> Se teme que si estas ideas estuvieran muy difundidas podrían destruir el tejido social; por lo tanto es mejor reprimir el conocimiento de nuestras naturalezas «animales» y pretender que quienes perciben y debaten estas naturalezas están minando la confianza del hombre en sí y están jugando con fuego.

Quizá lo que tememos encontrar si miramos con demasiado detenimiento es alguna malevolencia decidida que está al acecho en el corazón humano, algún egoísmo y sed de sangre insaciables; que en lo hondo de todo seamos sin excepción máquinas de matar insensibles, como cocodrilos. Es una imagen de nosotros poco lisonjera y si estuviera muy difundida ayudaría a socavar la confianza del hombre en sí mismo. En una era en que tenemos la capacidad de arruinar el medio ambiente mundial, ésta no es una idea muy optimista sobre nuestras perspectivas futuras.

Lo extraño sobre este punto de vista —aparte de la idea de que criminales y sociópatas están entusiasmados con el descubrimiento científico de que el hombre evolucionó de otros animales—, es la selectividad con que toca los datos sobre los animales y, en especial, sobre nuestros parientes más próximos, los primates. En ellos podemos encontrar también amistad, altruismo, amor, fidelidad, valentía, inteligencia, invención, curiosidad, previsión y una multitud de características más que podrían satisfacer a los hombres si los tuvieran en mayor medida. Quienes niegan o rebajan nuestras naturalezas «animales» subvaloran lo que estas naturalezas son. ¿No hay mucho de que sentirse orgulloso, además de avergonzado, en las vidas de monos y simios antropomorfos? ¿No deberíamos estar contentos de reconocer una relación con *Imo*, *Lucy*, *Sultán*, *Leakey* y *Kanzi*? Recordemos aquellos macacos que preferían pasar hambre a aprovecharse del mal de sus congéneres. ¿No podríamos tener una visión más optimista del futuro humano si estuviéramos seguros de que nuestra ética está a la altura de sus normas?

Y si nuestra inteligencia es nuestra distinción, y si por lo menos la naturaleza humana tiene dos lados, ¿no deberíamos estar seguros de utilizar nuestra inteligencia para alentar uno de los lados y reprimir el otro? Cuando reconfiguramos nuestras estruc-

turas sociales, y en los últimos siglos nos hemos dedicado a jugar con ellas como locos, no es mejor y más seguro tener en mente de modo firme la mejor comprensión posible de la naturaleza humana?

Platón tenía miedo de que cuando están dormidos los controles sociales sobrepuestos la bestia salvaje de dentro nos incline a cometer incesto «con una madre o con cualquiera, sea hombre, dios, o bestia» y otros crímenes. Pero los monos y los simios antropomorfos y otras «bestias salvajes» muy raramente cometen incesto entre padres e hijos o entre hermanos. Las inhibiciones están integradas y en marcha en los demás primates, y por motivos evolutivos justificados. Rebajamos a los demás animales cuando les atribuimos las predisposiciones al incesto que podamos encontrar en nosotros. Platón temió que el animal de dentro nos inclinara a cometer «actos de sangre». Pero los monos, simios antropomorfos y otras «bestias salvajes» tienen poderosas inhibiciones contra el derramamiento de sangre, por lo menos dentro del grupo. El léxico establecido de dominación y sumisión, amistades, alianzas y relaciones sexuales mantiene los crímenes auténticos de violencia a un nivel poco ruidoso. Los asesinatos en masa son desconocidos. Las guerras auténticas y desencadenadas no se han observado. También subvaloramos a nuestros antepasados no humanos cuando les culpamos de nuestras proyecciones violentas. Es muy probable que tuvieran inhibiciones ya instaladas que nosotros burlamos.

Matar a un enemigo con dientes y manos desnudas es emocionalmente mucho más exigente que apretar un gatillo o un botón. Al inventar herramientas y armas, al crear la civilización hemos desinhibido los controles, a veces de modo inconsciente e irreflexivo, pero otras veces con fría premeditación. Si los animales que son nuestros parientes más próximos se hubieran dedicado desenfrenadamente al incesto y a los asesinatos en masa se habrían extinguido a sí mismos. Si lo hubieran hecho nuestros antepasados no humanos, no estaríamos nosotros aquí. Sólo podemos culparnos a nosotros mismos y a nuestro arte de gobernar de las deficiencias de la condición humana, no a las «bestias salvajes» ni a nuestros antepasados lejanos que no pueden defenderse contra nuestras acusaciones interesadas.

No hay motivos para sentir en todo esto desesperación o timidez. Lo que debería avergonzarnos son los consejos para que evitemos toda duda sobre nosotros, incluso a costa de ocultarnos nuestra propia naturaleza. Sólo podremos resolver nuestros problemas si sabemos con quién estamos tratando. Hay un conocimiento que puede equilibrar todas las tendencias peligrosas que percibimos en nosotros mismos: que en nuestros antepasados y

parientes próximos la violencia está inhibida, controlada y, por lo menos en los encuentros dentro de la especie, encaminada principalmente a fines simbólicos; que estamos bien dotados para establecer alianzas y hacer amistades, que la política es lo nuestro, que podemos conocernos a nosotros mismos y crear nuevas formas de organización social; y que podemos, mejor que cualquier especie que haya vivido nunca en la Tierra, resolver problemas y construir cosas que no existieron nunca. Incluso en los restos fósiles de las formas de vida más primitivas, hay datos inequívocos sobre disposiciones de vida en común y cooperación mutua. Los hombres hemos podido diseñar culturas eficaces que durante centenares de miles de años han promovido un conjunto de características innatas y desalentado otras. La anatomía del cerebro, el comportamiento humano, la introspección personal, los anales de la historia escrita, el registro fósil, la secuencia de ADN y el comportamiento de nuestros parientes más próximos nos ofrece una enseñanza clara: hay más de un aspecto en la naturaleza humana. Si nuestra mayor inteligencia es la nota distintiva de nuestra especie, deberíamos utilizarla como utilizan todos los demás seres su ventajas distintivas: para ayudar a prosperar su progenie y transmitir su herencia. Debemos procurar entender que algunas predilecciones nuestras, que son restos de nuestra historia evolutiva, combinadas con nuestra inteligencia, especialmente con la inteligencia en una función subordinada, pueden amenazar nuestro futuro. Nuestra inteligencia es imperfecta, desde luego, y de reciente creación; es inquietante la facilidad con que las demás propensiones innatas, a veces disfrazadas como la luz fría de la razón, pueden convencerla, abrumarla o subvertirla. Pero si la inteligencia es nuestra única ventaja debemos aprender a utilizarla mejor, a aguzarla, a comprender sus limitaciones y deficiencias, a utilizarla como los gatos utilizan el sigilo, como los caballos de palo utilizan su camuflaje, para convertirla en un instrumento de nuestra supervivencia.

### SOBRE LA IMPERMANENCIA

La muerte, como un Tigre escondido, está al acecho para matar al desprevenido.

ASHVAGHOSHA, *Saundaranandakavya*,  
hacia 1165 d. de C.<sup>38</sup>

## SOMBRAS DE ANTEPASADOS OLVIDADOS

Yo ya fui un muchacho y una muchacha, y un matorral  
y un pájaro, y un pez mudo del mar.

EMPÉDOCLES, *Purificaciones*<sup>1</sup>

El proceso evolutivo ha inundado la Tierra de vida. Hay seres que caminan, saltan, brincan, vuelan, planean, flotan, se deslizan, excavan, dan zancadas sobre el agua, van a medio galope, anadean, braquian, nadan, dan tumbos y esperan pacientemente. Las libélulas mudan, los árboles de hoja caduca brotan, los grandes felinos están al acecho, los antílopes se asustan, las aves parlotean, los nematodos muerden un grano de humus, imitaciones perfectas de hojas y ramitas hechas por insectos descansan de incógnito sobre una rama, los gusanos de tierra se enroscan en apasionados abrazos bisexuales, las algas y los hongos son compañeros perfectos de habitación en la sociedad de los líquenes, las grandes ballenas cantan sus himnos tristes mientras cruzan el océano del mundo, los sauces chupan humedad de acuíferos invisibles bajo tierra, y un universo de microbios pulula en cada dedal de fango. No hay apenas ningún grumo de tierra, ninguna gota de agua, ningún hálito de aire en el que no pulule la vida. La vida llena todas las rendijas de la superficie de nuestro planeta. Hay bacterias en las capas superiores del aire, arañas saltadoras en lo alto de las montañas más elevadas, gusanos que metabolizan el azufre en las profundas fosas marinas y animales amantes del calor kilómetros por debajo de la superficie de la tierra. Casi todos estos organismos están en íntimo contacto. Se comen y se beben los unos a los otros, respiran mutuamente sus gases de desecho, habitan mutuamente sus cuerpos, se disfrazan para parecerse, construyen redes intrincadas de cooperación mutua y modifican gratuitamente las instrucciones genéticas de cada cual. Han creado un tejido de dependencia y de interacción mutua que abarca todo el planeta.

Hace 3 000 millones de años, la vida había cambiado el color de los mares interiores; hace 2 000 millones de años, la composición general de la atmósfera; hace 1 000 millones de años, el tiempo atmosférico y el clima; hace un tercio de 1 000 millones de

años, la geología del suelo; y en los últimos centenares de millones de años, el aspecto detallado del planeta. Estos cambios profundos, causados todos por formas de vida que tendemos a considerar «primitivas» y desde luego por procesos que calificamos de naturales, dejan en ridículo los temores de quienes piensan que los hombres, con su tecnología, han conseguido ahora «el fin de la naturaleza». Estamos extinguiendo muchas especies; quizá incluso consigamos destruirnos a nosotros mismos. Pero esto no es nada nuevo en la Tierra. Los hombres serán entonces únicamente los últimos de una larga secuencia de especies adventizas que aparecen en escena, introducen algunas modificaciones en ella, matan a algunos miembros del reparto y luego abandonan la escena para siempre. Nuevos protagonistas aparecen en el acto siguiente. La Tierra continúa. Ya vio cosas semejantes.

La vida ha penetrado sólo en una delgada capa superficial, limitada por los cielos arriba y por algo muy parecido al infierno debajo. El mismo planeta, que gira sobre sí mismo una vez al día y da una vuelta al Sol una vez al año, navega alrededor de la galaxia Vía Láctea una vez cada 250 000 años, este mundo de roca y metal con sus profundas corrientes de convección que crean y destruyen continentes y generan el campo magnético del planeta, no sabe nada de la vida. La Tierra continuaría su camino tan fácilmente sin vida como con ella. La Tierra es indiferente, y con la excepción de esta zona poco profunda y clemente en una misma superficie, es insensible a todo lo que la vida haya podido ofrecer.

Nuestro árbol genealógico echó raíces cuando la Tierra acababa de emerger de impactos masivos y destructivos, con paisajes fundidos y al rojo vivo y con cielos negros como la pez, cuando los océanos y la materia de la vida estaban cayendo todavía del espacio, cuando nuestra relación con el Universo que nos rodea era manifiesta. La ficha del huérfano empezó a redactarse en un estilo épico. Hemos señalado que el árbol genealógico de unos cuantos individuos raros de nuestra especie pueden seguirse quizá hasta dos o tres docenas de generaciones. En cambio, la mayoría de nosotros sólo podemos penetrar tres o cuatro generaciones en el pasado antes de que el rastro desaparezca y se pierda. Con raras y ocasionales excepciones, todos los antepasados más antiguos son simples fantasmas. Pero centenares de generaciones nos vinculan con la época en que se inventó nuestra civilización, miles de generaciones llevan hasta el origen de nuestra especie y entre nosotros y el primer miembro del género

*Homo* hay centenares de miles de generaciones. Es insondable, pero podría acercarse a 100 000 millones, el número de generaciones que nos vinculan a través de nuestros antepasados primates no humanos, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y otros todavía anteriores con los microbios del mar primigenio, el número de generaciones que hubo antes de las primeras moléculas orgánicas que empezaron a fabricar copias bastas de sí mismas. El árbol genealógico de cada uno de nosotros está adornado con todos estos grandes inventores: los seres que primero intentaron copiarse a sí mismos, la fabricación de máquinas-herramienta proteínicas, la célula, la cooperación, la depredación, la simbiosis, la fotosíntesis, la respiración con oxígeno, el sexo, las hormonas, los cerebros y todo el resto, invenciones que utilizamos, algunas de ellas, cada minuto sin siquiera preguntarnos quién las ideó y lo mucho que debemos a estos benefactores desconocidos, una cadena con 100 000 millones de eslabones.

Muchos han considerado nuestro claro parentesco con los demás animales como una afrenta a la dignidad humana. Pero cualquiera de nosotros está mucho más estrechamente relacionado con Einstein y Stalin, con Gandhi y Hitler que con cualquier otro miembro de otra especie. ¿Hemos de tener una opinión mejor o peor de nosotros a consecuencia de ello? El descubrimiento de una relación profunda entre la naturaleza humana, entre toda la naturaleza humana y los demás seres vivos de la Tierra no ha llegado demasiado pronto, ni mucho menos. Nos sirve de ayuda para conocernos.

Al reconocer nuestras relaciones de parentesco nos vemos obligados a reconsiderar la moralidad (y la prudencia) de nuestra conducta: eliminar una especie a intervalos de unos pocos minutos, de día y de noche en todo el planeta. En los últimos decenios hemos provocado la extinción de aproximadamente un millón de especies, algunas de las cuales podían ofrecernos nuevos alimentos, o medicinas que necesitamos desesperadamente, todos ellos con secuencias únicas de ADN, que evolucionaron tortuosamente durante más de 4 000 millones de años de evolución de la vida y que ahora se han perdido para siempre. Hemos sido herederos infieles, hemos derrochado la herencia familiar sin pensar en las generaciones venideras.

Debemos dejar de aparentar que somos lo que no somos. Entre la antropomorfización romántica y poco crítica de los animales y una negativa angustiada y tenaz a reconocer nuestro parentesco con ellos —negativa que se expresa de modo revelador y claro en el concepto tan difundido todavía de creación «especial»—, entre estos dos extremos debe de haber un lugar intermedio que podamos ocupar los hombres.



Si el Universo estuviera realmente hecho para nosotros, si existe realmente un Dios benevolente, omnipotente y omnisciente, la ciencia habría hecho algo cruel y despiadado, cuya virtud principal sería quizá poner a prueba nuestras creencias antiguas, pero si el Universo no se preocupa por nuestras aspiraciones y nuestro destino, la ciencia nos presta el mayor servicio posible al abrirnos los ojos a nuestra situación real. Con arreglo al principio inexorable de la selección natural, se nos ha encomendado la responsabilidad de nuestra propia preservación, bajo pena de extinción.

Y sin embargo, vamos de masacre en masacre, y a medida que nuestra tecnología se hace más potente, la magnitud de la posible tragedia aumenta. Las muchas desgracias de nuestra historia reciente sugieren que los hombres estamos incapacitados para aprender. Podíamos haber pensado que los horrores de la segunda guerra mundial y del holocausto habrían bastado para vacunarnos contra las toxinas que se revelaron y desencadenaron en aquel entonces. Pero nuestra resistencia se desvanece rápidamente. Una nueva generación abandona alegremente sus facultades críticas y escépticas. Se quita el polvo de consignas y odios antiguos. Lo que hace poco se murmuraba con culpabilidad se ofrece ahora como axioma y programa político. Hay llamamientos renovados en favor del etnocentrismo, la xenofobia, la homofobia, el racismo, el sexismo y la territorialidad. Y tenemos tendencia a rendirnos con un suspiro de alivio a la voluntad del alfa, o desear que haya un alfa a quien podernos rendir.

Hace diez mil generaciones, cuando estábamos divididos en muchos grupos pequeños, estas inclinaciones podían haber sido de utilidad para nuestra especie. Podemos comprender que en aquel entonces fueran casi reflexivas, que debieron evocarse muy fácilmente, que sean el repertorio de todos los demagogos y mercenarios de la política. Tenemos que trabajar con las herramientas que tenemos, comprender lo que somos, cómo llegamos a ser así y cómo podemos trascender nuestras deficiencias. Entonces podremos empezar a crear una sociedad menos propensa a evocar lo peor que tenemos dentro.

Sin embargo, desde la perspectiva de los últimos diez mil años, las transformaciones que se han desarrollado últimamente han sido extraordinarias. Consideremos cómo nos organizamos los hombres. Jerarquías de dominación que exigían una sumisión y una obediencia degradantes ante el macho alfa, y el carácter hereditario del alfa, fueron antaño la norma de la estructura política humana en todo el mundo, que nuestros mayores filósofos y dirigentes religiosos justificaron como algo correcto, adecuado y divinamente ordenado. Estas instituciones han desapareci-

do casi por completo de la Tierra. La esclavitud del hombre como objeto, que pensadores reverenciados defendieron igualmente como algo predestinado y profundamente coherente con la naturaleza humana, se ha abolido casi en todo el mundo. Hace sólo un minuto en todo el planeta y con raras excepciones, las mujeres vivían subordinadas a los hombres y carecían de posición social y poder igual; también esto se concebía como algo predestinado e inevitable. También en este renglón se observan ahora síntomas evidentes de cambio en casi todas partes. Un concepto común de la democracia y de lo que llamamos derechos humanos está barriendo el planeta, con algunas reincidencias.

Estos cambios espectaculares de la sociedad, a menudo producidos en diez generaciones o menos, constituyen, considerados en su conjunto, una refutación convincente de la teoría según la cual estamos condenados, sin esperanza de remisión, a vivir nuestras vidas en un orden social de chimpancés a penas disfrazado. Además, los cambios se están produciendo tan de prisa que no pueden deberse en absoluto a la selección natural. Se trata más bien de que nuestra cultura está sacando al exterior propensiones y predisposiciones que ya estaban residiendo en lo profundo de nosotros.

Los hombres compartimos por lo menos el 99,9 % de nuestras secuencias de ADN. Estamos mucho más estrechamente relacionados entre nosotros que con cualquier otro animal. Con arreglo a las normas de similitud que aplicamos en estas cuestiones, los hombres, incluso los de culturas y orígenes étnicos más disparatados, tenemos patrimonios hereditarios esencialmente idénticos. De entre el número inmenso de posibles seres, realizados y no, estamos cortados del mismo paño, se nos concedieron las mismas fuerzas y debilidades y al final deberemos compartir el mismo destino. Habida cuenta de la realidad de nuestra dependencia mutua, de nuestra inteligencia y de lo que está en juego, ¿somos realmente incapaces de salirnos de las pautas de comportamiento que evolucionaron en beneficio de nuestros antepasados hace tanto tiempo?

Hemos estado desmantelando instituciones antiguas que ya no sirven y estamos poniendo a prueba provisionalmente instituciones nuevas. Nuestra especie se está convirtiendo en un todo intercomunicado, con vínculos económicos y culturales poderosos que unen el planeta. Nuestros problemas son cada vez de alcance mundial y sólo admiten soluciones mundiales. Hemos estado descubriendo los misterios de nuestro pasado y la naturaleza del mundo que nos rodea. Hemos inventado instrumentos de asombroso poder. Hemos explorado los mundos cercanos y hemos zarpado hacia las estrellas. Es cierto que la profecía es

un arte perdido y que no se nos ha concedido una visión serena y sin nubes del futuro. De hecho somos casi totalmente ignorantes de lo que se acerca. ¿Pero con qué derecho, con qué argumento puede justificarse el pesimismo? Aunque se oculten otras cosas entre sus sombras, nuestros antepasados nos legaron, sin duda dentro de ciertos límites, la capacidad de cambiar nuestras instituciones y a nosotros mismos. Nada está predestinado.

Alcanzamos una cierta medida de madurez cuando reconocemos a nuestros parientes por lo que realmente son, sin sentimentalizar ni mitificar, pero también sin echarles la culpa injustamente por nuestras imperfecciones. La madurez supone estar dispuesto a mirar cara a cara los lugares largos y oscuros, las sombras temibles, por penoso y duro que esto pueda ser. En este acto de recuerdo y aceptación ancestrales podremos encontrar una luz que permitirá llevar a salvo a casa a nuestros hijos.

## EPÍLOGO

No es posible ignorar el final de las cosas si conocemos su principio.

TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologica*<sup>1</sup>

Hemos descrito la Tierra antes de que los hombres pusieran pie en ella. Hemos intentado comprender algo sobre nuestros antepasados, utilizando como guía el registro fósil y el magnífico panorama de la vida que ahora adorna nuestro planeta. Todavía falta un gran número de páginas en la ficha de nuestro huérfano, aunque el progreso de la ciencia nos ha permitido vislumbrar algunos de los apartados perdidos u olvidados, quizá incluso muchos de los temas importantes. Pero hemos explorado sólo los primeros capítulos de la ficha. Su sección central y más esencial, historiar el alba de nuestra especie y su evolución hasta la invención de la civilización, es el tema del siguiente libro de esta serie.

## Prólogo

### LA FICHA DEL HUÉRFANO

1. Atribuido a Empédocles por Sexto Empírico, en *Contra los matemáticos*, VII, 122-125.

2. *Ciencia y humanismo*. Schrödinger fue uno de los descubridores de la mecánica cuántica.

3. Hay historias semejantes en muchos relatos científicos sobre el origen de la especie humana. (Véase, por ejemplo, Misia Landau, *Narratives of Human Evolution* [New Haven y Londres: Yale University Press, 1991].) Pero consideramos que fluye naturalmente de los datos, en lugar de estar impuesto por los datos. En realidad los orígenes humanos fueron muy humildes. Nos hemos convertido, según muchos criterios, en la especie dominante del planeta, y lo hemos logrado en parte por nuestro propio esfuerzo. De hecho, ignoramos profundamente muchos pormenores de nuestro origen. Es natural que nos representemos metafóricamente como un niño favorecido criado en circunstancias oscuras, y luego como un héroe que se aventura en el mundo para buscar su identidad. El peligro principal de esta metáfora sería que creyéramos que nuestro éxito se debe a una generación o a un pueblo o a una nación; o si nuestro éxito nos cegara sobre los peligros en que nos hemos metido.

4. Robert Redfield, *The Primitive World and Its Transformations* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1953), pág. 108.

5. Fyodor Dostoyevsky, *Los hermanos Karamazov* (1880). Libro Sexto, capítulo 3.

6. Mary Midgley, *Beast and Man: The Roots of Human Nature* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1978), págs. 4, 5.

7. Una metáfora similar aparece en *El origen de las especies*, capítulo 10, cuando Charles Darwin compara el registro geológico a «una historia del mundo conservada imperfectamente y escrita en un dialecto cambiante, de la que sólo poseemos el último volumen... Sólo se ha conservado aquí y allí un breve capítulo; y de cada página sólo quedan unas líneas».

## Capítulo 1

### ASÍ EN LA TIERRA COMO EN EL CIELO

1. En *Zen Poems of China and Japan: The Crane's Bill*, traducciones de Lucien Stryk y Takashi Ikemoto (Nueva York: Grove Press, 1973), pág. 20.
2. Traducción de Dennis Tedlock para la edición americana (Nueva York: Simon and Schuster/Touchstone, 1985, 1986), pág. 73.
3. Lo que estamos describiendo aquí es el origen de nuestro sistema solar, no el origen del Universo, o al menos su más reciente encarnación que muy a menudo se llama la Gran Explosión.
4. La Segunda Ley de la Termodinámica afirma que en todo proceso debe disminuir la ordenación neta del Universo. Puede aumentar el orden de algunos lugares y el caos de otros. Hay mucho orden para aprovechar en el Universo y no hay nada en la Segunda Ley que se contradiga con el origen de los planetas o los inicios de la vida.
5. Excepto una pequeña fracción generada por la desintegración radiactiva de átomos procedentes originalmente de otros lugares de la galaxia.
6. Dos milenios después de que muriera su último adorador, se dio el nombre de este dios a un planeta recién descubierto.

## Capítulo 2

### COPOS DE NIEVE CAÍDOS EN LA TIERRA

1. Traducción de Dennis Tedlock para la edición americana (Nueva York: Simon and Schuster/Touchstone, 1985, 1986), pág. 72.
2. En *Just So Stories* (Nueva York: Doubleday, Page & Company, 1902), pág. 171.
3. La imagen original de una hora de conducción hacia arriba o hacia abajo se debe, al parecer, al astrónomo sir Fred Hoyle.
4. Supongamos hipotéticamente que el mar primitivo tuvo exactamente el mismo tamaño y profundidad que nuestro océano actual. Supongamos también que las moléculas orgánicas de la Tierra primitiva, en ausencia de cualquier organismo que las devorara, duraron unos diez millones de años antes de descomponerse por envejecimiento molecular o de que fueran arrastradas hacia el interior fundido de la Tierra. Entonces, en el mejor de los casos, los océanos primitivos habrían sido una solución al 0,1% aproximadamente de materia orgánica (más o menos la consistencia de un caldo de gallina muy fino). Todo el océano del mundo. En algunos lagos, bahías y calas quizá hubiera una solución mucho más concentrada de moléculas orgánicas. (Christopher Chyba y Carl Sagan, «Endogenous Production, Exogenous Delivery, and Impact Shock Synthesis of Organic Molecules: An Inventory for the Origin of Life», *Nature*, 355 [1992], págs. 125-132.)

5. D. H. Erwin, «The End-Permian Mass Extinction», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1990), págs. 69-91.

6. La catástrofe de fines del pérmico fue mucho más grave que la catástrofe de fines del cretáceo acaecida unos 200 millones de años después, en la que murieron todos los dinosaurios.

7. Marco Aurelio, *Meditaciones*, IV, 48.

8. Beda el Venerable, *Historia Ecclesiastica* (escrita en 732), Libro II, Capítulo XIII.

### Capítulo 3

#### «¿QUÉ ES LO QUE HACES?»

1. Y aún sigue escociendo. El día que escribimos esto, los autores recibimos una nueva expresión de indignación de un espectador ofendido porque nuestra serie televisiva *Cosmos* aprobaba la evolución. «Enseñamos a nuestros hijos que descienden de los monos, y luego nos sorprende que actúen en consecuencia», escribe el espectador. «Desechemos una norma absoluta de moralidad, convirtamos todo comportamiento en algo relativo, y el resultado será el caos moral.» Esta persona no critica las pruebas de la evolución, sino sólo sus imaginadas consecuencias sociales.

Aún hoy en día, algunos programas de biología de los centros de enseñanza media estadounidenses siguen concediendo la misma atención a la creación especial (y a una asignatura llamada con oximoron «creacionismo científico»). Quizá debería haber en el programa de geografía escolar una sección dedicada a los argumentos en favor de la teoría de la Tierra plana: una opinión que claramente mantienen los autores de la Biblia y que aún defienden algunos grupos extremistas. Las hipótesis de la creación especial y de la Tierra plana eran intuiciones científicas razonables en el siglo VI a. de C., cuando se compiló el Génesis. Hoy ya no lo son.

Entre las obras clásicas que defienden el creacionismo se cuentan D. T. Gish, *Evolution?, The Fossils Say No!* (San Diego: Creation Life Publishers, 1979) y H. M. Morris, *Scientific Creationism* (ibid., 1974). Entre las muchas refutaciones de científicos pueden citarse: A. N. Strahler, *Science and Earth History* (Buffalo, NY: Prometheus, 1987); D. J. Futuyama, *Science on Trial: The Case for Evolution* (Nueva York: Pantheon, 1983); G. B. Dalrymple, *The Age of the Earth* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1991); Tim M. Berra, *Evolution and the Myth of Creationism* (ibid., 1990); y un panfleto enérgico de la Academia Nacional de Ciencias, *Science and Creationism* (Washington, DC: National Academy Press, 1984) que califica la creación especial de «hipótesis invalidada», y concluye diciendo que: «Ningún conjunto de creencias que tenga su origen en material doctrinal [como la Biblia] y no en la observación científica debería admitirse como ciencia... Incorporar las enseñanzas de tales doctrinas en un programa de ciencias ahoga el desarrollo del pensamiento crítico... y compromete gravemente los mejores intereses de la educación pública.» Entre las muchas virtudes del libro de Berra

está su dedicatoria («A mi madre, que me dejaba leer en las comidas»).

En una encuesta Gallup de 1982, el 44 % de los estadounidenses que respondieron eran partidarios de la afirmación: «Dios creó al hombre muy parecido a su forma actual en algún momento de los últimos diez mil años.» Solamente el 9 % era partidario de la afirmación: «El hombre se ha desarrollado durante millones de años a partir de formas de vida menos avanzadas. Dios no ha intervenido en este proceso.» (*Creation/Evolution*, N.º 10 [otoño de 1982], pág. 38).

En una encuesta realizada en 1988 entre 43 diputados del Congreso de los EE.UU. que aceptaron responder a un cuestionario, el 88 % pensaba que la teoría moderna de la evolución tiene una base científica válida, pero menos de la mitad fue incapaz de decir, ni siquiera aproximadamente, cuál podía ser la idea básica de la evolución. Sólo uno de cada tres diputados estaba decididamente de acuerdo con la afirmación de que la Tierra tenía de 4 000 a 5 000 millones de años. En una encuesta idéntica realizada entre una cuarta parte de los diputados de la cámara legislativa de Ohio, las cifras correspondientes fueron de 74 %, 23 % y 23 %. (Michael Zimmerman, «A Survey of Pseudoscientific Sentiments of Elected Officials», *Creation/Evolution*, N.º 29 [invierno 1991/1992], págs. 26-45).

2. Erasmus Darwin, *The Botanic Garden*, Parte II, *The Loves of the Plants* (1789), Canto III, línea 456; en Desmond King-Hele, encargado de la edición, *The Essential Writings of Erasmus Darwin* (Londres: MacGibbon & Kee, 1968), pág. 149.

3. Dumas Malone, *Jefferson and His Time*, Volumen Primero, *Jefferson the Virginian* (Boston: Little Brown, 1948), pág. 52.

4. Gerhard Wichler, *Charles Darwin: The Founder of the Theory of Evolution and Natural Selection* (Oxford: Pergamon Press, 1961), pág. 23.

5. Londres, 1803 (publicado póstumamente). Citado en Howard E. Gruber, *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity* (Chicago: The University of Chicago Press, 1974), pág. 50.

6. Este ejemplo procede de J. B. S. Haldane, *The Causes of Evolution* (Nueva York: Harper, 1932), pág. 130.

7. Y August Weismann, en un experimento realizado a fines del siglo XIX, cortó la cola a cinco generaciones sucesivas de ratones sin que eso tuviera efecto alguno en su prole. George Bernard Shaw rechazó estos ejemplos porque no respondían al verdadero sentido de Lamarck: El ratón no aspira a quedarse sin cola, mientras que las jirafas se supone que se esfuerzan por tener cuellos largos (*Back to Methuselah: A Metabiological Pentateuch* [Nueva York: Brentano's, 1929]). Es un caso de pensamiento mágico. Las encarnaciones supervivientes de la hipótesis de Lamarck incluyen la idea de que la desobediencia de Adán en el jardín del Edén causó un pecado original que se transmitió genéticamente a futuras generaciones (idea aceptada por la Iglesia católica en el Concilio de Trento y reafirmada en una encíclica papal de Pío XII en 1950); y la genética agrícola fraudulenta del seudocientífico favorito de Stalin, Trofim Lysenko. Sin embargo, la herencia de los caracteres adquiridos, que al parecer es falsa a nivel del organismo, puede ser correcta a nivel del gen. Una mutación es un accidente químico que cambia lige-



ramente la estructura de un gen. Los genes descendientes heredan el accidente. Pero el bisturí de August Weismann era demasiado embotado para llegar hasta los genes.

8. Sir Francis Darwin, encargado de la edición, *Charles Darwin's Autobiography, with His Notes and Letters Depicting the Growth of the ORIGIN OF SPECIES* (Nueva York: Henry Schuman, 1950), págs. 29, 30.

9. *Ibid.*, págs. 34, 35.

10. John Bowlby, *Charles Darwin: A New Life* (Nueva York: W. W. Norton, 1990), pág. 110.

11. *Ibid.*, pág. 118.

12. *Charles Darwin's Autobiography*, pág. 33.

13. *Ibid.*, pág. 37.

14. Stephen Jay Gould, *Ever Since Darwin* (Nueva York: Norton, 1977), pág. 33.

15. Charles Darwin, *The Voyage of the Beagle* (Londres: J. M. Dent & Sons Ltd., 1906), pág. 18.

16. Frank H. T. Rhodes, «Darwin's Search for a Theory of the Earth: Symmetry, Simplicity and Speculation», *British Journal of the History of Science*, 24 (1991), págs. 193-229.

17. *The Autobiography of Charles Darwin* (edición íntegra a cargo de Nora Barlow, su nieta) (Nueva York: Harcourt Brace, 1958), pág. 95.

18. Bowlby, *op. cit.*, pág. 233.

19. Francis Darwin, encargado de la edición, *The Life and Letters of Charles Darwin* (Londres: John Murray, 1888), Volumen II, pág. 16.

20. Ronald W. Clark, *The Survival of Charles Darwin: A Biography of a Man and an Idea* (Nueva York: Random House, 1984), pág. 90.

21. *Ibid.*, págs. 90, 91.

22. *Ibid.*, pág. 105.

23. Un extracto del artículo de Wallace:

«Los gatos monteses son prolíficos y tienen pocos enemigos: ¿por qué no son nunca tan abundantes como los conejos? La única respuesta racional es que su suministro de alimentos es más precario. Parece evidente, por lo tanto, que mientras un país no experimente cambios físicos el número de su población animal no podrá aumentar materialmente. Si una especie aumenta, otras que requieren el mismo tipo de alimento disminuirán proporcionalmente. Las cantidades que mueren anualmente deben de ser inmensas; y como la existencia individual de cada animal depende de sí mismo, los que mueren probablemente sean los más débiles —los más jóvenes, los más viejos y los enfermos—, mientras que los que prolongan su existencia sólo pueden ser los de salud y vigor más perfectos: los más capaces de obtener alimentos con regularidad y de evitar a sus numerosos enemigos. Se trata, tal como observamos al principio, de una lucha por la existencia en la que han de sucumbir siempre los más débiles y menos perfectamente organizados...» (Alfred Russel Wallace, «On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type» [Contribución de Wallace a Darwin y Wallace, «On the Tendency of Species to Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection»], en *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*, Volumen III [Lon-

dres: Longman, Brown, Green, Longmans & Roberts, y Williams y Norgate, 1859], págs. 56-57).

24. En posteriores ediciones, la frase se corrigió así: «Aclarará *mucho* el origen del hombre y de su historia» (cursiva nuestra).

## Capítulo 4

### UN EVANGELIO EN LA SUCIEDAD

1. En *Philosophical Works, with Notes and Supplementary Dissertations by Sir William Hamilton*, con una introducción de Harry M. Bracken, 2 volúmenes (Hildesheim: George Olms Verlagsbuchhandlung, 1967), Volumen 1, pág. 52.

2. Charles Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life* (Nueva York: The Modern Library, sin fecha) (publicado originalmente en 1859). (La edición de Modern Library contiene también *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*), Capítulo XV, «Recapitulation and Conclusion», pág. 371.

3. La explicación religiosa oficial de la adaptación ha sido, por supuesto, la voluntad de Dios. Sin embargo esto no constituye una explicación del proceso.

4. Los pasajes de este capítulo no atribuidos son extractos de Charles Darwin, op. cit., págs. 29, 31, 33, 34, 64-67, 359, y 370; y de Charles Darwin y Alfred R. Wallace, «On the Tendency of Species to Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection», *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*, Volumen III (Londres: Longman, Brown, Green, Longmans & Roberts, y Williams and Norgate, 1859), pág. 51.

5. Francis Darwin, encargado de la edición, *The Life and Letters of Charles Darwin* (John Murray: Londres, 1888), Volumen III, pág. 18.

6. *The Westminster Review*, 143 (enero de 1860), págs. 165-168.

7. *The Edinburgh Review*, 226 (abril de 1860), págs. 251-275.

8. John A. Endler, *Natural Selection in the Wild* (Princeton: Princeton University Press, 1986) proporciona un resumen moderno y útil de lo que es y de lo que no es la selección natural, su función en la evolución, y la manera de demostrar que actúa. La tabla 5.1, elaborada con bibliografía científica reciente, resume más de 160 demostraciones directas de la selección natural en la naturaleza.

9. *The North American Review*, 90 (abril de 1860), págs. 487 y 504.

10. *The London Quarterly Review*, 215 (julio de 1860), págs. 118-138.

11. *The North British Review*, 64 (mayo de 1860), págs. 245-263.

12. *The London Quarterly Review*, 36 (julio de 1871), págs. 266-309.

13. George Bernard Shaw, *Back to Methusaleh: A Metabiological Pentateuch* (Nueva York: Brentano's, 1929), pág. xlvii. La última frase corresponde de hecho al punto de vista evolutivo moderno.

14. James Watt, secretario de Interior de los Estados Unidos durante el primer mandato de Reagan, justificó el saqueo de terrenos públicos alegando que no estaba seguro del tiempo que faltaba para que

el Señor llegara. Manuel Luján, secretario de Interior de los Estados Unidos bajo el presidente Bush, se opuso a la protección de especies amenazadas porque «El hombre está en la cima del orden jerárquico. Pienso que Dios nos dio dominio sobre esas criaturas... Considero al ser humano en una escala superior. Quizá sea porque una gallina no habla... Dios creó a Adán y Eva, y de ellos vinimos todos. Dios nos creó con un aspecto bastante parecido al que tenemos hoy» (Ted Grup, «The Stealth Secretary», *Time*, 25 de mayo de 1992, págs. 57-59). El Génesis nos insta a subyugar a la Naturaleza, y predice que todos los animales sentirán temor y terror ante nosotros. Estos preceptos religiosos tienen consecuencias prácticas en el ataque humano al medio ambiente. (John Passmore, *Man's Responsibility for Nature: Ecological Problems and Western Traditions* [Nueva York: Scribner's 1974].) Sin embargo, los dirigentes de una gran variedad de religiones han actuado directamente y han emprendido acciones políticas para proteger el medio ambiente (por ejemplo, Carl Sagan, «Para prevenir un peligro común: la ciencia y la religión forjan una alianza», *Parade*, 1 de marzo de 1992, págs. 10-15).

15. Alfred Russel Wallace, el descubridor junto con Darwin de la evolución por selección natural —un hombre generoso y humilde que se describía a sí mismo como «tímido, desgarbado y poco acostumbrado a la buena sociedad»—, difería con él en un tema crucial. Estaba dispuesto a aceptar que todos los animales y plantas habían evolucionado de ese modo, pero no los seres humanos. Wallace sostenía que alguna chispa divina (y autorreproductora) debía haberse inyectado en fecha relativamente reciente en el proceso evolutivo. ¿La prueba de Wallace?

Wallace, a diferencia de los racistas de su época, estaba sorprendido de que el tamaño del cerebro y la anatomía de todos los seres humanos fuera más o menos el mismo: «Cuanto más sé de las personas no civilizadas, mejor opinión tengo de la naturaleza humana, y las diferencias esenciales entre hombres salvajes y civilizados parecen desaparecer... [También] se dicen muchas cosas sobre el pobre estado de la moralidad y el intelecto de los hombres prehistóricos que los hechos difícilmente abonan.» (Citado en Loren Eiseley, *Darwin's Century* [Nueva York: Doubleday, 1958], pág. 303.) Pero los pueblos pretecnológicos, pensaba Wallace, no necesitan un cerebro capaz, por ejemplo, de inventar máquinas de vapor. De modo que el cerebro humano debió de haberse ideado pronto para poder realizar funciones adaptativas complejas mucho más tarde. Esta previsión, como Wallace comprendió bien, era incompatible con la naturaleza casual y a corto plazo de la selección natural. Por lo tanto, «alguna inteligencia superior puede haber dirigido el proceso por el cual se desarrolló la raza humana». (Ibid., pág. 312.)

Sin embargo, Wallace subestimaba enormemente la complejidad de las sociedades preindustriales. Nunca ha habido una cultura humana pretecnológica. El diseño de herramientas de piedra y la caza de animales grandes no es en absoluto fácil. Los cerebros grandes fueron una ventaja para nosotros desde el principio.

Wallace estaba también asombrado por el torrente de demostracio-

nes espiritistas tan populares en la Inglaterra victoriana tardía, que incluían llamadas a los espíritus, sesiones de espiritismo, conversaciones con los muertos, materializaciones de ectoplasma y similares. Parecían revelar un componente espiritual oculto en los hombres, pero no en otros seres vivos. Por lo que sabemos, todo este brebaje embriagador estaba compuesto a partes iguales por fraudulentos magos de salón y un público crédulo de la clase alta. El mago Harry Houdini desempeñó una importante función en el descubrimiento posterior de algunas de estas imposturas. Wallace no fue desde luego el único victoriano eminente embaucado.

Cuando, hacia el final de este libro, exploremos los extraordinarios talentos cognoscitivos de los chimpancés que revelan las pruebas de laboratorio, se nos planteará una pregunta similar: ¿Cómo pueden haberse preadaptado para resolver problemas tan complejos? Y la respuesta, o al menos parte de ella, podría ser la misma que para el acertijo de Wallace: en su vida cotidiana en la naturaleza los chimpancés necesitan una inteligencia de amplio calibre y polivalente; no tan avanzada como la que tienen los hombres, pero mucho más de lo que podemos imaginar.

16. Nora Barlow, encargada de la edición, *Charles Darwin's Autobiography* (Nueva York: Harcourt Brace, 1958), pág. 95.

17. James H. Jandl, *Blood: Textbook of Hematology* (Boston: Little Brown, 1987), págs. 319 y sig. Véase también David G. Nathan y Frank A. Oski, *Hematology of Infancy and Childhood*, 3.<sup>a</sup> ed. (Filadelfia: W. B. Saunders, 1987), capítulo 22.

18. A. C. Allison, «Abnormal Haemoglobina and Erythrocyte Enzyme Deficiency Traits», en *Human Variation and Natural Selection, Symposium of the Society for the Study of Human Biology*, 13 (1975), de D. F. Roberts, encargado de la edición, págs. 101-122.

19. Nora Barlow, op. cit., pág. 93.

20. Una valoración moderna influyente desde la perspectiva darwiniana del comportamiento de los animales en grupo es la obra de E. O. Wilson *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975). El libro en general despertó poca polémica, pero el último capítulo —en el cual se aplica la selección natural a los hombres— produjo un torrente de críticas, que incluyeron un jarro de agua vertido sobre la cabeza del autor en una reunión científica. Wilson ha procurado subrayar que el comportamiento humano es el producto de influencias tanto hereditarias como ambientales y ha planteado generalmente sus afirmaciones de modo modesto y cuidadoso: «Podría fácilmente estar equivocado en cualquier conclusión dada, en las grandes esperanzas sobre la función de las ciencias naturales y en la confianza que se pone aventuradamente en el materialismo científico... La aplicación intransigente de la teoría de la evolución a todos los aspectos de la existencia humana quedará en nada si no se construyen las ideas de modo que puedan someterse a pruebas objetivas y si, por lo tanto, resultan mortales.» (E. O. Wilson, *On Human Nature* [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978], págs. x-xi.)

Podemos vislumbrar parte del fervor de este debate en estas obser-

vaciones, quizá algo exageradas: «Los sociólogos estadounidenses temen la biología y la desprecian, aunque pocos se hayan preocupado de estudiarla... Una y otra vez descubrimos en los escritos de sociología que "biológico" se equipara a "invariante"...» (Martin Daly y Margo Wilson, *Homicide* [Nueva York: Aldine de Gruyter, 1988], pág. 154.)

Entre los excelentes libros recientes sobre evolución, para un lector no especializado, se cuentan los de Richard Dawkins (p. ej., *The Selfish Gene* [Oxford: Oxford University Press, 1976]; *The Extended Phenotype* [Oxford: Oxford University Press, 1982]; *The Blind Watchmaker* [Nueva York: Norton, 1986]) y los de Stephen J. Gould (p. ej., *Ever Since Darwin* [Nueva York: Norton, 1977]; *The Panda Thumb* [Nueva York: Norton, 1980]; *Wonderful Life* [Nueva York: Norton, 1990]). Al comparar estos libros podremos formarnos una idea del saludable y enérgico debate científico que florece bajo la égida de la moderna biología evolutiva.

21. John Bowlby, *Charles Darwin: A New Life* (Nueva York: W. W. Norton, 1990), pág. 381.

22. Francis Darwin, op. cit., Volumen I, págs. 134, 135.

23. Ibid., Volumen III, pág. 358

24. Véase, p. ej., Leonard Huxley, *Thomas Henry Huxley* (Freeport, NY: Books for Libraries, 1969); Cyril Bibby, *Scientist Extraordinary* (Oxford: Pergamon, 1972).

25. Cyril Bibby, T. H. Huxley: *Scientist, Humanist and Educator* (Londres: Watts, 1959, págs. 35, 36).

26. Thomas H. Huxley, «On the Hypothesis that Animals are Automata, and its History» (1874), en *Collected Essays*, Volumen I, *Method and Results: Essays* (Londres: Macmillan, 1901), pág. 243.

27. Todas las citas, excepto la que se atribuye a Emma Darwin al final, proceden de relatos de testigos, aunque la mayoría se escribieron años e incluso decenios después de los hechos. Un ensayo memorable sobre el debate, «Knight Takes Bishop?», se encuentra en Stephen J. Gould, *Bully for Brontosaurus* (Nueva York: W. W. Norton, 1991). Nuestra versión de la respuesta de Huxley a Wilberforce proviene de los recuerdos de G. Johnstone Stoney, quien se hallaba presente. (Stoney realizó estudios iniciales de la pérdida al espacio de las atmósferas planetarias, y fue el primero en explicar la falta de aire de la Luna.) La versión difiere de los recuerdos posteriores del propio Huxley, que son los siguientes: «Entonces, dije yo, si alguien me pregunta si prefiero tener un miserable simio por abuelo o bien un hombre muy dotado por la naturaleza y poseedor de grandes medios de influencia y que sin embargo emplea esas facultades y esa influencia con el mero propósito de introducir el ridículo en una discusión científica seria, sin dudarle un momento declaro mi preferencia por el simio.» (Bibby, 1959, op. cit., pág. 69.)

28. Francis Darwin, encargado de la edición, *The Life and Letters of Charles Darwin* (Londres: John Murray, 1888), Volumen III, pág. 358.

29. Bibby, 1959, op. cit., pág. 259.

1. *Bhagavad Gita*, traducción para la edición inglesa de Juan Mascará (Londres: Penguin, 1962), introducción, pág.14.

2. Lucien Stryk y Takashi Ikemoto, traductores, *Zen Poems of China and Japan: The Crane's Bill* (Nueva York: Grove Press, 1973), pág. 87.

3. Incluso en nuestro idioma persiste la idea de que el movimiento requiere un alma. Pero si hay un alma polvorienta que decide cuándo y cómo ha de moverse cada mota de polvo, ¿qué anima a ese alma? ¿Tiene un alma aún más pequeña, un alma del alma, y así sucesivamente en un retroceso infinito de motivadores microscópicos inmateriales? Y si el alma de la mota de polvo no necesita que su propia alma más pequeña le diga lo que tiene que hacer, ¿por qué necesita un alma esta mota de polvo? ¿No puede moverse por sí misma, sin dirección espiritual?

4. El descubrimiento de unidades discretas de herencia, los genes, se remonta a experimentos del criador de plantas Gregor Mendel, publicadas por primera vez en 1866. Apenas se prestó atención a su trabajo hasta que sus leyes de genética se redescubrieron independientemente al comienzo del siglo xx. Charles Darwin no sabía nada sobre el trabajo de Mendel; de haberlo conocido su tarea le habría resultado mucho más fácil. Los ácidos nucleicos se descubrieron en células en 1868, pero su importancia básica para la herencia no se sospechó por primera vez hasta el decenio de 1940. James Watson y Francis Crick explicaron por primera vez la notable estructura del ADN, con largas cadenas de nucleótidos como las letras de un libro y dos filamentos entrelazados que sugieren un medio ya preparado para crear copias. La genética clásica desconocía totalmente la química del gen.

5. Emile Zuckerkand y Linus Pauling en «Molecules as Documents Evolutionary History», *Journal of Theoretical Biology*, 9 (1956), págs. 357-366, fueron los primeros en proponer que la lectura de las instrucciones genéticas de diferentes organismos podría ser la clave del registro evolutivo.

6. Loren Eiseley, *The Immense Journey* (Nueva York: Vintage, 1957).

7. Wen-Hsiung Li y Dan Graur, *Fundamentals of Molecular Evolution* (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1991), figura 21, pág. 135. Las secuencias mostradas proceden del ADN que codifica las secuencias 5S del ARN del ribosoma [r-ARN].

8. *Ibid.*, págs. 6, 10.

9. Véase Edward N. Trifonov y Volker Brendel, *Gnomic: A Dictionary of Genetic Codes* (Nueva York: Balaban Publishers, 1986), pág. 8.

10. Natalie Angier, «Repair Kit for DNA Saves Cells from Chaos», *New York Times*, 4 de junio de 1991, págs. C1, C11.

11. Daniel E. Dykhuizen, «Experimental Studies of Natural Selection in Bacteria», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1990), págs. 373-398.

12. Citado en Monroe W. Strickberger, *Evolution* (Boston: Jones and Barlett, 1990), pág. 34.

13. Una exposición temprana y de semidivulgación de este argumento es el artículo de lord Kelvin (entonces era simplemente W. Thomson de la Universidad de Glasgow) aparecido en el número de *Macmillan's Magazine* de marzo de 1862 con el título «On the Age of the Sun's Heat».

14. Thomas Henry Huxley, «On a Piece of Chalk» en *Collected Essays*, Volumen VIII, *Discourses: Biological and Geological* (Londres y Nueva York: Macmillan, 1902), pág. 31.

15. Niles Eldredge, *Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of Punctuated Equilibria* (Nueva York: Simon and Schuster, 1985). Hay varios tipos diferentes de puntuación posible. Las puntuaciones que subrayan (justificadamente) Eldredge y Gould no se contradicen con las opiniones predominantes de los biólogos evolutivos desde la segunda guerra mundial (p. ej., George Gaylord Simpson, *Tempo and Mode in Evolution* [Nueva York: Columbia University Press, 1944], ni tampoco con las teorías del propio Darwin (p. ej., Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker* [Nueva York: Norton, 1986], capítulo 9). El debate sobre el equilibrio puntuado no supone un desafío para la evolución o la selección natural, al contrario de lo que afirman los creacionistas. Gould ha defendido con especial eficacia en las escuelas las enseñanzas de la evolución darwiniana.

16. Más exactamente, cada filamento fabrica un filamento complementario en el cual los A se sustituyen por T, G y C, y viceversa. Cuando el complemento se reproduce a su debido tiempo el filamento original se duplica, y así sucesivamente. Pero se copia a cada generación la misma información genética.

17. El ARN es el mensajero con el cual el ADN ordena las proteínas que la célula debe fabricar. También es el catalizador que controla la combinación de aminoácidos para formar las proteínas especificadas por el ADN (M. Mitchell Waldrop, «El descubrimiento de que el ARN fabrica proteínas supone una gran promoción para el mundo del ARN», *Science*, 256 [1992], págs. 1396-1397, y otros artículos en el número de 5 de junio de 1992 de *Science*). Un número creciente de biólogos moleculares interpreta este hecho como una forma primitiva de vida en la que el ARN se ocupaba del almacenamiento de la información, la copia y la catálisis, todo él mismo, mientras que el ADN y las proteínas llegaron más tarde.

18. Jong-In Jong, Qing Feng, Vincent Rotello y Julius Rebek, Jr., «Competition, Cooperation and Mutation: Improvement of a Synthetic Replicator by Light Irradiation», *Science*, 255 (1992), págs. 848-850; J. Rebek, Jr., comunicación personal. Véase un examen de la situación de los conocimientos actuales en Leslie Orgel, «Molecular Replication», *Nature*, 358 (1992), págs. 203-209.

19. Lucien Stryk y Takashi Ikemoto, traductores, *Zen Poems of China and Japan: The Crane's Bill* (Nueva York: Grove Press, 1973), pág. xlii.

1. Libro XXII, línea 262.
2. Lynn Margulis, *Symbiosis in Cell Evolution* (San Francisco: W. H. Freeman, 1981).
3. Andrew H. Knoll, «The Early Evolution of Eukaryotes: A Geological Perspective», *Science*, 256 (1992), págs. 622-627.
4. Margulis, op. cit.
5. L. L. Woodruff, «Eleven Thousand Generations of *Paramecium*», *Quarterly Review of Biology*, 1 (1926), págs. 436-438.
6. Z. Y. Kuo, «The Genesis of the Cat's Response to the Rat», *Journal of Comparative Psychology*, 11 (1930), págs. 1-30.
7. Benjamin L. Hart, «Behavioral Adaptations to Pathogens and Parasites: Five Strategies», *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 14 (1990), págs. 273-294.
8. George C. Williams y Randolph M. Nesse, «The Dawn of Darwinian Medicine», *Quarterly Review of Biology*, 66 (1991), págs. 1-22.
9. Harry J. Jerison, «The Evolution of Biological Intelligence», capítulo 12 de *Handbook of Human Intelligence*, edición a cargo de Robert J. Sternberg (Cambridge: Cambridge University Press, 1982), figura 12-11, pág. 774.
10. Una opinión que el neurofisiólogo Paul D. MacLean ha defendido recientemente y que está descrita en la obra de Carl Sagan *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence* (Nueva York: Random House, 1977). MacLean presenta un amplio resumen de sus ideas en *The Triune Brain in Evolution: Role in Paleocerebral Functions* (Nueva York y Londres: Plenum Press, 1990).
11. Hay una versión de este enfoque más accesible para el lector general en Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, edición revisada (Oxford: Oxford University Press, 1989). En un párrafo muy descriptivo (págs. 19-20), Dawkins habla de los genes arracimados «en grandes colonias, seguros dentro de gigantescos y pesados robots, aislados del mundo exterior, comunicándose con él mediante tortuosos caminos indirectos y manipulándolo con un control a distancia. Los genes están en ti y en mí; nos crearon, crearon el cuerpo y la mente; y su conservación es la definitiva razón de ser de nuestra existencia... Nosotros somos sus máquinas de supervivencia».
12. Exponemos en un capítulo posterior de la presente obra una polémica relacionada con este tema y aún más acalorada: si la madre ave tiene noción de lo que está haciendo o si es simplemente una autómatas basada en el carbono. Quienes niegan la selección de grupo en sí admiten también el altruismo recíproco, un intercambio de favores presentes y futuros.
13. Martin Daly y Margo Wilson, *Homicide* (Nueva York: Aldine de Gruyter, 1988), págs. 88, 89.
14. W. D. Hamilton, *The Genetical Evolution of Social Behavior*,



*Journal of Theoretical Biology*, 7 (1964), págs. 1-51; John Maynard Smith, «Kin Selection and Group Selection», *Nature*, 201 (1964), págs. 1145-1147.

15. Imaginemos que el grupo arracimado (por ejemplo, de insectos) tiene la forma de una esfera. El calor que el grupo genera es proporcional a su volumen (al cubo de su tamaño), pero el calor que el grupo pierde radialmente es proporcional a su superficie (al cuadrado de su tamaño). De modo que cuanto mayor es el grupo, más calor retiene. En un grupo grande, sólo una pequeña parte de sus componentes están en la superficie de la esfera, donde un individuo está expuesto al frío; los demás están felices rodeados por todos lados por cuerpos calientes. Cuanto más pequeño es el grupo, mayor es la proporción de individuos en la fría periferia.

16. Hasta un cierto límite, en que los individuos agresores empiezan a interferirse entre sí.

17. Dawkins, op. cit., pág. 171, cita la obra de Amotz Zahavi.

18. *Ibid.*, Prefacio a la edición de 1989. Véase un punto de vista contrario, ahora minoritario, en V. C. Wynne-Edwards, *Evolution Through Group Selection* (Oxford: Blackwell, 1986): «La opinión, muy difundida, de que la selección de grupo puede rechazarse como fuerza evolutiva eficaz se basa en suposiciones, no en pruebas... Es un argumento que se ha deducido, sin ningún sentido crítico, de la experiencia humana, de los estafadores, delincuentes y opresores que viven a costa de otras personas, e ignora el hecho de que todos los tipos posibles de explotadores en el mundo animal deben poder limitar su número, cuando sea necesario» (pág. 313).

Parece extraño que tanto en el mundo real como en las ilusiones ópticas artificiales, dos interpretaciones completamente diferentes puedan dar resultados equivalentes. Pero esto es corriente en física —por ejemplo, en la mecánica cuántica o en el estudio de las partículas elementales—, donde dos enfoques con diferentes suposiciones iniciales y con diferente aparato matemático dan respuestas cuantitativas idénticas, y por lo tanto se consideran formulaciones equivalentes de la solución del problema.

19. K. Aoki y K. Nozawa, «Average Coefficient of Relationship Within Troops of the Japanese Monkey and Other Primates Species with Reference to the Possibility of Group Selection», *Primates*, 25 (1984), págs. 171-184; J. F. Crow y Kenichi Aoki, «Group Selection for a Polygenic Behavioral Trait: Estimating the Degree of Population Subdivision», *Proceedings, National Academy of Sciences*, 81 (1984), págs. 6 073-6 077.

20. Aoki y Nozawa, op. cit.

21. Jules H. Masserman, S. Wechkin y W. Terris, «“Altruistic” Behavior in Rhesus Monkeys», *American Journal of Psychiatry* 121 (1964), págs. 584, 585; Stanley Wechkin, J. H. Masserman, y W. Terris, «Shock to a Conspecific as an Aversive Stimulus», *Psychonomic Science*, 1 (1964), págs. 47, 48.

22. Es inquietante que los hombres parezcamos estar dispuestos a causar dolor, especialmente cuando hay una figura autoritaria que nos ordena administrar las descargas eléctricas, y lo hacemos a cambio de una recompensa mucho más insignificante que un regalo de comida

para un macaco hambriento. (Cf. Stanley Milgram, *Obedience to Authority: An Experimental View* [New York: Harper & Row, 1974].)

23. Traducción de Richmond Lattimore para la edición americana (Chicago: The University of Chicago Press, 1951), Libro XXI, líneas 463-466, pág. 430.

## Capítulo 7

### CUANDO EL FUEGO ERA NUEVO

1. Fragmento 118 en *Herakleitos and Diogenes*, Guy Davenport, traductor (Bolinás, CA: Grey Fox Press, 1979).

2. Jonathan Barnes, encargado de la edición, *Early Greek Philosophy* (Harmondsworth, Reino Unido: Penguin Books, 1987), pág. 104.

3. Wen-Hsiung Li y Dan Graur, *Fundamentals of Molecular Evolution* (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1991), páginas 10-12.

4. B. Widegren, U. Arnason, y G. Akusjarvi, «Characteristics of Conserved 1, 579-bp High Repetitive Component in the Killer Whale, *Orcinus orca*», *Molecular Biology and Evolution*, 2 (1985), págs. 411-419 (bp es una abreviatura de pares de bases de nucleótidos, las letras en las secuencias genéticas).

5. Puede ser muy grave en el caso de los hombres. Por ejemplo, en el Cromosoma 19 la mayoría de las personas tienen la secuencia de nucleótidos CTGCTGCTGCTGCTG, una repetición quintuple. Pero algunos tienen centenares o incluso miles de secuencias CTG consecutivas, y en consecuencia sufren una grave enfermedad llamada distrofia miotónica. Otras enfermedades genéticas pueden tener una causa parecida.

6. M. Herdman, «The Evolution of Bacterial Genomes», en *The Evolution of Genome Size*, T. Cavalier-Smith, encargado de la edición (Nueva York; Wiley, 1985), págs. 37-68.

7. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker* (Nueva York; Norton, 1986), págs. 46-49.

8. J. W. Schopf, comunicación personal, 1991; Andrew W. Knoll, «The Early Evolution of Eukaryotes: A Geological Perspective», *Science*, 256 (1992), págs. 622-627.

9. Philip W. Signor, «The Geological History of Diversity», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1990), págs. 509-539.

10. Sewall Wright, *Evolution and the Genetics of Populations: A Treatise in Four Volumes*, Volumen 4, *Variability Within and Among Natural Populations* (Chicago: The University of Chicago Press, 1978), pág. 152.

11. Sewall Wright, «Surfaces of Selective Value Revisited», *The American Naturalist*, 131 (1) (enero de 1988), pág. 122. El iniciador de la genética de las poblaciones escribió este artículo cuando tenía noventa y ocho años.

12. Véase Ilkka Hanski e Ives Cambefort, encargados de la edición, *Dung Beetle Ecology* (Princeton: Princeton University Press, 1991); Natalie Angier, «In Recycling Waste, the Noble Scarab is Peerless», *New York Times*, 19 de diciembre de 1991.

13. Charles Darwin, *El origen de las especies*, citado en John L. Harper, «A Darwinian Plant Ecology», en D. S. Bendall, encargado de la edición, *Evolution from Molecules to Men* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983), pág. 323.

14. Clair Folsome «Microbes», en T. P. Snyder, encargado de la edición, *The Biosphere Catalogue* (Fort Worth, TX: Synergetic Press, 1985), citado en Dorion Sagan, *Biospheres: Metamorphosis of Planet Earth* (Nueva York: McGraw-Hill, 1990), pág. 69.

## Capítulo 8

### EL SEXO Y LA MUERTE

1. George Santayana, *The Works of George Santayana*, Volumen II, *The Sense of Beauty: Being the Outlines of Aesthetic Theory*, edición a cargo de William G. Holzberger y Herman J. Saatkamp, Jr. (Cambridge: The MIT Press, 1988), Parte II, S 13, pág. 41.

2. Richard Taylor, encargado de la edición, citado en George Seldes, *The Great Thoughts* (Nueva York: Random House, 1985), pág. 373.

3. El genetista H. J. Muller dio la primera explicación clara sobre el sexo como medio de rápida evolución y de que las poblaciones —especialmente las pequeñas— escapan de los efectos acumulados de las mutaciones nocivas (p. ej., «Some Genetic Aspects of Sex», *American Naturalist* 66 [1932], págs. 18-138; «The Relation of Recombination to Mutational Advance», *Mutation Research*, 1 [1964], págs. 2-9). Esta propuesta cuenta con una base teórica y experimental (p. ej., Joseph Felsenstein, «The Evolutionary Advantage of Recombination», *Genetics* 78 [1974], págs. 737-756; Graham Bell, *Sex and Death in Protozoa: The History of an Obsession* [Cambridge: Cambridge University Press, 1988]; Lin Chao, Thutrang Than y Crystal Matthews, «Muller's Ratchet and the Advantage of Sex in the RNA Virus  $\Phi 6$ », *Evolution*, 46 [1992], págs. 289-299).

Muller insistía en que la reproducción sexual apenas era necesaria para la supervivencia, pero que la falta de recombinación perjudicaría gravemente la posibilidad de que las especies, en el progreso evolutivo a largo plazo, se mantuvieran al ritmo de competidores con reproducción sexual. La idea de que el sexo proporciona a las especies un beneficio a largo plazo parece desde luego un ejemplo de selección de grupo, como observó de modo explícito y sin indebida alarma, uno de los fundadores de la moderna genética de poblaciones, R. A. Fisher (*The Genetical Theory of Natural Selection* [Oxford: Clarendon Press, 1930]). Fisher fue uno de los primeros en sugerir que en otros casos lo que parecía superficialmente una selección de grupo podía ser de hecho selección de parentesco.

4. D. Crews, «Courtship in Unisexual Lizards: A Model for Brain Evolution», *Scientific American*, 259 (junio de 1987), págs. 116-121.

5. Raoul E. Benveniste, «The Contribution of Retroviruses to the Study of Mammalian Evolution», capítulo 6 de *Molecular Evolutionary Genetics*, R. I. MacIntyre, encargado de la edición (Nueva York: Plenum, 1985), págs. 359-417.

6. Apenas hemos tocado la complejidad y diversidad de la maquinaria sexual, tanto en el nivel molecular como en el nivel de los organismos individuales. Ni hemos presentado un resumen completo del debate sobre la utilidad del sexo. En la obra de James L. Gould y Carol Grant Gould, *Sexual Selection* (Nueva York: W. H. Freeman, 1989) figura un resumen breve y excelente. Véase también la influyente obra de John Maynard Smith, *The Evolution of Sex* (Cambridge: Cambridge University Press, 1978); H. O. Halvorson y A. Monroy, encargados de la edición, *The Origin and Evolution of Sex* (Nueva York: A. R. Liss, 1985); Lynn Margulis y Dorion Sagan, *Origins of Sex* (New Haven: Yale University Press, 1986); R. E. Michod y B. R. Levin, *The Evolution of Sex* (Sunderland, MA: Sinauer, 1988); Alun Anderson, «The Evolution of Sexes», *Science*, 257 (1992), págs. 324-326; y Bell, op. cit. en la nota 3.

7. D. J. Roberts, A. B. Craig, A. R. Berendt, R. Pinches, G. Nash, K. Marsh y C. I. Newbold, «Rapid Switching to Multiple Antigenic and Adhesive Phenotypes in Malaria», *Nature*, 357 (1992), págs. 689-692.

8. W. D. Hamilton, R. Axelrod y R. Tanese, «Sexual Reproduction as an Adaptation to Resist Parasites (A Review)», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87 (1990), págs. 3 566-3 573.

9. Helen Fisher, «Monogamy, Adultery, and Divorce in Cross-Species Perspective», en *Man and Beast Revisited*, Michael H. Robinson y Lionel Tiger, encargados de la edición (Washington y Londres: Smithsonian Institution Press, 1991), pág. 97.

10. E. A. Armstrong, *Bird Display and Bird Behaviour: An Introduction to the Study of Bird Psychology* (Nueva York: Dover, 1965), pág. 305.

11. W. D. Hamilton y M. Zuk, «Heritable True Fitness and Bright Birds: A Role for Parasites?», *Science*, 218 (1982), págs. 384-387.

12. Se cierra el mismo trato en la versión habitual y sexualmente represiva del episodio del Jardín del Edén, donde es la actividad sexual entre Adán y Eva lo que despierta la ira de Dios y les convierte en mortales.

13. Esta imagen maravillosamente vívida es de Frans de Waal, en *Peacemaking Among Primates* (Cambridge: Harvard University Press, 1989), pág. 11.

14. Traducción de Edward Kissam y Michael Schmidt para la edición en inglés (Tempe, AZ: Bilingual Press/Editorial Bilingüe, 1983), pág. 47.

## Capítulo 9

### QUÉ FINAS DIVISIONES

1. Alexander Pope, *An Essay on Man*, Frank Brady, encargado de la edición (Indianápolis: Bobs- Merrill, 1965) (publicado originalmente en 1733-1734), Epístola I, «Argumento de la Naturaleza y el Estado del Hombre, con respecto al Universo», pág. 13, líneas 221-226.

2. Una actualización de Jakob von Uexküll, «A Stroll Through the Worlds of Animals and Men: A Picture Book of Invisible Worlds» (1934), reimpresión de Claire H. Schiller, traductor y encargado de la edición,

*Instictive Behavior: The Development of a Modern Concept* (Nueva York: International University Press, 1957), pág. 6 y ss.

3. Seis átomos de carbono forman el anillo de esta molécula. Los químicos los enumeran sucesivamente de 1 a 6. Los átomos de cloro están enlazados en la posición 2 y 6. Si estuvieran enlazados, por ejemplo, en las posiciones 2 y 5, la garrapata de sexo opuesto no estaría interesada.

4. Las garrapatas son arácnidos de ocho patas, como las arañas, las tarántulas y los escorpiones. Tienen importancia en la práctica porque transmiten el tifus exantemático de las Montañas Rocosas, la enfermedad de Lyme y otras dolencias, tanto en el ganado como en el hombre. Hemos descrito muchas de las capacidades sensoriales básicas de una especie determinada, pero aparecen otras estrategias y capacidades, después de un examen más detenido o en otras especies. Algunas especies tienen hasta tres huéspedes mamíferos distintos en diferentes etapas de sus ciclos vitales. Las garrapatas que viven en cuevas pueden esperar años hasta que aparece un huésped apropiado. Las garrapatas se interfieren químicamente con el fibrinógeno y otros mecanismos que actúan para restañar el flujo de la sangre del huésped, lo cual permite a algunas especies hincharse de sangre y multiplicar por cien el peso de su cuerpo en ayunas. Cuando las garrapatas buscan sangre de mamífero no captan solamente la presencia de ácido butírico, sino también de ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{HCOHCOOH}$ ) y de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Las garrapatas utilizan feromonas con otros fines además de atraer al sexo opuesto: una feromona de reunión, por ejemplo, para agrupar las tribus en grietas y hendeduras, o en cuevas. (Véase Daniel E. Soneshine, *Biology of Ticks*, Volumen 1 [Nueva York: Oxford University Press, 1991].) Sin embargo, el arsenal sensorial básico de la vida de las garrapatas continúa pareciendo muy sencillo, como en el decenio de 1930.

5. J. L. Gould y C. G. Gould, «The Insect Mind: Physics or Metaphysics?», en *Animal Mind-Human Mind*, D. R. Griffin, encargado de la edición (Informe del Curso Práctico de Dahlem sobre la mente animal y la mente humana, Berlín, 22 a 27 de marzo de 1981) (Berlín: Springer-Verlag, 1982), pág. 283.

6. Thomas H. Huxley, «On the Hypothesis that Animals Are Automata, and its History» (1874), en *Collected Essays*, Volumen I, *Method and Results: Essays* (Londres: Macmillan, 1901), pág. 218.

7. Von Uexküll, op. cit., págs. 43, 46.

8. Karl von Frisch, *The Dancing Bees* (Nueva York: Harcourt, Brace, 1953).

9. Una exposición provocadora y moderna, enriquecida por la neurofisiología y la informática, figura en la obra de Daniel C. Dennett *Consciousness Explained* (Boston: Little Brown, 1991). Entre las evaluaciones optimistas del futuro próximo de la inteligencia artificial y de la vida artificial hay que citar Hans Moravec, *Mind Children* (Cambridge: Harvard Universtiy Press, 1988) y Maureen Caudill, *In Our Own Image: Building an Artificial Person* (Nueva York: Oxford University Press, 1992). Una evaluación más pesimista es la de Roger Penrose en la obra *The Emperor's New Mind* (Nueva York: Oxford University Press, 1990).

10. Citado en Konrad Lorenz «Companionship in Bird Life: Fellow Members of the Species as Releasers of Social Behavior», en Schiller, op. cit., pág. 126.

11. René Descartes, carta al marqués de Newcastle, citada en la obra de Mortimer J. Adler y Charles Van Doren, *Great Treasury of Western Thought: A Compendium of Important Statements on Man and His Institutions by the Great Thinkers in Western History* (Nueva York y Londres: R. R. Bowker Company, 1977), pág. 12.

12. Aristóteles, *Historia de los Animales*, Libro VIII, 1, 588.<sup>a</sup>.

13. Charles Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (Nueva York: The Modern Library) publicado originalmente en 1871. (La edición de The Modern Library contiene también *The Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*), Capítulos 1 y 3.

14. René Descartes, *Traité de l'Homme*, Victor Cousin, encargado de la edición, págs. 347-427, traducido por T. H. Huxley en *Collected Essays*, Volumen I, *Method and Results: Essays* (Londres: Macmillan, 1901), «On Descartes "Discourse Touching the Method of Using One's Reason Rightly and of Seeking Scientific Truth"» (1870).

15. Voltaire, «Animales», *Diccionario filosófico* (1764).

16. T. H. Huxley, «On Descartes "Discourse Touching the Method of Using One's Reason Rightly and of Seeking Scientific Truth"» (1870), y «On the Hypothesis that Animals Are Automata, and its History» (1874), en Huxley, *Collected Essays*, Volumen I, *Method and Results: Essays* (Londres: Macmillan, 1901), págs. 186-187, 184, 187-189, 237-238, 243-244.

17. J. L. y C. J. Gould, «The Insect Mind: Physics or Metaphysics?» en *Animal Mind-Human Mind*, D. R. Griffin, encargado de la edición. (Informe del Curso Práctico de Dahlem sobre la mente animal y la mente humana, Berlín, 22-27 de marzo, 1981.) (Berlín: Springer-Verlag, 1982), págs. 288, 289, 292.

## Capítulo 10

### EL PENÚLTIMO REMEDIO

1. Thomas Hobbes, *Leviathan, or the Matter, Forme and Power of a Commonwealth Ecclesiasticall and Civil*, Michael Oakshott, encargado de la edición (Oxford: Basil Blackwell, 1960), 2.<sup>a</sup> parte, Capítulo 30, pág. 227.

2. Charles Darwin y Alfred R. Wallace, «On the Tendency of Species to Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection», *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*, Volumen III (Londres: Longman, Brown, Green, Longmans & Roberts, y Williams y Norgate, 1859), pág. 50. Aquí Darwin describe también la selección sexual en la que los machos compiten por obtener los favores de la hembra, o en la que ella elige entre varios machos sobre la base de alguna cualidad que le resulta atractiva: «Este tipo de selección es, sin embargo, menos rigurosa que la otra

—dijo Darwin—; no requiere que mueran los menos afortunados, se limita a concederles menos descendencia.»

3. Curt P. Richter, «Rats, Man, and the Welfare State», *The American Psychologist*, 14 (1959), págs. 18-28.

4. John B. Calhoun, «Population Density and Social Pathology», *Scientific American*, 206 (2) (febrero de 1962), págs. 139-146, 148; y referencias allí citadas.

5. Frans de Waals, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989).

6. Richard Dawkins sostiene que el descenso de la tasa de natalidad como respuesta al exceso de población se explica igualmente bien (no mejor) por la selección individual que por la selección de grupo (*The Selfish Gene* [Oxford: Oxford University Press, 1989], pág. 119).

7. John F. Eisenberg, «Mammalian Social Organization and the Case of *Alouatta*», en Michael H. Robinson y Lionel Tiger, encargados de la edición, *Man and Beast Revisited* (Washington: Smithsonian Institution Press, 1991), pág. 135.

8. Peter Marler, «*Golobus guereza*: Territoriality and Group Composition», *Science*, 163 (1969), págs. 93-95.

9. John F. Eisenberg y Devra G. Kleiman, «Olfactory Communication in Mammals», en *Annual Review of Ecology and Systematics* 3 (1972), págs. 1-32.

10. Señalado en primer lugar por Charles Darwin (1872) en *The Expression of the Emotions in Man and the Animals* (Chicago: University of Chicago Press, 1965, 1967), pág. 119.

11. C. G. Beer, «Study of Vertebrate Communication—Its Cognitive Implications», en D. R. Griffin, encargado de la edición *Animal Mind-Human Mind* (Informe del Curso Práctico de Dahlem sobre la mente animal y la mente humana, Berlín, 22-27 de marzo, 1981.) (Berlín: Springer-Verlag, 1982), pág. 264.

12. Traducción de Lorenz del lenguaje de las grullas. Konrad Lorenz *On Agression* (Nueva York: Harcourt Brace, 1966), págs. 174, 175.

13. Un ejemplo:

«Mi amigo y maestro, Bill Drury, me invitó a observar aves en una pequeña isla de la costa de Maine. Dejamos los libros de ornitología y los prismáticos y nos fuimos al arbolito más cercano que crecía solo. Bill empezó a emitir una serie de sonidos agudos de ave y pronto el árbol empezó a llenarse de aves, que también hacían una serie de llamadas. Cuando el árbol empezó a llenarse, pareció atraer a más y más aves y, como por arte de magia, todos los pajaritos canoros de la zona se dirigieron hacia el árbol bajo el cual estábamos. En ese momento Bill se había arrodillado, se había agachado y pasaba la mayor parte del tiempo emitiendo una especie de profundo gemido. Parecía como si realmente las aves estuvieran haciendo cola para echar un vistazo a Bill lo más cerca posible: saltaban de rama en rama hasta llegar a una rama situada a dos metros y medio del suelo y a no más de medio metro de mi cara. A medida que cada pájaro llegaba saltando, Bill me lo presentaba como si los conociera de memoria: Éste es un pájaro macho de cabeza negra. Se nota por la mancha negra que tiene sobre el

cuello y los hombros. Yo diría que tiene de dos a tres años de edad. ¿Puedes ver si tiene algo de amarillo en el dorso, entre los hombros? Este es un buen índice de la edad.»

14. Mary Jane West-Eberhard, «Sexual Selection and Social Behavior», en Robinson y Tiger, op. cit. pág. 165.

15. T. J. Fillion y E. M. Blass, «Infantile Experience with Suckling Odors Determines Adult Sexual Behavior in Male Rats», *Science*, 213 (1986), págs. 729-731.

16. Marco Aurelio, *Meditaciones*, II, 17.

## Capítulo 11

### DOMINACIÓN Y SUMISIÓN

1. Charles Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life* (Nueva York: The Modern Library) (publicado originalmente en 1859). Capítulo XV, «Recapitulation and Conclusion», pág. 371.

2. Procedente de George Seldes, *The Great Thoughts* (Nueva York: Ballantine, 1985), pág. 302.

3. Por ejemplo, Natalie Angier, «Pit Viper's Life: Bizarre, Gallant and Venomous», *New York Times*, 15 de octubre de 1991, págs. C1, C10.

4. Las serpientes también luchan por el territorio; la serpiente cascabel, por ejemplo, lucha para hacerse con los agujeros de los troncos donde anidan pájaros. Quien pierda deberá buscarse otro árbol.

5. David Duvall, Stevan J. Arnold y Gordon W. Schuett, «Pit Viper Mating Systems: Ecological Potential, Sexual Selection, and Microevolution», en *Biology of Pitvipers*, J. A. Campbell y E. D. Brodie, Jr., encargados de la edición (Tyler, TX: Selva, 1992).

6. B. J. Le Boeuf, «Male-male Competition and Reproductive Success in Elephant Seals», *American Zoologist* 14 (1974), págs. 163-176.

7. C. R. Cox y B.J. Le Boeuf, «Female Incitation of Male Competition: A Mechanism in Sexual Selection», *American Naturalist* 111 (1977), págs. 317-335.

8. Por ejemplo, Peter Maxim, «Dominance: A Useful Dimension of Social Communication», *Behavioral and Brain Sciences* 4 (3) (septiembre de 1981), págs. 444, 445.

9. Charles Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (Nueva York: The Modern Library) (publicado originalmente en 1871), Parte II, «Sexual Selection», Capítulo XVIII, «Secondary Sexual Characters of Mammals—continued», pág. 863.

10. Paul F. Brain y Davin Benton, «Conditions on Housing, Hormones, and Aggressive Behavior», en Bruce B. Svare, encargado de la edición, *Hormones and Aggressive Behavior* (Nueva York y Londres: Plenum Press, 1983), pág. 359.

11. *Ibid.*, tabla II, «Characteristics of Dominant and Subordinate Mice from Small Groups», pág. 358.

12. La dominación en un encuentro individual y la categoría de la dominación dentro de una jerarquía no son necesariamente lo mismo



y no pueden siempre predecirse a partir una de la otra. Véase Irwin S. Bernstein «Dominance: The Baby and the Bathwater», y el comentario posterior, *Behavioral and Brain Sciences* 4 (3) (setiembre de 1981), págs. 419-457. Algunos animales distinguen sólo entre los que ocupan lugares inferiores y superiores de la escala. Otros, por ejemplo los mandriles, se comportan ante los que ocupan rangos muy distantes de modo muy diferente que ante los individuos que tienen casi su mismo rango (Robert M. Seyfarth, «Do Monkeys Rank Each Other?», *ibíd.*, págs. 447-448).

13. W. C. Allee, *The Social Life of Animals* (Boston: Beacon Press paperback, 1958), especialmente pág. 135 (publicado originalmente en 1938 por Aberlard-Schuman Ltd.; esta edición revisada se publicó en cartóné en 1951, con el título *Cooperation Among Animals With Human Implications*).

14. V. C. Wynne-Edwards, *Evolution Through Group Selection* (Oxford: Blackwell, 1986), págs. 8-9.

15. Neil Greenberg y David Crews, «Physiological Ethology of Aggression in Amphibians and Reptiles», en Svare, *op. cit.*, págs. 483 (varínidos), 481 (cocodrilos), 474 (*dendrotápidos*), y 483 (escincos).

16. B. Hazlett, «Size Relations and Aggressive Behaviour in the Hermit Crab, *Clibanarius Vitatus*», *Zeitschrift für Tierpsychologie* 25 (1968), págs. 608-614.

17. Patricia S. Brown, Rodger D. Humm y Robert B. Fischer, «The Influence of a Male's Dominance Status on Female Choice in Syrian Hamsters», *Hormones and Behavior* 22 (1988), págs. 143-149.

18. Uno entre muchos otros ejemplos: Bart Kempnaers, Geert Verheyen, Marleen van den Broeck, Terry Burke, Christien van Broeckhoven y Andre Dhondt, «Extrapair Paternity Results from Female Preference for High-Quality Males in the Blue Tit», *Nature*, 357 (1992), págs. 494-496.

19. Mary Jane West-Eberhard, «Sexual Selection and Social Behavior», en Michael H. Robinson y Lionel Tiger, encargados de la edición *Man and Beast Revisited* (Washington y Londres: Smithsonian Institution Press, 1991), pág. 165.

20. En 1857 Elizabeth Cady Stanton escribió: «¡Qué perfectamente describe su condición [el traje de una mujer]! El talle apretado y sus faldas largas y colgantes la privan de toda libertad para respirar y moverse. No es de extrañar que el hombre prescriba su esfera. Ella necesita continuamente su ayuda. Debe ayudarle a subir y bajar las escaleras, a subir y bajar del coche, a montar a caballo, a subir la colina, a salvar la zanja y la valla, y de este modo le enseña la poesía de la dependencia.» (J. C. Lauer y R. H. Latter, «The Language of Dress: A Sociohistorical Study of the Meaning of Clothing in America», *Canadian Review of American Studies*, 10 [1979], págs. 305-323). Se han producido cambios asombrosos desde 1857, si bien la poesía de la dependencia todavía se recita mucho en la industria de la moda femenina.

21. Owen R. Floody, «Hormones and Aggression in Female Mammals», en Svare, *op. cit.*, págs. 51, 52.

1. Edición en inglés a cargo de Elizabeth Wyckoff (Chicago: University of Chicago Press, 1954).
2. Edición en inglés a cargo de David Grene (Chicago: University of Chicago Press, 1942.)
3. Ovidio, *Las Metamorfosis*, Libro XII; Robert Graves, *The Greek Myths* (Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra: Penguin Books, 1955, 1960), Volumen 1, págs. 260-262; Froma Zeitlin, «Configurations of Rape in Greek Myth», en *Rape: An Historical and Social Enquiry* de Sylvana Tomaselli y Roy Porter, encargados de la edición, (Oxford y Nueva York: Basil Blackwell, 1986), págs. 133, 134.
4. Se producen cantidades menores de andrógenos en la corteza de la glándula adrenal que rodea cada riñón, a partir de otras hormonas del cuerpo y en la placenta.
5. R. M. Rose, I. S. Bernstein y J. W. Holaday, «Plasma Testosterona, Dominance Rank, and Aggressive Behavior in a Group of Male Rhesus Monkeys», *Nature*, 231 (1971), págs. 366-368; G. G. Eaton y J. Resko, «Plasma Testosterone and Male Dominance in a Japanese Macaque (*Macaca fuscata*) Troop Compared with Repeated Measures of Testosterone in Laboratory Males», *Hormones and Behavior*, 5 (1974), págs. 251-259.
6. Peter Marles y William J. Hamilton III, *Mechanisms of Animal Behavior* (Nueva York: John Wiley & Sons, 1966), pág. 17.
7. D. Michael Stoddart, *The Scented Ape: The Biology and Culture of Human Odour* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990), págs. 136, 137, 163.
8. J. Money y A. Ehrhardt, *Man and Woman, Boy and Girl: The Differentiation and Dimorphism of Gender Identity from Conception to Maturity* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1972); J. Money y M. Schwartz, «Fetal Androgens in the Early Treated Adrenogenital Syndrome of 46XX Hermaphroditism: Influence on Assertive and Aggressive Types of Behavior», en *Aggressive Behavior*, 2 (1976), págs. 19-30; J. Money, M. Schwartz y V. G. Lewis, «Adult Erotosexual Status and Fetal Hormonal Masculinization and Demasculinization», *Psychoneuroendocrinology*, 9 (1984), págs. 405- 414; Sheri A. Berenbaum y Melissa Hines, «Early Androgens Are Related to Childhood Sex-Typed Toy Preferences», *Psychological Science* 3 (1992), págs. 203-206.
9. Stephan Hansen, «Mechanisms Involved in the Control of Punished Responding in Mother Rats», *Hormones and Behavior*, 24 (1990), págs. 186-197.
10. Aristóteles, *Generación de animales*, 737a28.
11. Mary Midgley, *Beast and Man* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1978), pág. 39.
12. John Sparks con Tony Soper, *Parrots: A Natural History* (Nueva York: Facts on File, 1990), pág. 90.
13. Owen R. Floody, «Hormones and Agression in Female Mammals»

en de Bruce B. Svare, encargado de la edición, *Hormones and Aggressive Behavior* (Nueva York: Plenum Press, 1983), págs. 44-46.

14. Alfred M. Dufty, Jr., «Testosterone and Survival: A Cost of Aggressiveness?», *Hormones and Behavior* 23 (1989), págs. 185-193.

15. Hansen, op. cit.

16. Lester Grinspoon, Harvard Medical School, comunicación personal, 1991.

17. John C. Wingfield y M. Ramenofsky, «Testosterone and Aggressive Behaviour During the Reproductive Cycle of Male Birds», en *Neurobiology*, de R. Gilles y J. Balthazart, encargados de la edición (Berlín: Springer-Verlag, 1985), págs. 92-104.

18. Stephen T. Emlen, Cornell University, comunicación personal, 1991.

19. R. L. Sprott, «Fear Communication via Odor in Inbred Mice», *Psychological Reports*, 25 (1969), págs. 263-268; John F. Eisenberg y Devra G. Kleiman, «Olfactory Communication in Mammals», en *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3 (1972), págs. 1-32.

20. Konrad Lorenz describió estos experimentos clásicos en 1939 y Nikko Tinbergen en 1948. Algunas investigaciones posteriores indican que los pollitos y los ansarinos se asustan menos con una silueta a medida que se acostumbran a ella (y que no se come a nadie). Wolfgang Schleidt («Über die Auslösung der Flucht vor Raubvögeln bei Truthühnern», *Die Naturwissenschaften*, 48 [1961], págs 141-142) sugiere que las aves en el suelo tienen miedo de cualquier silueta voladora no familiar, se acostumbran a la imagen inofensiva de una oca volando, pero continúan temiendo a un halcón menos familiar. Esto no es muy diferente de la timidez que demuestra un niño pequeño ante un extraño y de su miedo a los «monstruos».

21. Peter Marler, «Communication Signals of Animals: Emotion or Reference?» Discurso en la Conferencia del Centenario, Departamento de Psicología, Cornell University, 20 de julio de 1991.

22. Marcel Gyger, Stephen J. Karakashian, Alfred M. Dufty, Jr. y Peter Marler, «Alarm Signals in Birds: The Role of Testosterone», *Hormones and Behavior*, 22 (1988), págs. 305-314.

23. Stoddart, op. cit., págs. 116-119.

24. Las sustancias químicas en cuestión son el ácido gamma aminobutírico y la serotonina. Véase, por ejemplo, Jon Franklin, *Molecules of the Mind* (Nueva York: Laurel/Dell, 1987), págs.155- 157.

25. Heidi H. Swanson y Richard Schuster, «Cooperative Social Coordination and Aggression in Male Laboratory Rats: Effects of Housing and Testosterone», *Hormones and Behavior* 21 (1987), págs. 310-330.

## Capítulo 13

### EL OCÉANO DEL DEVENIR

1. Edward Conze, encargado de la edición, *Buddhist Scriptures* (Harmondsworth, Reino Unido: Penguin, 1959), pág. 241.

2. La tasa inicial de aumento de la nueva mutación en la población

es muy lenta. Una estimación de mil generaciones, calculada por gentileza del genetista de poblaciones James F. Crow, es lo que se tarda en pasar de frecuencias de gen de 0,001 (casi nadie) a 0,9 (casi todos).

3. Sewall Wright, *Evolution and the Genetics of Populations: A Treatise in Four Volumes*, volumen 4, *Variability Within and Among Natural Populations* (Chicago: The University of Chicago Press, 1986); Wright, «Surfaces of Selective Value Revisited», *The American Naturalist*, 131 (enero de 1988), págs. 115-123; William B. Provine, *Sewall Wright and Evolutionary Biology* (Chicago: University of Chicago Press, 1986); J. F. Crow, W. R. Engels, y C. Denniston, «Phase Three of Wright's Shifting-Balance Theory», *Evolution*, 44 (1990), págs. 233-247. También, Roger Lewin, «The Uncertain Perils of an Invisible Landscape», *Science*, 240 (1988), págs. 1405, 1406.

4. Carl Sagan, «Croesus and Cassandra: Policy Responses to Global Change», *American Journal of Physics*, 58 (1990), págs. 721-730.

5. Plutarco, «Antonio», *Vidas de los nobles griegos y romanos*.

6. Stewart Henry Perowne, «Cleopatra», *Encyclopaedia Britannica*, 15.<sup>a</sup> edición (1974), *Macropaedia*, volumen 4, pág. 712.

7. Graham Bell, *Sex and Death in Protozoa: The History of an Obsession* (Cambridge: Cambridge University Press, 1988), págs. 65- 66.

8. K. Ralls, J.D. Ballou y A. Templeton, «Estimates of Lethal Equivalents and Cost of Inbreeding in Mammals», *Conservation Biology*, 2 (1988), págs. 185-193; P.H. Harvey y A. F. Read, «Copulation Genetics: When Incest Is Not Best», *Nature*, 336 (1988), págs. 514-515.

9. James L. Gould y Carol Grant Gould, *Sexual Selection* (Nueva York: W. H. Freeman, 1989), pág. 64.

10. Anne E. Pusey y Craig Packer, «Dispersal and Philopatry», capítulo 21 de: Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primate Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 263.

11. P. H. Harvey y K. Ralls, «Do Animals Avoid Incest?» *Nature*, 320 (1986), págs. 575-576; D. Charlesworth y B. Charlesworth, «Inbreeding Depression and Its Evolutionary Consequences», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18 (1987), págs. 237-268. Esta última obra contiene un buen resumen de los medios que utilizan las plantas para hacer respetar el tabú del incesto.

12. John Paul Scott y John L. Fuller, *Genetics and the Social Behavior of the Dog* (Chicago: University of Chicago Press, 1965), págs. 406, 407.

13. William J. Schull and James V. Neel, *The Effects of Inbreeding on Japanese Children* (Nueva York: Harper and Row, 1965).

14. Morton S. Adams y James V. Neel, «Children of Incest», *Pediatrics*, 40 (1967), págs. 55-62.

15. Theodosius Dobzhansky fue un importante genetista del siglo xx. Propone este ejemplo en su *Mankind Evolving* (New Haven: Yale University Press, 1962), pág. 281.

16. A lo largo de intervalos prolongados, el aislamiento genera diversidad, incluso en poblaciones grandes. Cuando, por ejemplo, se divi-

dió el supercontinente Pangea, las poblaciones en masas continentales adyacentes ya no pudieron cruzarse (o por lo menos tuvieron más dificultad en hacerlo), y las combinaciones de genes arraigadas en un continente ya no pudieron transferirse automáticamente a otro; la exogamia ya no pudo vincular los caudales genéticos de poblaciones muy separadas. La biología exclusiva de regiones aisladas como Australia, Nueva Zelandia, Madagascar o las islas Galápagos se debe a aislamientos geográficos tectónicos o de otra índole.

17. George Gaylord Simpson, *Tempo and Mode in Evolution* (Nueva York: Columbia University Press, 1944), pág. 119.

18. Reconocemos, con Wright, que aquí tendemos a postular la selección de grupo. Pero creemos que cualquier argumento en favor de frecuencias de genes óptimas en una población debe hacer lo mismo.

19. John Tyler Bonner, *The Evolution of Culture in Animals* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1980): «Podemos ver las semillas, los orígenes, de todo lo que conocemos sobre nuestra cultura en el pasado lejano. Esto significa que todos los aspectos de nuestra cultura pueden beneficiarse de cierta comprensión de la biología de donde surgieron» (pág. 186).

## Capítulo 14

### TIERRA DE BANDAS

1. (Londres y Edimburgo: Williams and Norgate, 1863), pág. 59.

## Capítulo 15

### REFLEXIONES MORTIFICADORAS

1. Capítulo VIII.

2. Libro III, capítulo 30 (añadido como nota a pie de página en la edición de 1781).

3. Sobre la expedición de Hannón véase Jacques Ramin, «The Periplus of Hanno», *British Archaeological Reports, Supplementary Series 3* (Oxford: 1976). Puede consultarse un resumen de los estudios sobre el tipo de primate que Hannón y sus hombres mataron en: William Coffmann McDermott, *The Ape in Antiquity* (Baltimore: John Hopkins Press, 1938), págs. 51-55.

4. Aristóteles, *Historia de los animales*, Libro II, 8-9, 502a-502b.

5. H. W. Janson, *Apes and Ape Lore in the Middle Ages and the Renaissance* (Londres: University of London, 1952).

6. Paul H. Barrett y otros, encargados de la edición, *Charles Darwin's Notebooks, 1836-1844* (Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1987), pág. 539.

7. Thomas N. Savage y Jeffries Wyman, «Observations on the External Characters and Habits of the *Troglodytes niger*, by Thomas N. Savage, M. D., and on his Organization, by Jeffries Wyman, M. D.», *Bos-*

ton *Journal of Natural History*, volumen IV, 1843-1844: citado en Thomas Henry Huxley, *Man's Place in Nature and Other Anthropological Essays* (Londres y Nueva York: Macmillan, 1901).

8. Citado en Keith Thomas, *Man and the Natural World: A History of the Modern Sensibility* (Nueva York: Pantheon Books, 1983), pág. 66.

9. William Congreve, *The Way of the World*, Brian Gibbons, encargado de la edición (Nueva York: W. W. Norton, 1971), págs. 37, 42, 44.

10. Carta del 10 de julio de 1695; en William Congreve, *Letters and Documents*, John C. Hodges, encargado de la edición (Nueva York: Harcourt, Brace and World, 1964), pág. 178.

11. Jeremy Collier, *A Short View of the Immorality and Profaneness of the English Stage*, Benjamin Hellinger, encargado de la edición (Nueva York: Garland Publishing, 1987) (obra publicada originalmente en Londres en 1698), pág. 13.

12. G. L. Prestige, *The Life of Charles Gore: A Great Englishman* (Londres: William Heinemann, 1935), págs. 431, 432.

13. La Linnaean Society of London debe su nombre a Linneo. Se tuvo noticia por primera vez de la selección natural en el periódico de esta sociedad gracias a las plumas de Darwin y Wallace.

14. Eliano, citado por McDermott, op. cit., pág. 76.

15. Arthur O. Lovejoy, *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea* (Cambridge: Harvard University Press, 1953), pág. 235.

16. Carta a J. G. Gmelin, 14 de febrero de 1747, citada en George Seldes, *The Great Thoughts* (Nueva York: Ballantine, 1985), pág. 247.

17. Thomas Henry Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature* (Londres y Edimburgo: Williams and Norgate, 1863), págs. 69, 70.

18. *Ibid.*, pág. 102.

19. Citado en Monroe W. Strickberger, *Evolution* (Boston: Jones and Bartlett, 1990), pág. 57.

20. Michael M. Miyamoto y Morris Goodman, «DNA Systematics and Evolution of Primates», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1990), págs. 197-220. Los genes que codifican la betaglobina en el hombre están en el cromosoma 11.

21. M. Goodman, B. F. Koop, J. Czelusniak, D. H. A. Fitch, D. A. Tagle y J. L. Slightom, «Molecular Phylogeny of the Family of Apes and Humans», *Genome*, 31 (1989), págs. 316-335; y Morris Goodman, comunicación personal, 1992. Se obtienen resultados semejantes en estudios de hibridación del DNA: C. G. Sibley, J. A. Comstock y J. E. Ahlquist, «DNA Hybridization Evidence of Hominoid Phylogeny: A Reanalysis of the Data», *Journal of Molecular Evolution*, 30 (1990), págs. 202-236.

22. Basado en datos de Strickberger, op. cit., págs. 227, 228.

23. Por ejemplo, Richard C. Lewontin, «The Dream of the Human Genome», *New York Review of Books*, 28 de mayo de 1992, págs. 31-40. (Ésta es, por cierto, una interesante reseña crítica de las justificaciones aducidas en favor del proyecto de cartografiar los aproximadamente 4 000 millones de nucleótidos del ADN humano, y está en desacuerdo con las opiniones de muchos biólogos moleculares importantes.) También ref. 21.

24. Donald R. Griffin, «Prospects for a Cognitive Ethology», *Behavioral and Brain Sciences*, 1 (4) (diciembre de 1978), págs. 527- 538.

25. Jane Goodall, *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior* (Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1986); Goodall, *Through a Window: My Thirty Years with the Chimpanzees of Gombe* (Boston: Houghton Mifflin, 1990); Toshisada Nishida y Mariko Hiraiwa-Hasegawa, «Chimpanzees and Bonobos: Cooperative Relationships among Males», capítulo 15 en Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986); Nishida, «Local Traditions and Cultural Transmission», capítulo 38 en Smuts y otros, encargados de la edición, op. cit.; Nishida, encargado de la edición, *The Chimpanzees of the Mahale Mountains: Sexual and Life History Strategies* (Tokio: University of Tokyo Press, 1990); Frans de Waal, *Chimpanzees Politics: Power and Sex among Apes* (Nueva York: Harper & Row, 1982); de Wall, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989).

26. B. M. F. Galdikas, «Orangutan Reproduction in the Wild», en C. E. Graham, encargado de la edición, *Reproductive Biology of the Great Apes* (Nueva York: Academic Press, 1981), págs. 281-300.

27. Anne C. Zeller, «Communication by Sight and Smell», capítulo 35 de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 438.

28. Jane Goodall, *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior* (Cambridge, MA: The Bellknap Press of Harvard University Press, 1986), pág. 368.

29. Muy parecido a la venganza que los israelitas —en el espantoso final de uno de los más bellos salmos— propusieron imponer a los hijos de sus apresadores durante el exilio de Babilonia:

*Hija de Babilonia,  
la devastadora,  
dichoso quien te devuelva el pago  
con que nos has pagado.  
Dichoso el que coja en sus manos  
y estrelle a tus pequeñuelos contra la roca.*

Salmo 137, versículos 8 y 9.

30. Janis Carter, «A Journey to Freedom,» *Smithsonian*, 12 (abril de 1981), págs. 90-101.

31. Goodall, *The Chimpanzees of Gombe*, págs. 490, 491.

32. Thomas, op. cit. (ref. 8), pág. 22.

33. Eurípides, *Las mujeres de Troya*, en *Medea*.

## Capítulo 16

### LAS VIDAS DE LOS SIMIOS

1. En Greg Whincup, encargado de la edición y traductor, *The Heart of Chinese Poetry* (Nueva York: Anchor Press/Doubleday, 1987), pág. 48.

2. Fuentes principales de los datos sobre la vida de los chimpancés reproducidos en los capítulos 14, 15 y 16 sin citar su autor: Goodall, Nishida y De Waal: Jane Goodall, *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior* (Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1986); Goodall, *Through a Window: My Thirty Years with the Chimpanzees of Gombe* (Boston: Houghton Mifflin, 1990); Toshisada Nishida y Mariko Hiraiwa-Hasegawa, «Chimpanzees and Bonobos: Cooperative Relationships among Males», capítulo 15 en Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primate Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986); Nishida, «Local Traditions and Cultural Transmission», capítulo 38 en Smuts y otros, encargados de la edición, op. cit.; Nishida, encargado de la edición, *The Chimpanzees of the Mahale Mountains: Sexual and Life History Strategies* (Tokio: University of Tokyo Press, 1990); Frans de Waal, *Chimpanzee Politics: Power and Sex among Apes* (Nueva York: Harper & Row, 1982); De Waal, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989). También otros capítulos de Smuts y otros.

3. Capítulo III, verso 1.

4. Frans de Waal, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989), pág. 49.

5. Frans de Waal, *Chimpanzee Politics: Power and Sex among Apes* (Nueva York: Harper & Row, 1982); pág. 37, 38.

6. R. M. Yerkes y J. H. Elder, «Oestrus, Receptivity and Mating in the Chimpanzee» *Comparative Psychology Monographs* 13 (1963), págs. 1-39.

7. El argumento de Darwin sobre los traseros rosados reza así: «Al discutir la selección sexual en mi "Descendencia del hombre" el caso que más me interesó y extrañó fue el de las partes posteriores y zonas adyacentes de colores brillantes que tienen algunos monos. Estas partes presentan colores más brillantes en un sexo que en otro y su brillo aumenta durante la estación del amor, por lo que llegué a la conclusión de que la adquisición de los colores se debía a la atracción sexual. Era muy consciente de que al decirlo me arriesgaba al ridículo; aunque de hecho la exhibición por un mono de su trasero de color rojo brillante no es más sorprendente que la exhibición por un pavo real de su magnífica cola. Sin embargo, en aquel momento no disponía de datos sobre monos exhibiendo esta parte de sus cuerpos durante el cortejo; y esta exhibición en el caso de las aves ofrece la mejor prueba de que los ornamentos de los machos les son útiles, porque atraen o excitan a las hembras... Joh. von Fischer, de Gotha... señala que no sólo el mandril vulgar, sino también el dril y tres tipos más de mandriles, *Cynopithecus niger* y *Macacus rhesus* y *nemestrinus*, dirigen hacia él esta parte de sus cuerpos, que en todas estas especies tienen un color más o menos brillante, cuando están contentos, y hacia otras personas a manera de saludo. Él se esforzó mucho en curar a un *Macacus rhesus* que tuvo consigo durante cinco años de esta costumbre indecorosa, y al final lo consiguió. Estos monos tienen mucha tendencia a actuar de este modo, y a sonreír al mismo tiempo, cuando se les presenta un nuevo mono,



pero a menudo lo hacen también con sus viejos amigos monos; y después de esta exhibición mutua empiezan a jugar juntos...

»El hábito de los animales adultos está relacionado en cierta medida con sentimientos sexuales, porque Von Fischer observó a través de una puerta de cristal a una hembra de *Cynopithecus niger* y durante varios días la hembra "giró y exhibió su parte trasera de color rojo intenso mientras hacía ruidos de gorgoteo, lo cual no había visto nunca en aquel animal. El macho al ver esto se empezó a excitar; sacudió vigorosamente los barrotes de la jaula, emitiendo al mismo tiempo gorgoteos" [Darwin reprodujo precavidamente esta cita en su original alemán]. Todos los monos que tienen las partes traseras de sus cuerpos con colores más o menos vivos viven según Von Fischer en lugares abiertos y rocosos, por lo que él piensa que estos colores sirven para que un sexo pueda verse a distancia, pero como los monos son animales muy gregarios, pienso que no hay necesidad de que ambos sexos puedan reconocerse a distancia. Me parece más probable que los colores brillantes, tanto si aparecen en el rostro como en el extremo de detrás o en ambas partes, como en el mandril, sirven de adorno y de atracción sexuales.» (Charles Darwin, «Supplemental Notes on Sexual Selection in Relation to Monkeys», *Nature*, 2 de noviembre de 1876, pág. 28).

8. Helen Fisher, «Monogamy, Adultery, and Divorce in Cross-Species Perspective», en Michael H. Robinson y Lionel Tiger, encargados de la edición, *Man and Beast Revisited* (Washington y Londres: Smithsonian Institution Press, 1991), pág. 98.

9. De Waal, *Peacemaking among Primates*, pág. 82.

10. Sarah Blaffer Hrdy, «The Primate Origins of Human Sexuality», en Robert Bellig y George Stevens, encargados de la edición, *Nobel Conference XXIII: The Evolution of Sex* (San Francisco: Harper & Row, 1988), págs. 112 y sig.

11. Kelly J. Stewart y Alexander H. Harcourt, «Gorillas: Variation on Female Relationships», capítulo 14 de la obra de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 163.

12. Trabajo de Nicholas Davies en el Reino Unido, descrito por Stephen Emlen, comunicación personal.

13. Emily Martin, «The Egg and the Sperm: How Science Has Constructed a Romance Based on Stereotypical Male-Female Roles», *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, primavera de 1991.

14. Esto es menos cierto si se piensa que los atributos de las células espermáticas están determinados por los genes del padre, y no por las instrucciones del ADN, que transporta la propia célula espermática y que están encargadas de crear la próxima generación. La competición espermática será en todo caso muy importante en los animales en que más de un macho eyacula en rápida sucesión dentro de una hembra determinada: los primates son un ejemplo destacado de ellos.

15. Goodall, *The Chimpanzees of Gombe*, pág. 366.

16. Hippolyte A. Taine, *Historia de la literatura inglesa*, volumen I, pág. 340.

17. Jacqueline Goodchilds y Gail Zellman, «Sexual Signaling and Sexual Aggression in Adolescent Relationships», en *Pornography and Sexual Aggression*, Neil Malamuth y Edward Donnerstein, encargados de la edición (Nueva York: Academic Press, 1984).

18. Neil Malamuth, «Rape Proclivity among Males», *Journal of Social Issues* 37 (1981), págs. 138-157; Malamuth, «Aggression against Women: Cultural and Individual Causes», en Malamuth y Dornstein, encargados de la edición, op. cit.

19. El estudio más amplio a escala nacional fue promovida por el Centro Nacional de Víctimas y el Centro de Investigaciones y Tratamiento de Víctimas de Delitos de la Universidad Médica de Carolina del Sur, con apoyo financiero del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. Véase David Johnston, «Survey Shows Number of Rapes Far Higher than Official Figures», *New York Times*, 24 de abril de 1992, pág. A14.

20. La servidumbre y la violación son temas populares en la pornografía destinada a un público masculino, por ejemplo en Gran Bretaña, Francia, Alemania, Latinoamérica y Japón, así como en los EE.UU. Un tema que se repite a menudo en las películas pornográficas japonesas es la violación de una adolescente (Paul Abramson y Haruo Hayashi, «Pornography in Japan», en Malamuth y Donnerstein, encargados de la edición, op. cit.)

21. Robert A. Prentky y Vernon L. Quinsey, *Human Sexual Aggression: Current Perspectives*, Volumen 528 de los *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1988; Howard E. Barbaree y William L. Marshall, «The Role of Male Sexual Arousal in Rape: Six Models», *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59 (1991), págs. 621-630; Gene Abel, J. Rouleau y J. Cunningham-Rather, «Sexually Aggressive Behavior», en *Modern Legal Psychiatry and Psychology*, A. L. McGarry y S. A. Shah, encargados de la edición (Filadelfia: Davis, 1985); Gene Abel, citado en Faye Knopp, *Retraining Adult Sex Offenders: Method and Models* (Syracuse, NY: Safer Society Press, 1984), pág. 9.

22. Por ejemplo, Lee Ellis, «A Synthesized (Biosocial) Theory of Rape», *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59 (1991), págs. 631-642.

23. Por ejemplo, Susan Brownmiller, *Against Our Will: Men, Women and Rape* (Nueva York: Simon & Schuster, 1975); Judith Lewis Herman, «Considering Sex Offenders: A Model of Addiction», *Signs: Journal of Women in Culture and Society* 13 (1988), págs. 695-724.

24. Lee Ellis, *Theories of Rape* (Nueva York: Hemisphere, 1989).

25. Peggy Reeves Sanday, «The Socio-Cultural Context of Rape: A Cross-Cultural Study», *Journal of Social Issues*, 37 (1981), págs. 5-27.

## Capítulo 17

### AMONESTACIÓN AL CONQUISTADOR

1. (Londres y Edimburgo: Williams and Norgate, 1863), pág. 105.
2. Sarah Blaffer Hrdy, «Raising Darwin's Consciousness: Females

And Evolutionary Theory», en Robert Bellig y George Stevens, encargados de la edición, *Nobel Conference XXIII: The Evolution of Sex* (San Francisco: Harper & Row, 1988), pág. 161.

3. John Paul Scott, «Agonistic Behavior of Primates: A Comparative Perspective», en Ralph L. Holloway, encargado de la edición, *Primate Aggression, Territoriality, and Xenophobia: A Comparative Perspective* (Nueva York: Academic Press, 1974), especialmente pág. 427; Shirley C. Strum, *Almost Human: A Journey into the World of Baboons* (Nueva York: Random House, 1987).

4. Dorothy L. Cheney, «Interactions and Relationship Between Groups», capítulo 22 de la obra de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 281.

5. Solly Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes* (Nueva York: Harcourt, Brace, 1932), págs. 49, 50.

6. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords* (Nueva York: Harper & Row, 1978), pág. 39.

7. *Ibid.*, pág. 12.

8. F. W. Fitzsimons, *The Natural History of South Africa*, volumen 1, *Mamíferos* (Londres: Longmans, Green, 1919), citado en Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes*, pág. 293.

9. Zuckerman, *From Apes to Warlords*, págs. 220, 219, y nota a pie de página, pág. 220.

10. Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes*, págs. 228, 229.

11. *Ibid.*, pág. 237.

12. Scott, *op. cit.*; H. Krummer, *Social Origin of Hamadryas Baboons* (Chicago: University of Chicago Press, 1968).

13. Zuckerman, *From Apes to Warlords*, pág. 41.

14. *Ibid.*, pág. 42.

15. Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes*, pág. 148.

16. Hrdy, *op. cit.* (ref. 2), pág. 163.

17. Donna Robbins Leighton, «Gibbons: Territoriality and Monogamy», capítulo 12 en Smuts y otros, encargados de la edición, *op. cit.*, págs. 135-145.

18. Randall Susman, a cargo de la edición, *The Pygmy Chimpanzee: Evolutionary Biology and Behavior* (Nueva York: Plenum, 1984).

19. Frans de Waal, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989), pág. 181.

20. Toshisada Nishida y Mariko Hiraiwa-Hasegawa, «Chimpanzees and Bonobos: Cooperative Relationship among Males», capítulo 15 en Smuts y otros, *op. cit.*, pág. 167.

21. Charles Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (Nueva York: The Modern Library, sin fecha) (publicado originalmente en 1871), págs. 396, 397. Tanto Plinio como Eliano escribieron sobre simios aficionados al vino que podían capturarse cuando caían borrachos.

22. Edward O. Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1975), pág. 538.

23. Irenäus Eibl-Eibesfeldt, *Krieg und Frieden* (Munich: R. Piper, 1975).
24. Paul D. MacLean, «Special Award Lecture: New Findings on Brain Function and Sociosexual Behavior», Capítulo 4 en la obra de Joseph Zubin y John Money, encargados de la edición, *Contemporary Sexual Behavior: Critical Issues in the 1970s* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1973), pág. 65.
25. Barbara B. Smuts, «Sexual Competition and Mate Choice», capítulo 13 de la obra de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 392.
26. Sarah Blaffer Hrdy, «The Primate Origins of Human Sexuality», en Robert Bellig y George Stevens, encargados de la edición, *Nobel Conference XXIII: The Evolution of Sex* (San Francisco: Harper & Row, 1988).
27. Alison F. Richard, «Malagasy Promisians: Female Dominance», capítulo 3 en Smuts y otros, encargados de la edición, op. cit., pág. 32. La referencia de la cita figura en el pasaje: A. Jolly «The puzzle of Female Feeding Priority», en M. Small, a cargo de la edición, *Female Primates: Studies by Women Primatologist* (Nueva York: Alan R. Liss, 1984), pág. 198.
28. Toshisada Nishida y Mariko Hiraiwa-Hasegawa «Chimpanzees and Bonobos: Cooperative Relationship among Males», capítulo 15 en Smuts y otros, op. cit., pág. 174.
29. Mireille Bertrand, *Bibliotheca Primatologica*, número 11, *The Behavioral Repertoire of the Stumptail Macaque: A Descriptive and Comparative Study* (Basilea: S. Karger, 1969), pág. 191.
30. Frans de Waal, *Peacemaking among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989), págs. 153, 154.
31. Frank E. Poirier, «Colobine Aggression: A Review», en Ralph L. Holloway, encargado de la edición, *Primate Aggression, Territoriality, and Xenophobia: A Comparative Perspective* (Nueva York y Londres: Academic Press, 1974), págs. 146-147, 130-131, 140- 141.
32. Sherwood L. Washburn, «The Evolution of Human Behavior», en John D. Roslansky, encargado de la edición, *The Uniqueness of Man* (Amsterdam: North-Holland, 1969), pág. 170.
33. Robert M. Seyfarth, «Vocal Communication and Its Relations to Language», capítulo 36 en Smuts y otros, op. cit., págs. 444, 450, 445.
34. P. D. MacClean, «New Findings on Brain Function and Sociosexual Behavior», en *Contemporary Sexual Behavior*, Zurbin y Money, encargados de la edición, op. cit.
35. Solly Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes* (Nueva York: Harcourt, Brace, 1932), pág. 259.
36. Darwin, op. cit., pág. 449.
37. Zuckerman, op. cit., pág. 474.
38. Patricia L. Whitten, «Infants and Adult Males», capítulo 28 en Smuts y otros, op. cit., págs. 343, 344.

1. Traducción de John Dryden para la edición en inglés (Nueva York: The Modern Lybrary, 1932), págs. 378, 379.
2. Trabajo de Wendy Bailey y Morris Goodman; comunicación personal de Morris Goodman, 1992. Véase también ref. 12.
3. Michael M. Miyamoto y Morris Goodman, «DNA Systematics and Evolution of Primates», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1990), págs. 197-220.
4. Marc Godinot y Mohamed Mahboubi, «Earliest Known Simian Primate Found in Algeria», *Nature* 357 (1992), págs. 324-326.
5. Leonard Krishtalka, Richard K. Stucky y K. Christopher Beard, «The Earliest Fossil Evidence for Sexual Dimorphism in Primates», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 87 (13) (julio de 1990), págs. 5 223-5 226.
6. Casi el 9 % del cerebro de los insectívoros («comedores de insectos», mamíferos pequeños que pueden parecerse a los antepasados de los primates) está dedicado al análisis de olores. En los prosimios, la cifra desciende a 1,8 %, en los monos, alrededor de 0,15 %; y en los simios antropomorfos es de 0,07 %. La proporción en las personas es sólo del 0,01 %: Solamente una parte entre diez mil del volumen de nuestro cerebro está dedicada a la comprensión del olor. (H. Stephan, R. Bauchot y O. J. Andy, «Data on Size of the Brain and of Various Brain Parts in Insectivores and Primates», en *The Primate Brain*, C. Noback y W. Montagna, encargados de la edición [Nueva York: Appleton-Century-Crofts, 1970], págs. 289-297.) El olor es una parte importante de la actividad cerebral de los insectívoros. En las personas, es una parte casi insignificante de nuestra percepción del mundo, como confirma la experiencia diaria. Las personas necesitan 10 millones más ácido butírico en el aire que los perros para poder olerlo. Con el ácido acético, la proporción es de 200 millones, con el ácido caproico, de 100 millones y con el etilo mercaptán, que no interviene en la señalización sexual, dos mil veces mayor. (R. H. Wright, *The Sense of Smell* [Londres: George Allen & Unwin, 1964]; D. Michael Stoddart, *The Scented Ape: The Biology and Culture of Human Odour* [Cambridge: Cambridge University Press, 1990], cuadro 9.1, pág. 235).
7. J. Terborgh, «The Social Systems of the New World Primates: An Adaptionist View» en J. G. Else y P. C. Lee, encargados de la edición, *Primate Ecology and Conservation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986), págs. 199-211.
8. H. Sigg, «Differentiation of Female Positions in Hamadryas One-Male-Units», *Zeitschrift für Tierpsychologie* 53 (1980), págs. 265- 302.
9. Connie M. Anderson, «Female Age: Male Preference and Reproductive Success in Primates», *International Journal of Primatology* 7 (1986), págs. 305-326.
10. Dorothy L. Cheney y Richard W. Wrangham, «Predation», capí-

tulo 19 de la obra de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primates Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), págs. 227-239.

11. Susan Mineka, Richard Keir y Veda Price, «Fear of Snakes in Wild- and Laboratory-reared Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*)», *Animal Learning and Behavior* 8 (4) (1980), págs. 653-663.

12. Wendy J. Bailey, Kenji Hayasaka, Christopher G. Skinner, Susanne Kehoe, Leang C. Sien, Jerry L. Slighton y Morris Goodman, «Re-examination of the African Hominoid Trichotomy with Additional Sequences from the Primate Beta-Globin Gene Cluster», *Molecular Phylogenetics and Evolution*, próxima publicación, 1993. Véase también, C. G. Sibley, J. A. Comstock y J. E. Ahlquist, «DNA Hybridization Evidence of Hominid Phylogeny: a Reanalysis of the Data», *Journal of Molecular Evolution*, 30 (1990), págs. 202-236.

13. Toshisada Nishida, «Local Traditions and Cultural Transmission», capítulo 38 en Smuts y otros, op. cit., págs. 467, 468. Una de las exposiciones originales es de S. Kawamura, «The Process of Subculture Propagation Among Japanese Macaques», en *Primate Social Behavior*, C. A. Southwick, encargado de la edición (Nueva York: van Nostrand, 1963); y A. Tsumori, «Newly Acquired Behavior and Social Interaction of Japanese Monkeys», en *Social Communication Among Primates*, S. Altman, encargado de la edición (Chicago: University of Chicago Press, 1982).

14. Masao Kawai, «On the Newly-Acquired Pre-Cultural Behavior of the Natural Troop of Japanese Monkey on Koshima Islet», *Primates*, 6 (1965), págs. 1-30.

15. Estos descubrimientos han creado un mito muy difundido, pero sin ninguna base, llamado a veces el fenómeno de los cien monos (Lyll Watson, *Lifetide* [Nueva York: Simon and Schuster, 1979]; Ken Keyes, Jr., *The Hundreth Monkey* [Coos Bay, OR: Vision, 1982]). Se dice que el lavado de boniatos se difundió lentamente entre la colonia macaca hasta que se alcanzó un determinado umbral crítico; en cuanto cien monos aprendieron la técnica, todos los monos adquirieron el conocimiento «de la noche a la mañana», impulsados por una especie de conciencia colectiva paranormal. Luego se sacaron de este hecho varias enseñanzas edificantes para la sociedad humana. Desgraciadamente, no hay ninguna prueba que apoye este conmovedor relato (Ron Amundson, «The Hundreth Monkey Phenomenon», en *The Hundreth Monkey and Other Paradigms of the Paranormal*, Kendrick Frazier, encargado de la edición, [Buffalo, N.Y.: Prometheus, 1991], págs. 171-181). Parece ser una completa invención.

16. El gran físico Max Planck, al observar una fuerte resistencia contra su nueva teoría cuántica, dijo que se necesita una generación para que los físicos acepten ideas radicalmente nuevas, por mucho que expliquen.

17. William Coffmann McDermott, *The Ape in Antiquity* (Baltimore: Johns Hopkins Press, 1938).

18. Julian Huxley, *The Uniqueness of Man* (Londres: Chatto and Windus, 1943), pág. 3

19. B. T. Gardner y R. A. Gardner, «Comparing the Early Utterances of Child and Chimpanzee», en A. Pick, encargado de la edición, *Minnesota Symposium in Child Psychology* (Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1974), Volumen 8, págs. 3-23.

20. H. S. Terrace, L. A. Pettito, R. J. Sanders y T. G. Bever, «Can an Ape Create a Sentence?», *Science*, 206 (1979), págs. 891-902; C. A. Ristau y D. Robbins, «Cognitive Aspects of Ape Language Experiments», en D. R. Griffin, encargado de la edición, *Animal Mind-Human Mind* (Report of the Dahlem Workshop on Animal Mind-Human Mind, Berlín, 22-27 de marzo de 1981) (Berlín: Springer-Verlag, 1982), pág. 317.

21. Herbert S. Terrace, Nim (Nueva York: Knopf, 1979); H. S. Terrace, L. Pettito, R. J. Sanders y T. G. Bever, «Can Ape Create a Sentence?», *Science*, 206 (1979), págs. 891-902; Robert M. Seyfarth, «Vocal Communication and Its Relation to Language», capítulo 36 de la obra de Smuts y otros, enc. de la ed., op. cit.

22. Roger S. Fouts, Deborah H. Fouts y Thomas E. Van Cantfort, «The Infant Loulis Learns Signs from Cross-fostered Chimpanzees», en R. A. Gardner, B. T. Gardner y T. E. Van Cantfort, encargados de la edición, *Teaching Sign Language to Chimpanzees* (Nueva York: State University of New York Press, 1989).

23. *The Great Ideas: A Syntopicon of Great Books of the Western World*, volumen II, Mortimer J. Adler, principal encargado de la edición, William Gorman, director de la edición, volumen 3 de *Great Books of the Western World*, Robert Maynard Hutchins, encargado principal de la edición (Chicago: William Benton/Encyclopaedia Britannica, 1952, 1977), introducción al capítulo 51, «El hombre».

24. E. S. Savage-Rumbaugh, D.M. Savage-Rumbaugh, S. T. Smith y J. Lawson, «Reference—the Linguistic Essential», *Science*, 210 (1980), págs. 922-925.

25. Patricia Marks Greenfield y E. Sue Savage-Rumbaugh, «Grammatical Combination in Pan paniscus: Processes of Learning and Invention in the Evolution and Development of Language», en «*Language and Intelligence in Monkeys and Apes*», Sue Taylor Parker y Kathleen Gibson, encargados de la edición (Cambridge: Cambridge University Press, 1990); idem., «Imitation, Grammatical Development and Invention of Protogrammar by an Ape», en *Biological and Behavioral Determinants of Language Development*, Norman Krasnegor, D. M. Rumbaugh, R. L. Schiefelbusch y M. Studdert. Kennedy, encargados de la edición (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991).

26. Estos experimentos de Sue Savage-Rumbaugh y Duane Rumbaugh están brevemente descritos en D. S. Rumbaugh, «Comparative Psychology and the Great Apes: Their Competence in Learning, Language and Numbers», *The Psychological Record*, 40 (1990), págs. 15-39. Se encuentra una descripción detallada en E. Sue Savage-Rumbaugh, Jeanine Murphy, Rose Sevcik, S. Williams, K. Brakke y Duane M. Rumbaugh, «Language Comprehension in Ape and Child», *Monographs of*

the Society for Research in Child Development, próxima publicación, 1993.

27. D. M. Rumbaugh, W. D. Hopkins, D. A. Washburn y E. Sue Savage-Rumbaugh, «Comparative Perspectives of Brain, Cognition and Language», en N. A. Krasnegor y otros, encargados de la edición, op. cit. (ref. 22).

28. David Premack, *Intelligence in Ape and Man* (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1976).

29. D. J. Gillan, D. Premack y G. Woodruff, «Reasoning in the Chimpanzee: I. Analogical Reasoning», *Journal of Experimental Psychology and Animal Behavior*, 7 (1981), págs. 1-17; D. J. Gillan, «Reasoning in the Chimpanzee: II. Transitive Inference», *ibid.*, págs. 150-164.

30. David Premack y G. Woodruff, «Chimpanzee Problem-solving: A Test for Comprehension», *Science*, 202 (1978), págs. 532-535; Premack y Woodruff, «Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind?», *Behavior and Brain Sciences*, 4 (1978), págs. 515-526.

31. Un intento temprano, aunque limitado: Duane M. Rumbaugh, Timothy V. Gill y E. C. von Glasersfeld, «Reading and Sentence Completion by a Chimpanzee (Pan)», *Science*, 182 (1973), págs. 731-733; James L. Pate y Duane M. Rumbaugh, «The Language-Like Behavior of Lana Chimpanzee», *Animal Learning and Behavior*, 11 (1983), págs. 134-138.

32. Esta cita y la base del párrafo que la apoya procede de la estimulante obra de Derek Bickerton *Language and Species* (Chicago: University Chicago Press, 1990).

33. E. Sue Savage-Rumbaugh y otros, op. cit. (nota 24).

34. Eugene Linden, *Silent Partners: The Legacy of the Ape Language Experiments* (Nueva York: Times Books, 1986), págs. 144, 145.

35. Jane Goodall, *Through a Window* (Boston: Houghton Mifflin, 1990), pág. 13.

36. Linden, op. cit., págs. 79, 81.

37. Janis Carter, «Survival Training for Chimps: Freed from Keepers and Cages, Chimps Come of Age on Baboon Island», *The Smithsonian* 19 (1) (junio de 1988), págs. 36-49.

38. Actualmente, el número total de chimpancés que quedan en la Tierra es de cincuenta mil. Son una especie gravemente amenazada de extinción.

39. II, 17.

## Capítulo 19

### ¿QUÉ ES LO HUMANO?

1. Citado en Gavin Rylands de Beer, encargado de la edición, «Darwin's Notebooks on Transmutation of Species», Parte IV: Cuaderno Cuarto (octubre de 1838 a 10 de julio de 1839)», *Bulletin of the British Museum (Natural History), Historical Series* (Londres) 2 (5) (1960), págs. 151-183; la cita (de la entrada 47 del cuaderno) aparece en la pág. 163.

2. Frank Roper, *The Missing Link: Consul the Remarkable Chimpanzee* (Manchester: Abel Heywood, 1904). Un primate extinguido des-



de hace unos 30 millones de años, antepasado quizá de los simios y de los seres humanos, ha recibido el nombre de Procónsul, en honor del sibarita victoriano.

3. Mortimer J. Adler, *The Difference of Man and the Difference It Makes* (Nueva York: Holt, Rinehart y Winston, 1967), pág. 84.

4. Theodosius Dobzhansky, *Mankind Evolving* (New Haven: Yale University Press, 1962), pág. 339.

5. George Gaylord Simpson, *The Meaning of Evolution* (New Haven: Yale University Press, 1949), pág. 284.

6. Adler, op. cit., pág. 136.

7. Asa Gray, amigo de Darwin, botánico y biólogo evolucionista, propuso por primera vez esta respuesta, en una conferencia en la Yale Divinity School en 1880. (*Natural Science and Religion* [Nueva York: Scribner's, 1880].)

8. *Metaphysics, Materialism and the Evolution of Mind: Early Writings of Charles Darwin*, transcrito y anotado por Paul H. Barrett, comentario de Howard E. Gruber (Chicago University Press, 1974), pág. 187.

9. Especialmente en *The Descent of Man*.

10. Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Edwin Cannan, encargado de la edición (Nueva York: Modern Library/Random House, 1937), capítulo II, «Of the Principle Which Gives Occasion to the Division of Labour», pág. 13.

11. Keith Thomas, *Man and the Natural World: A History of the Modern Sensibility* (Nueva York: Pantheon, 1983), pág. 31.

12. Frans de Waal, *Peacemaking Among Primates* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989), pág. 82.

13. Smith, op. cit., pág. 14.

14. Tácito, *Historias*, Libro IV, 13, 17.

15. Otra pretendida distinción de los hombres basada solamente en la forma corporal. «El hombre es, creo, el único animal que tiene una acentuada proyección en el medio de la cara», opinó el esteta del siglo XVIII Uvedale Price. (Citada en Keith Thomas, op. cit. pág. 32). Tal vez ignoraba la existencia de tapires y monos de probóscide, pero ¿y los elefantes?

16. Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, Volumen I, Segunda Parte, Parte I, I. «Tratado sobre el fin último», Cuestión I, «Sobre el fin último del hombre»; Parte I, II. «Tratado sobre los Actos Humanos», Cuestión XIII, «De elección»; y Cuestión XVII, «De los actos dirigidos por la voluntad».

17. Jakob von Uexküll, «Un paseo por los mundos de animales y hombres: Un libro de imágenes de mundos invisibles» (1934), Parte I de Claire H. Schiller, traductora y encargada de la edición, *Instinctive Behavior: The Development of a Modern Concept* (Nueva York: International University Press, 1957), pág. 42.

18. John Dewey, *Reconstruction in Philosophy* (Nueva York: Henry Holt, 1920), pág. 1.

19. Hugh Morris, *The Art of Kissing* (1946), cuarenta y siete páginas; no aparece el nombre del editor en este recatado panfleto.

20. Desmond Morris, *The Naked Ape* (Nueva York: Dell, 1984) (pu-

blicado originalmente en 1967 por McGraw Hill; edición revisada publicada en 1983), pág. 62.

21. Donald Symons, *The Evolution of Human Sexuality* (Nueva York: Oxford University Press, 1979), págs. 78, 79.

22. Gerrit S. Miller, «Some Elements of Sexual Behavior in Primates and Their Possible Influence on the Beginnings of Human Social Development», *Journal of Mammalogy*, 9 (1928), págs. 273-293.

23. Gordon D. Jense, «Human Sexual Behavior in Primate Perspective», capítulo 2 de Joseph Zubin y John Money, encargados de la edición, *Contemporary Sexual Behavior: Critical Issues in the 1970s* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1973), pág. 20.

24. Véase *ibíd.*, pág. 22.

25. Por ejemplo, K. Imanishi, «El origen de la familia humana: un enfoque primatólogico», *Japanese Journal of Ethnology* 25 (1961), págs. 11-130 (en japonés); discutido en Toshisada Nishida, encargado de la edición, *The Chimpanzees of the Mahale Mountains: Sexual and Life History Strategies* (Tokyo: University of Tokyo Press, 1990), pág. 10.

26. Por el filósofo Johan Huizinga, *Homo ludens* (Boston: Beacon, 1955).

27. Epicteto, *Discursos*, Libro IV, capítulo 11, «Sobre la pureza». (En el Libro III, capítulo 7, Epicteto propone otra cualidad «única»: vergüenza y sonrojo.)

28. Por ejemplo, Jane Goodall, *Through a Window: My Thirty Years with the Chimpanzees of Gombe* (Boston: Houghton-Mifflin, 1990).

29. Platón, *Leyes*, Libro VII.

30. Goodall, *op. cit.*

31. Charles Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (Nueva York: The Modern Library, sin fecha) (publicado originalmente en 1871), pág. 449.

32. Toshisada Nishida, «Local Traditions and Cultural Transmission», capítulo 38 de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker, encargados de la edición, *Primate Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), pág. 473.

33. Leo K. Bustad, «Man and Beast Interface: An Overview of Our Interrelationships», en Michael H. Robinson y Lionel Tiger, encargados de la edición, *Man and Beast Revisited* (Washington y Londres: Smithsonian Institution Press, 1991), pág. 250.

34. Martin Daly y Margo Wilson, *Homicide* (Nueva York: Aldine de Gruyter, 1988), pág. 187.

35. Owen Chadwick, *The Secularization of the European Mind in the 19th Century* (Cambridge: Cambridge University Press, 1975), pág. 269.

36. Solly Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes* (Nueva York: Harcourt, Brace, 1932), pág. 313.

37. Leslie A. White, «Human Culture», *Encyclopaedia Britannica, Macropaedia* (1978), Volumen 8, pág. 1152.

38. Toshisada Nishida, «A Quarter Century of Research in the Mahale Mountains: An Overview», capítulo 1 de Nishida, encargado de la edición, *The Chimpanzees of Mahale Mountains*, pág. 34.

39. Henri Bergson, *Las dos fuentes de la moralidad y la religión*

40. Nishida, op. cit. (nota 38), pág. 24. La medicina popular de los chimpancés parece que ha sido redescubierta independientemente por otros primatólogos (Ann Gibbons, «Plants of the Apes», *Science*, 255 [1992], pág. 921). Entre los hombres preindustriales, la mayoría de plantas se aprovechaban para algo. El botánico Gillian Prance y sus colegas descubrieron (comunicación privada, 1992) que se aprovecha el 95 % de los árboles de la pluvisilva tropical accesibles a un grupo de pueblos indígenas de Bolivia: por ejemplo, la savia de un árbol de la familia de la nuez moscada se utiliza como fungicida potente.

41. Por ejemplo, Raymond Firth, *Elements of Social Organization* (Londres: Watts and Co., 1951), págs. 183, 184; D. Michael Stoddart, *The Scented Ape: The Biology and Culture of Human Odour* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990), pág. 126.

42. Napoleon A. Chagnon, *Yanomamo: The Fierce People* (Nueva York: Holt, Rinehart, Winstons, 1968), pág. 65.

43. Desmond Morris, *The Biology of Art* (Londres: Methuen, 1962); R. A. Gardner y B. T. Gardner, «Comparative Psychology and Language Acquisition», en K. Salzinger y F. E. Denmark, encargados de la edición, *Psychology: The State of the Art* (Nueva York: Annals of the New York Academy of Sciences, 1978), págs. 37-76; K. Beach, R. S. Fouts y D. H. Fouts, «Representational Art in Chimpanzees», *Friends of Washoe*, 3:2-4, 4:1-4. Los óleos de un chimpancé llamado Congo, que cuelgan hoy en varias colecciones privadas, ofrecen un expresionismo abstracto chillón y se consideran algunas de las mejores obras de los chimpancés.

44. Las aves, por ejemplo, reconocen y atacan a un nuevo depredador (o incluso una botella de leche) que asustó a sus antepasados cuatro generaciones antes. Y hablando de botellas de leche, poco después de que un herrerillo agujereara la hojuela metálica del tapón de una botella de leche que habían dejado en un portal y bebiera su nata, se dice que herrerillos de toda Inglaterra empezaron a beber nata. (John Tyler Bonner, *The Evolution of Culture in Animals* [Princeton, NJ: Princeton University Press, 1980].) Como es lógico, nadie sabe quién fue aquel pájaro pionero. Sin embargo quizá no se trató de un caso de aprendizaje por imitación. Una botella ya abierta y otro pájaro presente y feliz pueden ser suficientes para que un pájaro inocente caiga en la cuenta. (D. F. Sherry y B. G. Galef, Jr., «Social Learning Without Imitation: More About Milk Bottle Opening by Birds», *Animal Behaviour*, 40 [1990], págs. 987-989).

45. Zuckerman, op. cit., págs. 315, 316.

46. Nishida, *A Quarter Century of Research*, pág. 12.

47. ¿Podían ya entonces unas almas haber dado conciencia? Una deidad responsable de inyectar almas con precisión, una por una, en este ejército inmenso de diminutos seres a lo largo de todo el tiempo geológico sería un creador muy meticuloso y además muy ineficiente ¿Por qué no diseñarla desde el principio y dejar que la vida siga su curso? ¿El dios responsable de las leyes de la física, sutiles, elegantes y universalmente aplicables, haría este trabajo rutinario de biología, cha-

puccero y lleno de errores, que precisa una atención y dedicación inmediata a cada patético y diminuto microbio, cuando ellos ya saben perfectamente cómo reproducirse a sí mismos y reproducir grandes almacenes de información? En cambio, el dios sólo tiene que codificar directamente en el ADN de unos cuantos antepasados la información que las almas precisan conocer. Las almas y la conciencia podrían transmitirse por sus propios medios de generación en generación, dejando las manos libres a dios para otros asuntos, algunos quizá de gran urgencia. Pero si la información en el ADN se ha formado mediante un paciente proceso de evolución, ¿por qué se necesita la existencia previa de un dios que explique la inyección de datos, genes o almas?

48. A. I. Hallowell, «Culture, Personality and Society», en *Anthropology Today*, A. L. Kroeber, encargado de la edición (Chicago: University of Chicago Press, 1952), págs 597-620; Hallowell, «Self, Society and Culture in Phylogenetic Perspective», en *Evolution After Darwin*, volumen 2, S. Tax, encargado de la edición (Chicago: University of Chicago Press, 1960), págs. 309-371. La pretensión de que sólo los hombres son conscientes de sí mismos puede encontrarse en muchas disquisiciones filosóficas y científicas, por ejemplo, Karl R. Popper y John C. Eccles, *The Self and Its Brain* (Nueva York: Springer, 1977).

49. G. G. Gallup, Jr., «Self-Recognition in Primates: A Comparative Approach to the Bidirectional Properties of Consciousness», *American Psychologist*, 32 (1977), págs. 329-338.

50. Un tema literario e iconográfico común en la Europa medieval desde el siglo XIII es una supuesta tendencia de los simios a admirarse en los espejos. Véase H. W. Janson, *Apes and Ape Lore in the Middle Ages and the Renaissance* (Londres: University of London, 1952), págs. 212 y sig.

51. Montaigne *Ensayos de Michel Eyquem de Montaigne*, Libro II, Ensayo XII, «Apología de Raimond de Sebonde». En un pasaje próximo, Montaigne cita al epigramista romano Juvenal: «¿Qué león fuerte quitó alguna vez la vida a uno más débil?» Pero, tal como hemos dicho, los leones matan normalmente a todos los cachorros cuando toman posesión de una manada. Con esto el macho se ahorra el trabajo de cuidar de hijos que no son suyos, y ayuda a poner en celo de nuevo a las hembras.

52. Por ejemplo, R. L. Trivers, *Social Evolution* (Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings, 1985), especialmente el capítulo «Engaño y engaño de sí mismo»; Joan Lockard y Delroy Paulhus, encargados de la edición, *Self-Deception: An Adaptive Mechanism?* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1989).

53. C. G. Beer, «Study of Vertebrate Communications — Its Cognitive Implications», en D. R. Griffin, encargado de la edición, *Animal Mind-Human Mind* (Report of the Dahlem Workshop on Animal Mind-Human Mind, Berlín, 22 a 27 de marzo de 1981) (Berlín: Springer-Verlag, 1982), pág. 264; E. W. Menzel, «A Group of Young Chimpanzees in a One-acre Field», en A. M. Sclier y F. Stollnitz, encargados de la edición, *Behavior of Nonhuman Primates* (Nueva York: Academic Press, 1974).

54. Stuart Hampshire, *Thought and Action* (Londres: Chatto and Windus, 1959).

55. T. H. Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature* (Londres: Williams and Norgate, 1863), pág. 132.

56. Carta de 5 de febrero de 1649 en Mortimer J. Adler y Charles Van Doren, *Great Treasury of Western Thought: A compendium of Important Statements on Man and His Institutions by the Great Thinkers in Western History* (Nueva York y Londres: R. R. Bowker Company, 1977), pág. 12.

57. Véase, por ejemplo, Eugene Linden, *Silent Partners: The Legacy of the Ape Language Experiments* (New York: Times Books, 1986); Roger Fouts, «Capacities for Language in the Great Apes», en *Proceedings, Ninth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences* (La Haya: Mouton, 1973).

58. Por ejemplo, «El hombre es el único animal... que puede utilizar signos» (Max Black, *The Labyrinth of Language* [Nueva York: Praeger, 1968]); «Los animales no pueden tener lenguaje... Si lo tuvieran... dejarían de ser animales» (K. Goldstein, «The Nature of Language», en *Language: An Enquiry into Its Meaning and Function* [Nueva York: Harper, 1957]); «No parece sólida la opinión de que el lenguaje humano es simplemente un ejemplo más complejo de algo que puede hallarse también en el mundo animal» (Noam Chomsky, *Language and Mind* [Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich, 1972]). Estos ejemplos proceden de Donald R. Griffin, *The Question of Animal Awareness*, edición revisada (Nueva York: Rockefeller University Press, 1981). Sólo de modo ocasional se ha escuchado una voz contraria (por ejemplo, A. I. Hallowell, *Philosophical Theology*, Volumen 2 [Cambridge: Cambridge University Press, 1937], pág. 94).

59. Derek Bickerton, *Language and Species* (Chicago: University of Chicago Press, 1990), especialmente págs. 8, 15-16.

60. Bickerton, op. cit., propone que el lenguaje temprano de los niños es un «protolenguaje» fundamentalmente diferente de los lenguajes humanos plenamente desarrollados, que este protolenguaje puede ser accesible a los simios, y que lo utilizaron nuestros antepasados en la transición de simios a seres humanos.

## Capítulo 20

### EL ANIMAL POR DENTRO

1. (Nueva York: Doubleday, 1958), pág. 345.

2. En la selva hay hembras de chimpancé que rechazan a los machos en todas circunstancias y con un costo elevado. Como es lógico, no producen hijos. ¿Podría darse cuenta alguien de esta correlación? ¿Podría haber en alguna ocasión un chimpancé que reflexionase sobre la posible relación entre la relación sexual y los hijos? ¿Qué seguridad podemos tener de que esto es imposible?

3. Bolinbroke (1809), citado en Arthur O. Lovejoy, *The Great Chain*

of Being: A Study of the History of an Idea (Cambridge: Harvard University Press, 1953), pág. 196.

4. Ambrose Bierce, «Reverence», en *The Enlarged Devil's Dictionary*, Ernest Jerome Hopkins, encargado de la edición (Garden City, NY: Doubleday, 1967), pág. 247.

5. Walt Whitman, *Leaves of Grass*, Harold W. Blodgett y Sculley Bardley, encargados de la edición (Nueva York: New York University Press, 1965), «*Song of Myself*», estrofa 32, líneas 684-691, pág. 6.

6. Ensayos de Michel Eyquem de Montaigne, Libro III, Ensayo I, «*Sobre el beneficio y la honestidad*».

7. C. Boesch y H. Boesch, «Possible Causes of Sex Differences in the Use of Natural Hammers by Wild Chimpanzees», *Journal of Human Evolution*, 13 (1984), págs. 415-440, y las referencias que figuran allí.

8. Mortimer J. Adler, *The Difference of Man and the Difference It Makes* (Nueva York: Holt, Rinehart, Winston, 1967), pág. 121.

9. Véase, por ejemplo, John Alcock, «The Evolution of the Use of Tools by Feeding Animals», *Evolution*, 26 (1972), págs. 464-473; K. R. L. Hall y G. B. Schaller, «Tool-using Behavior of the Californian Sea Otter», *Journal of Mammalogy*, 45 (1964), págs. 287-298; A. H. Chisholm, «The Use by Birds of 'Tools' or 'Instruments'», *Ibis*, 96 (1954), págs. 380-383; J. Van Lawick-Goodall y H. van Lawick, «Use of Tools by Egyptian Vultures», *Nature*, 12 (1966), págs. 1468-1469.

10. Anghony J. Podlecki, *The Political Background of Aeschylean Tragedy* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1966), págs 1, 7, 155.

11. Geza Teleki, «Chimpanzee Subsistence Technology: Materials and Skills», *Journal of Human Evolution*, 4 (6) (noviembre de 1974), págs. 575-594; nuestras citas son de las págs. 585-588 y pág. 593.

12. Michael Tomasello, «Cultural Transmission in the Tool Use and Communicatory Signalling of Chimpanzees?» en «*Language and Intelligence in Monkeys and Apes*, Sue Taylor Parker y Kathleen Gibson, encargadas de la edición, (Cambridge: Cambridge University Press, 1990).

13. Teleki, op. cit.

14. C. Jones y J. Sabater Pi, «Sticks Used by Chimpanzees in Rio Muni, West Africa», *Nature* 223 (1969), págs. 100-101; Y. Sugiyama, «The Brush-stick of Chimpanzees Found in Southwest Cameroon and Their Cultural Characteristics», *Primates*, 26 (1985), págs. 361-374; W. McGrew y M. Rogers, «Chimpanzees, Tools and Termites: New Record from Gabon», *American Journal of Primatology*, 5 (1983), págs. 171-174.

15. Teleki, op. cit.

16. Por ejemplo, Kenneth P. Oakley, *Man the Tool-Maker* (Chicago: University of Chicago Press, 1964).

17. E. Sue Savage-Rumbaugh, Jeannine Murphy, Rose Sevcik, S. Williams, K. Brakke y Duane M. Rumbaugh, «Language Comprehension in Ape and Child», *Monographs of the Society for Research in Child Development*, en prensa, 1993; Duane M. Rumbaugh, comunicación personal, 1992.

18. Susan Essock-Vitale y Robert M. Seyfarth, «Intelligence and Social Cognition», capítulo 37 de Barbara B. Smuts, Dorothy L. Cheney, Robert M. Seyfarth, Richard W. Wrangham y Thomas T. Struhsaker,

encargados de la edición, *Primate Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1986), págs. 456, 457; Wolfgang Kohler, *The Mentality of Apes*, segunda edición (Nueva York: Viking, 1959) (publicado originalmente en 1925), pág. 38.

19. Richard Wrangham, citado por Ann Gibbons, «Chimps: More Diverse than a Barrel of Monkeys?», *Science*, 255 (1992), págs. 287, 288.

20. H. J. Jerison, *Evolution of the Brain and Intelligence* (Nueva York: Academic Press, 1973); Carl Sagan, *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence* (Nueva York: Random House, 1977), capítulo 2; William, S. Cleveland, *The Elements of Graphing Data* (Monterey CA: Wadsworth, 1985), Cleveland comenta: «Afortunadamente, el hombre moderno está en la cima.»

21. R. E. Passingham, «Changes in the Size and Organization of the Brain in Man and His Ancestors», *Brain and Behavioral Evolution*, 11 (1980), págs. 73-90.

22. *Ibid.*

23. Por ejemplo, Sagan, *op. cit.* (nota 20).

24. Gordon Thomas Frost, «Tool Behavior and the Origins of Laterality» *Journal of Human Evolution*, 9 (1980), págs. 447-459.

25. Por ejemplo, Mortimer J. Adler, *op. cit.* (nota 10), pág. 120.

26. F. Nottebohm, «Neural Asymmetries in the Vocal Control of the Canary», en *Lateralization in the Nervous System*, S. R. Harnad y R. W. Doty, encargados de la edición (Nueva York: Academic, 1977).

27. Por ejemplo, W. D. Hopkins y R. D. Morris, «Laterality for Visual-Spatial Processing in Two Language-Trained Chimpanzees», *Behavioral Neuroscience*, 103 (1989), págs. 227-234.

28. Thomas Henry Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature* (Londres y Edimburgo: Williams y Norgate, 1863), págs. 109, 110.

29. Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, Libro X, «Placer y felicidad», 7, 1178a5.

30. Mark Twain, *Letters from the Earth*, Bernard DeVoto, encargado de la edición (Nueva York y Evanston: Harper & Row, 1962), «The Damned Human Race», V, «The Lowest Animal», pág. 227.

31. Por ejemplo, Carl Sagan y Richard Turco, *A Path Where No Man Thought: Nuclear Winter and the End of the Arms Race* (Nueva York: Random House, 1990).

32. Henry D. Thoreau, *Walden*, encargado de la edición, J. Lyndon Shanley (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1971), «Higher Laws», pág. 219.

33. Platón, *República*, IX, 571.

34. J. Hughlins Jackson, *Evolution and Dissolution of the Nervous System* (Londres: John Bale, 1888), pág. 38.

35. Paul D. MacLean, *The Triune Brain in Evolution: Role in Paleocerebral Functions* (Nueva York y Londres: Plenum Press, 1990).

36. *Romanos* 7:18.

37. Que nosotros sepamos, no se ha intentado aún en los tribunales defender a un acusado alegando la acción de la testosterona.

38. *Buddhist Scriptures*, Edward Conze, encargado de la edición,

(Harmondsworth, Reino Unido: Penguin, 1959), pág. 112; *Saundarananda de Ashvaghosha*, Canto XV, «Vaciando la mente», verso 53.

## Capítulo 21

### SOMBRAS DE ANTEPASADOS OLVIDADOS

1. Atribuido a Empédocles por Hipólito en *Refutación de todas las herejías*, I, iii, 2.

### EPÍLOGO

1. Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, Parte I, VIII, «El gobierno divino», Cuestión 103, Artículo 2, pág. 952.



Agradecemos a las siguientes editoriales el permiso para reproducir material publicado anteriormente:

*The Bellknap Press of Harvard University Press*: Selección de *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior* de Jane Goodall Copyright © 1986 del Presidente y Miembros del Harvard College; selección de *The New Synthesis* de Edward O. Wilson. Copyright © 1975 del Presidente y Miembros del Harvard College. Reproducido con permiso de The Bellknap Press of Harvard University Press.

*Bilingual Press and Anvil Poetry Press Ltd.*: Fragmento de *Poems of the Aztec Peoples*, traducido por Edward Kissam y Michael Schmidt. Detenta los derechos en todo el mundo, con excepción de los Estados Unidos, Anvil Press Poetry Ltd. Reproducido con permiso de Bilingual Press y Anvil Press Poetry Ltd.

*Doubleday, división de Bantam, Doubleday, Dell Publishing Group, Inc.*: Selección de *Darwin's Century* de Loren Eiseley. Copyright © 1958 de Loren Eiseley; fragmento de «Written for Old Friends in Yang-jou...» en de *The Heart of Chinese Poetry* de Greg Whincup. Copyright © 1987 de Greg Whincup. Reproducido con permiso de Doubleday, una división de Bantam, Doubleday, Dell Publishing Group, Inc.

*Encyclopaedia Britannica*: Selección de «Human Culture» de Leslie A. White dentro de *Encyclopaedia Britannica*, 15.<sup>a</sup> edición (1978), 8:1152. Reproducido con permiso de la Enciclopedia Británica.

*Grove Press, Inc.*: Selección de *Zen Poems of China and Japan: The Crane's Bill* de Lucien Stryk, Takashi Ikemoto y Taigan Takayama. Copyright © 1973 de Lucien Stryk, Takashi Ikemoto y Taigan Takayama. Reproducido con permiso de Grove Press, Inc.

*Harcourt Press Jovanovich, Inc.*, Selección de *The Social Life of Monkeys and Apes*, de Solly Zuckerman. Reproducido con permiso de Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

*Harper Collins Publishers, Inc.*: Selección de *Nobel Conference XXIII*