

Este ensayo, escrito con la intención de llegar a un amplio público, trata de desmitificar la imagen promocionada por la ciencia como mera actividad de comprensión del mundo. Intenta, ante todo, evidenciar que la ciencia moderna ha sido una verdadera empresa de dominio del mundo y, en la medida de lo posible, de reemplazo de la naturaleza mediante la producción (sintética) de eventos. En este reemplazo, hecho además en nuestro siglo con toda premura, radica un buen número de los problemas del medio ambiente que hemos comenzado a padecer. Se ilustran estas ideas con el ejemplo de la actual ingeniería genética. Ciertos sectores del pensamiento no dudan en acudir a ella en demanda de ayuda, para librarnos de las lacras que pueden abocarnos a nuestra extinción. Entre ellas, y principalmente, se encuentra la desmedida agresividad que nos lleva a enfrentarnos en continuas guerras. Se añade: los cambios sociales se han mostrado inefectivos para erradicar los enfrentamientos armados; nuestra agresividad es genética; tenemos medios para eliminar hoy los genes que interesen. ¿En nombre de qué escrúpulo vamos, entonces, a renunciar a su uso?

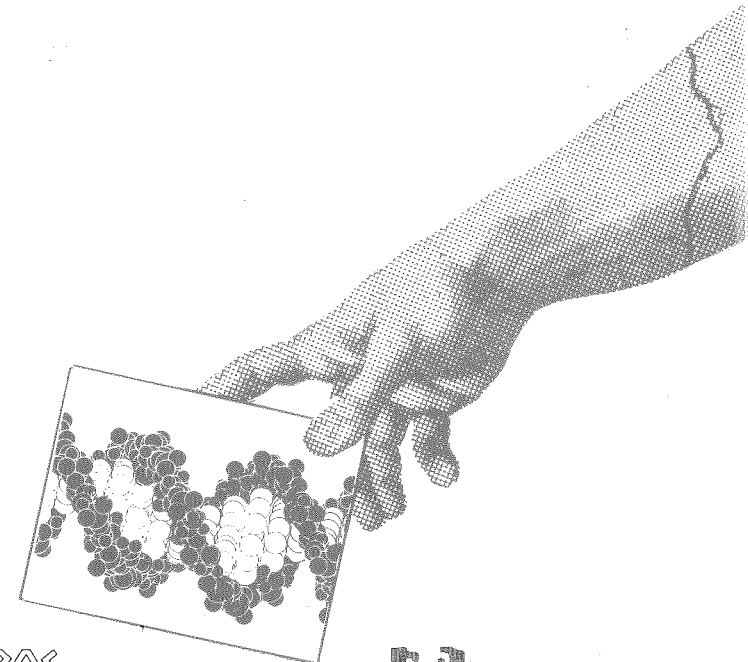
Este ensayo trata de poner al descubierto la simplonería biológica que subyace a este tipo de argumentaciones, así como sus probables intenciones de, bajo promesas de maravillosos futuros, hacer que el común de la gente acepte los muy peligrosos aspectos que tecnologías de esa índole conllevan en el presente.

José Sanmartín nació en Valencia en 1948. Se doctoró en Lógica (1972). Fue becario de investigación de la Fundación Alemana Alexander von Humboldt durante 1975 y 1976. Es catedrático de Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Valencia desde 1984. Posee numerosas publicaciones sobre filosofía de las matemáticas y, recientemente, de la biología. Ha dirigido programas radiofónicos y ha escrito columnas sobre la ciencia de nuestro tiempo en diversos medios de comunicación.

LOS NUEVOS REDENTORES

REFLEXIONES SOBRE LA INGENIERÍA GENÉTICA, LA SOCIOBIOLOGÍA Y EL MUNDO FELIZ QUE NOS PROMETEN

José Sanmartín



NUEVA CIENCIA

Dirigida por Nicanor Ursua

1

José Sanmartín

LOS NUEVOS REDENTORES

Reflexiones sobre la ingeniería genética,
la sociobiología y el mundo feliz
que nos prometen

 **ANTHROPOS**
EDITORIAL DEL HOMBRE

SERVICIO EDITORIAL
UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO



ARGITARAPEN ZERBITZUA
EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA

A Gloria

Diseño gráfico: GRUPO A

Primera edición: noviembre 1987

© José Sanmartín, 1987

Edita: Editorial Anthropos. Promat, S. Coop. Ltda.

Enric Granados, 114, 08008 Barcelona

En coedición con el Servicio Editorial de la Universidad del
País Vasco / Argitarapen Zerbitua Euskal Herriko Unibertsit-
atea

ISBN: 84-7658-056-8

Depósito legal: B. 37.890-1987

Impresión: Gráficas Guada, Esplugues de Llobregat (Barcelona)

Impreso en España - *Printed in Spain*

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

*«Todo comenzó con la búsqueda de la verdad;
pero cientos de miles de personas
pagaron en Hiroshima y Nagasaki esa estimable sed de conocimiento
con su vida.»*

ERWIN CHARGAFF

INTRODUCCIÓN

Este ensayo no se dirige ni contra la ciencia, ni contra los científicos. Tiende, más bien, a desmitificar la imagen tradicional de una y de otros. Hace, a la vez, propuestas de cambio en la ciencia actual, que puedan convertirla en una actividad cognitiva *estimable* para desenmarañar la estructura de lo real.

Alguien podría objetar, ya en este mismo punto, que, si ese es el objetivo de este escrito, podía habérmelo ahorrado. La ciencia, al menos desde el siglo XVI —es decir: *la ciencia moderna*— se considera usualmente que ha sido eso: un intento de desenmarañar el mundo y a nosotros como parte suya. Un mundo que, observacionalmente hablando, se ofrece a nuestros sentidos como un auténtico caos. Un caos de lo observacional sobre el que, según unos filósofos, *imponemos orden*, valiéndonos para ello de los *instrumentos* especiales que son las teorías científicas. Un caos que, según otros filósofos, desaparece, al *poner de manifiesto mediante teorías científicas* la estructura profunda de lo real.

Tuvieren la razón los filósofos que la tuvieren —y, tal vez, la tengan ambos— lo importante, para mí, es destacar ahora que no creo que ni unos ni otros acierten,

cuando identifican el *afán de conocimiento* con la nota más característica de la ciencia moderna. Me parece que ésta es, más bien, el deseo de profundizar en la estructura de la naturaleza para *dominarla*. La ciencia moderna de la naturaleza es la ciencia del *dominio* de la naturaleza. Un dominio que tiende a *orientarla hacia el cumplimiento de fines estipulados por nosotros*, primero; y a *reemplazarla*, luego. El último paso es muy importante. Es el que corresponde a la *ciencia sintética*. Un paso muchas veces precipitado que, desde mediados de este siglo, ha dado pie más que suficiente para cuestionar el carácter *estimable* de la actividad científica. No se olvide que con la *ciencia sintética* parecen estar conectados los problemas más graves referentes a alteraciones del medio ambiente.

Esta visión —desde luego, no tradicional— de la ciencia moderna permite decir que su historia no es la crónica de un conocimiento neutro, indiferente de por sí a su uso. Es, sobre todo, el relato de cómo el científico ha pasado, siempre que ha podido, desde «el conocimiento nos lo permite hacer» al «¡hagámoslo!». Ese tránsito desde *el saber* al *hacer* se ha llevado a cabo en múltiples ocasiones sin atender de modo suficiente las implicaciones éticas, los costos sociales y, en particular, las consecuencias ecológicas que de él, previsiblemente, podían seguirse.

Este ensayo pretende desarrollar esas ideas. He escogido como objeto fundamental de reflexión crítica la *visión biologista* de la naturaleza humana, todavía hoy dominante en algunos sectores de la biología, la psicología y la filosofía de la ciencia. Esa visión en la que la conducta del ser humano se estima que depende, exclusiva o principalmente, de factores biológicos. Al hilo del estudio se desgranar otras ideas que van, desde consideraciones epistemológicas —las más tediosas para el lector profano, pero no por ello ideas de cuyo análisis le recomiendo prescindir— a reflexiones sobre la *genética sintética* y *el mundo feliz que nos promete*.

Se me olvidaba. Yo, como cada uno de ustedes, tengo mi ideología. He procurado no dejarme llevar por ella en

demasiadas ocasiones a lo largo de las páginas que siguen. Decir aquí «nunca» no es algo que un filósofo de la ciencia (y yo lo soy de vocación y de profesión) pueda hacer. Nuestra cosmovisión, nuestro modo de ver el mundo —que está configurado por nuestra ideología, así como también por la ciencia en que hemos sido socializados y educados— nos impide, a ustedes y a mí, ser absolutamente *neutrales* en nuestras aserciones. Lo que me parecería mal, muy mal, es que ustedes, los que están ya de partida contra el enfoque de este ensayo, traten de desautorizarlo, invocando en su favor la ciencia de este tiempo. Y crean dejar, en consecuencia, como único apoyo del otro —en este caso, de mí— la ideología o la ciencia pasada. Hacia este modo de argumentar (?), precisamente, se dirige buena parte de este escrito.

Como recomendación para la lectura de este libro haría la siguiente. Como verán, hay abundantes notas. Los lectores que deseen obtener tan sólo la visión general de la problemática pueden omitir su lectura. En esas notas se amplían algunos aspectos, escasamente desarrollados en el texto, con algo más-de profundidad. Y se menciona alguna bibliografía complementaria. A este respecto quiero añadir que España es uno de los países donde más se traduce. Luego parece casi vergonzoso citar las obras vertidas al castellano. No es mi caso.

En el capítulo de agradecimientos, quiero recordar, especialmente, la labor crítica de Manuel Medina y José A. López-Cerezo. Un buen número de redacciones primeras pasaron al limbo (de mi ordenador, claro está) tras discusiones con ellos. Quiero, asimismo, mostrar mi reconocimiento a la Generalidad Valenciana que, al concederme una beca, me permitió trasladarme al Instituto Max Planck de Seewiesen. Allí di forma final en la primavera de 1987 al manuscrito de este libro. De su archivo de películas sobre conductas agresivas y pacíficas de pueblos «tradicionales» me beneficié mucho. Particularmente, estoy muy agradecido al Dr. W. Schiefenhövel, por su amable invitación para incorporarme a dicho Instituto. Finalmente, ¿cómo no?, deseo dar gracias a Glo-

ria, mi mujer, por su lectura atenta de cada una de las versiones, sus consejos y sus críticas siempre certeras. Gloria, además, me animó, como siempre, a llevar al papel temas recurrentes en nuestras conversaciones y que, sin su empuje, jamás me hubiera atrevido a exponer a la consideración de ustedes.

J. SANMARTÍN
Valencia, 1987

LA VERDAD HABLA POR SUS BOCAS

No es extraño que los científicos reclamen hoy día comprensión para sus actividades en beneficio de la humanidad. Leía, hace poco, en uno de los más *prestos adelidos* de las manifestaciones actuales de la ciencia¹ expresiones de auténtico pesar. Se lamentaba el autor en cuestión, Gerald Feinberg, de que los científicos de ahora tuvieran tan mala prensa. Y no sólo prensa, por cierto. Sería mejor decir, «tuvieran tan mala televisión».

Los dibujos animados suelen presentar a los científicos como personajes extravagantes, en su mayor parte *chiflados*. Su principal deseo es dominar el mundo, controlarlo, usando para ello instrumentos de alta sofisticación.

Ese es el mensaje de un buen número de cortos destinados a una audiencia principalmente infantil. Y ya se sabe: lo que se aprende de niño tiene un papel decisivo en su configuración futura de ser humano adulto. Por eso se queja Feinberg. De seguir las cosas así, si esta «insensata» campaña de desprestigio del científico sigue —piensa él—, sin duda que el aprecio de que la ciencia ha disfrutado durante el pasado siglo, y gran parte de este, podría quebrarse. Y, con ello, la hermosa empresa de la

ciencia podría venirse abajo. Para que una actividad como esta prosiga su singladura es preciso que resulte atractiva a quienes, con el tiempo, podrían llegar a ser sus cultivadores. Pero, ¿hemos de ser tan ingenuos que creamos que, censurando esos dibujos, cambiará la imagen social del científico de hoy?

La historia de la ciencia, las usuales *crónicas* de la ciencia, están repletas de esforzados hombres en *lucha por la verdad*: unos hombres que, sobre la base de su autosacrificio, intentan arrancarnos a los demás —en muchas ocasiones, contra nuestra propia voluntad— del error y las tinieblas. Galileo o Servet son buena muestra de ello.

Las crónicas comunes de la ciencia acostumbran a pintarnos la *aventura científica* como una larga marcha en busca de la verdad. Una marcha por trochas y veredas abiertas a golpe de *método científico* contra los zarzales de la superstición y la sofistería. Invocar el método científico equivale a fijar aquí los lindes entre una forma de conocimiento *excelsa*, la científica, y *las otras* formas de conocimiento. Hablar de «método científico», por lo demás, significa empezar nuestra historia no antes del siglo XVI, el momento del nacimiento de la ciencia moderna.

La ciencia moderna se erigió, en efecto, sobre dos pilares. Uno, el deseo de poseer un método propio y característico: el método *científico*. Otro, el *afán de dominio de la naturaleza*.

SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO

Observemos y experimentemos. Pongamos por escrito los resultados de esas observaciones o experimentaciones. No hay observación, o experimentación, sino de lo *espacio-temporalmente singular*. De modo que los enunciados que recojan esas observaciones o experimentaciones serán *espacio-temporalmente singulares*. Se considera que esos enunciados están en la *base* misma de la ciencia. De ahí su nombre: «enunciados básicos».

Acumulemos tales enunciados, entonces, hasta el punto de que, de su conjunto, podamos extraer generalizaciones. Asumamos esas generalizaciones, siempre que no sean accidentales,² en la forma de *leyes de la naturaleza*. Hagamos esa obtención sin prejuicio o preconcepción de tipo alguno. Apliquemos métodos que nos permitan alcanzar esas generalidades de forma mecánica. Que una máquina pueda hacer nuestro mismo papel. Que los resultados no se vean afectados ni por nuestras creencias ni por nuestros conocimientos previos. Sigamos el ejemplo de la lógica formal.

En esta disciplina basta aplicar *patrones*, para decidir si una argumentación es, o no, correcta. Cosa esta que puede hacerla cualquier ser, persona o artilugio, dotado del cuadro de instrucciones pertinentes. Se manejan enunciados y conexiones entre ellos. Pero los pasos de unos a otros sólo se juzgan *formalmente*, es decir no se atiende a contenidos.

Los *científicos modernos* quisieron contar con un método que, como el cálculo lógico, se aplicara con total independencia de la subjetividad del usuario. De este modo la objetividad del producto científico se hallaría asegurada de antemano. Pero además, y *a diferencia* del cálculo lógico, ese método *había de incrementar nuestros conocimientos sobre el mundo*. Obsérvese que —siguiendo el uso común—, cuando hablo de «ciencia» estoy haciendo referencia a *ciencia natural*.

La lógica formal no aumenta el caudal de nuestro sa-



Isaac Newton, según pintura de Jean-Leon Huens

ber acerca del mundo. Sólo permite juzgar la corrección formal de los argumentos hechos acerca de él. En esos argumentos, la conclusión ya está contenida en los enunciados de partida. La lógica formal permite decidir si el análisis de estos enunciados —las llamadas «premisas»— ha sido bien hecho, permitiéndonos extraer lo que ya estaba contenido en ellas. Desde este punto de vista no hay ampliación de conocimiento.

La ciencia natural tiende, por el contrario, a hacer que crezca el patrimonio de conocimientos que la humanidad posee acerca de sí misma y, en suma, de la naturaleza. Ese crecimiento plantea, de inmediato, un grave problema.

No hay ciencia sino de lo general.³ El crecimiento del conocimiento científico se efectúa a base de acumular —estamos hablando en los términos de la visión clásica de la ciencia— nuevas generalizaciones. Esas generalizaciones deben haberse obtenido a partir de enunciados básicos. Con el *científico moderno* se podría estar de acuerdo —yo no lo estoy realmente— acerca del *indubitable* valor de verdad de esos enunciados espacio-temporalmente singulares. Sé —opinan— sin lugar a dudas que esto que hay aquí, ahora, ante mí, es rojo. La cuestión es si también, *sin lugar a dudas*, serán verdaderas las generalizaciones que se extraigan a partir de conjuntos, *siempre finitos*, de enunciados básicos. Y el problema radica, precisamente, en que *eso ha de ser lo que debe asegurar el método científico según los científicos modernos*.

El método científico, pues, como la lógica formal, debe ser independiente del usuario y llevar de verdades (enunciados básicos) a verdades (generalizaciones). A diferencia del método lógico-formal, las segundas verdades *han de aumentar el acervo de conocimientos* de la humanidad.

Los *científicos modernos* quisieron que su método garantizara los aspectos reseñados, cosa esta que no venía a significar sino que querían que su conocimiento tuviera la marca distintiva de lo *demonstrado*. Eran *justificacionistas*, en el sentido de que deseaban que su conocien-

to estuviera *justificado* frente a otras formas de conocimiento, en particular las propias de la teología y la filosofía (los reinos de las *opiniones* en los que la sofistería y la ilusión campan por sus fueros). Estar *justificado* había de entenderse aquí como «*estar demostrado*». Por «demostrado» entendían a su vez «haber sido obtenido en un proceso regulado por normas o cánones que permitían la preservación de la verdad de los enunciados básicos de partida». Es decir, invocaban un procedimiento que, aplicado a enunciados espacio-temporalmente singulares verdaderos (del tipo: «En el instante x y en el espacio y , el observador —experimentador— z observa —experimenta— que el evento e acaece»), permitiera obtener enunciados de validez general (del tipo: «En todo instante y lugar, se observa —experimenta— que la clase de eventos e acaece»). Ese método lo llamaban «*inducción*».

Ha corrido mucho el agua bajo el molino inductivista, a veces con tanto ímpetu que lo ha resquebrajado profundamente. En particular, desde un punto de vista inductivista, se pueden sustentar aserciones como: «Todos los días sale el sol» sobre la base de observaciones pasadas, acumuladas (del tipo de las recogidas en enunciados básicos como: «Hoy, tantos de tantos, ha salido el sol a las tantas»). Pero, *nada* garantiza la verdad de ese enunciado general, o de aserciones universales de corte parecido. Siempre cabe el contraejemplo, es decir: que en alguna ocasión el universo diga *no* a esa generalización; que la excepción, en suma, no confirme la regla, sino que la contradiga, haciendo falso el enunciado. Siempre cabe que mañana no salga el sol. Sólo podemos esperarlo si *creemos* que mañana valdrán las mismas leyes naturales que hoy y que, por consiguiente, veremos ascender de nuevo el astro rey en lontananza. Pero esa creencia está basada, simplemente, en el *hábito* de que siempre, hasta hoy mismo, el sol ha salido. Una creencia, como toda creencia, a fin de cuentas *irracional*. En eso, recordando a Russell,⁴ nos asemejamos al ave de corral que, ignorante de que hoy es Nochebuena, desconocedo-

ra de las costumbres gastronómicas humanas y acostumbrada a recibir cada mañana el pienso de manos de su dueño, recibe este día, en lugar de comida, un buen retorcimiento de cuello. Nada puede impedir que mañana el sol —no saliendo— nos lo retuerza a nosotros.

Todavía hoy trata de hallarse solución al viejo problema⁵ de la fundamentación de la inducción en algo distinto de la *creencia* de que en el futuro valdrán las mismas leyes naturales que en el presente. ¡Qué mayor afrenta para un *científico moderno* que tener que admitir que el edificio científico, paradigma del *fruto de la razón*, alce sus cimientos sobre *una creencia*, un *hábito* (el de esperar que las cosas sigan sucediendo como hasta ahora) y, por tanto, sobre algo irracional!

La huida hacia la probabilidad emprendida por los científicos hacia el siglo XVIII, el reemplazo del *conocimiento demostrado* por el *conocimiento probable*, pareció una escapatoria a la crisis de fundamentos de la inducción. Había que seguir defendiendo el carácter *especial* del conocimiento científico frente a otras formas de conocimiento *secundarias*. La marca distintiva de lo científico frente a lo no-científico sería ahora que los enunciados, cuyo establecimiento debe perseguir el científico, han de ser aquellos que tengan la máxima probabilidad relativa a la evidencia empírica disponible.

Creo que no hará falta recordar que en nuestro siglo se ha puesto de manifiesto que esa huida no es suficiente.⁶ Pero esa es otra historia. A mí lo que me interesa resaltar en este contexto es una contraposición notable: ningún científico de nuestro tiempo, conocedor de cuestiones epistemológicas, sustenta un justificacionismo como el aquí delineado. La prudencia, que le otorga la familiaridad con las reflexiones metateóricas, se lo impide. Pero estos científicos son los menos. Lo más frecuente es la figura del científico que sigue actuando como si usase un método, que garantizase para su conocimiento *el sello de la verdad, de lo demostrado*, en suma. Ese método, que se sepa, no existe. Las comunidades de científicos, empero, funcionan como si lo hubiese. Y cuando se

les recuerda tal cosa desde la filosofía suelen limitarse lamentablemente a fruncir el ceño.

La actitud normal del científico es la de quien se considera miembro de una élite, detentadora de un saber que ella, y sólo ella, por sus hondas dificultades, está en situación de juzgar. Para criticar —y desgraciadamente suelen tomar los científicos comunes como críticas *impertinentes* cualesquiera manifestaciones sobre su trabajo que no concuerden de partida con sus preconcepciones al respecto—, dicen, es preciso ser científico, pues nadie más que los científicos saben con detalles lo que se tiene entre las manos. Si no es así, los juicios emitidos bien pueden estar dictados por la ignorancia o, lo que es peor, por la ideología. La ciencia, piensan, es una continua batalla por alcanzar la verdad y lo hace, muchas veces, *incluso* con la opinión en contra de quienes pueden ser sus principales beneficiarios: los ciudadanos no-científicos, los legos.

Como filósofos de la ciencia podemos ser, entre otras cosas, *demarcacionistas*, *elitistas* o *escépticos*.⁷ Podemos, en definitiva, pensar que hay criterios universales y objetivos, que permiten *demarcar* la ciencia de la no-ciencia y que pueden estar contenidos en a modo de códigos de justicia que, incluso, el lego de la ciencia, debidamente ilustrado en su manejo, puede usar para distinguir entre ciencia y sofistería, y entre ciencia mejor y peor.

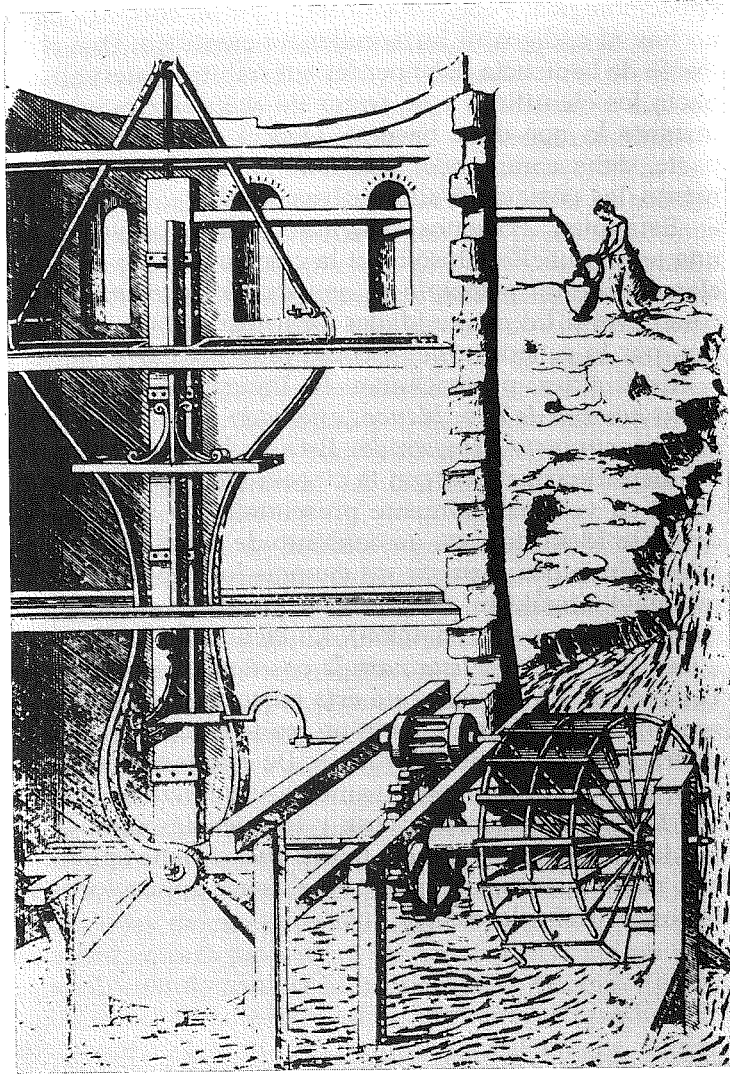
Podemos argüir, por el contrario, con los elitistas, que no hay códigos de esa clase, que el juicio acerca de la ciencia es siempre el juicio de un caso particular de la ciencia, que puede efectuarse sólo a partir de la jurisprudencia o ley de casos particulares. El científico es, según los elitistas, más parecido a un juez inglés que a un juez español, cuando analiza la bondad de la ciencia. El juez inglés juzga atendiendo casos anteriores: el caso hace la ley. Quien juzgue un caso científico, *similarmemente*, deberá hacerlo sobre la base de otros casos previos. Sólo el científico —añade el elitista— conoce esos casos. Sólo él, pues, está en disposición de juzgar su ciencia.

Podemos, finalmente, con los filósofos de la ciencia de

cuño *escéptico*, dudar tanto de una como de otra posición epistemológica. Podemos sustentar, por el contrario, que no hay ni códigos ni jurisprudencia científica. Que el filósofo de la ciencia debe perder sus hábitos paternalistas hacia los científicos y no tratar de aconsejarles en cada instante lo que debe hacerse. Que el científico, por su parte, debe comprender que *todo* —hasta, y principalmente, las posiciones alternativas— *vale*.

Está bien. Podemos sustentar posiciones varias en una aproximación filosófica a la ciencia. Pero lo que está claro desde un principio es que *sociológicamente* —hoy como ayer— las comunidades científicas se autoconsideran, por lo general, *élites* y como tales actúan.

Esas élites promocionan la imagen del *científico como hombre de bata blanca, esforzado y neutral paladín del conocimiento demostrado*. Esta es la imagen común del científico que nace con la ciencia moderna, una ciencia, a su vez, parcialmente presentada. La ciencia moderna se identifica con un conjunto de enunciados generales (obtenidos a partir de enunciados espacio-temporalmente singulares, que recogen los frutos de la observación o la experimentación). La ciencia, así, se reduce a su parte *escrita y lista para la enseñanza: a las teorías*. Todo lo que no pertenezca a esta parte articulada del conocimiento científico, cuanto no sea teórico, no será considerado por lo común científico. De este modo surge un gran mito, un mito como vamos a ver *interesado*: el de que las técnicas son una cosa y las ciencias otra. El de que la ciencia es, ante todo, teoría que, si tiene aplicaciones, mejor que mejor; pero que el tener aplicaciones no es connatural a la ciencia.



Diseño de una bomba de J. Besson (tomado de su *Theatres des instruments*, Lyon, 1579)

A mí, como supongo que a ustedes, se les contó una historia de los pensadores griegos más o menos como esta. A los griegos lo que les iba era la observación pura, la contemplación. Desde esta perspectiva, se dedicaron, principalmente, a *teorizar*, a crear grandes y hermosas teorías, como la de las ideas platónica o el hilemorfismo aristotélico. Es verdad, con todo (dicen) que también hubo griegos dedicados a la *técnica*. Constituyen esas *razas* entre las que se mueven los especialistas de la llamada «historia de la ciencia y la *técnica*». Unas curiosidades, por cierto, *impuras*, porque impuro era el contacto con la materia y, particularmente, la materia viva *muerta*.

Decir así las cosas favorece, y mucho, una dicotomía que difícilmente podría sostenerse en caso contrario. Como entre los griegos, se asevera hoy que hay científicos puros que no ensucian sus manos en tareas de aplicación. La ciencia es un conjunto de teorías. En cuanto tal, es independiente de sus aplicaciones. Hay ciencia sin aplicaciones. El que haya ciencia que las tenga resulta algo interesante e importante para la humanidad, pero totalmente irrelevante para la empresa científica misma. Primero es la ciencia, luego, sus aplicaciones. Si no las tiene, no importa. Podría tenerlas en el futuro. Y, si no, da igual. Como actividad cognoscitiva, la ciencia tiene un motor interno, que es suficiente para mantenerla en movimiento. Tiene un valor intrínseco que basta para cultivarla. Sirve *para comprender el mundo*. Incluso el que la ciencia tenga aplicaciones puede resultar, frecuentemente, *cosa de meigas*. Es este el credo común del científico típico de hoy.

Los filósofos de la ciencia, llamados «estructuralistas» —muy activos en Munich hacia fines de los setenta— consideraron que la estructura de toda teoría era una estructura matemática.⁸ Dicho más rigurosamente, pensaron que las teorías científicas son descripciones lin-

güísticas de estructuras matemáticas. Esas estructuras matemáticas son susceptibles de *interpretaciones múltiples* y muy diferentes. Algunas pueden ser del tipo usualmente denominado físico; otras pueden ser biológicas; otras, sociológicas... Es decir, la estructura matemática de una teoría puede tener ámbitos de *aplicación* o interpretación muy diversos. Todas estas interpretaciones, por muy distintas que sean entre sí, comparten una serie de rasgos *formales*: los que las hacen, precisamente, ser interpretaciones de una *misma* estructura teórica. Desde este punto de vista, las estructuras teóricas pueden compararse, sin graves riesgos, a *formas* platónicas (habitantes del reino de las ideas puras, que pueden realizarse de modos diversos mediante interpretaciones diferentes). Algunas de estas últimas pueden tener que ver con el mundo. De modo que las teorías, estructuralmente hablando, no tienen por qué preocuparse del mundo. Del mundo se preocupan (a parcelas suyas pueden referirse) interpretaciones particulares de esas estructuras teóricas. Las teorías, estructuralmente hablando, no son de este mundo —sino del mundo de las ideas— y no se refieren a este mundo. Al mundo se refieren algunas de sus interpretaciones. Si no hubiera ninguna interpretación tal no pasaría nada, absolutamente nada.

Se piensa, en suma, corrientemente, que la ciencia es, ante todo, un conjunto de teorías. Y esas teorías, aunque no se mantengan posiciones tan extremas de desconexión entre teoría y mundo como la preconizada por los estructuralistas muniqueses (de origen o de adopción), se consideran como algo muy distinto de *su uso técnico*. Y esta concepción no carece, ciertamente, de consecuencias de tipo ético y social: los científicos quedan al margen de las responsabilidades que pueda conllevar el uso de productos de sus teorías, uso hecho —se dice— por los técnicos. Con un ejemplo, Rutherford o Einstein —dos de los grandes en la historia de la energía nuclear— no tienen ninguna responsabilidad sobre lo acontecido en Hiroshima y Nagasaki. La tienen los técnicos que construyeron las bombas que hicieron explosión sobre esas ciudades.

Sin embargo, si se examinan de cerca las llamadas «teorías científicas», uno suele encontrarse ante una de las tres siguientes situaciones⁹ que ilustraré a lo largo de este ensayo haciendo uso, respectivamente, de la ingeniería genética, la sociobiología y el neodarwinismo, por lo que ruego que me permitan hablar ahora algo en abstracto.

Sobre teorías de primer nivel. Hay casos en los que las teorías se presentan como conjuntos de enunciados, que se ofrecen como elucidación del éxito de una cierta tradición *operativa*. Por tal entiendo una tradición en la que se transmite el conocimiento de ciertas *técnicas* o habilidades, que posibilitan frecuentemente *canalizar* desde fuera algunos eventos naturales, útiles a algún respecto. Al decir «desde fuera», estoy refiriéndome al hecho de que las técnicas no implican *intervención* (*meterse dentro*) de la producción natural de los eventos de que se trate. La naturaleza actúa por sí misma. Técnicamente sólo se la canaliza (en ocasiones.)

Un ejemplo paradigmático es el relativo a las técnicas *melíferas*, es decir, a la larguísima tradición operativa en la que se ha venido haciendo uso de la miel producida por abejas sin que se sepa, ciertamente, cómo tiene lugar esa fabricación. O el concerniente a la producción de cerveza, pan o yogur. Los tres productos se obtenían muchísimo antes de que se conociese la existencia de *microorganismos*. *La cosa funcionaba, aunque no se sabía por qué.*

Pues bien, hay un buen número de teorías —de hecho las que constituyen (como voy a tratar de defender) la base de la ciencia— que se dedican a indagar esos *porqués*. Se trata de las teorías, en definitiva, que intentan explicar los éxitos de técnicas, previamente usadas en (a veces larguísimas) tradiciones operativas.

Siguiendo con nuestro ejemplo anterior, al conjunto de estas teorías pertenece, en concreto, la teoría de la fermentación por actividad de microorganismos, desarrollada en un principio por Louis Pasteur. Mediante ella se

trató de explicar los buenos resultados obtenidos en el seno de una tradición que, desde los tiempos (nada menos) de los babilonios, había suministrado cerveza con la que refrescar las gargantas y obnubilar las mentes. Y, por cierto —como ya he dicho—, ni los babilonios, ni, al parecer, nadie antes de Leeuwenhoek¹⁰ identificó semejantes *animálculos*, como llamó en un principio a los microbios.

Esta situación es la más común. Si se rasca bajo la apariencia de la mayor parte de las teorías científicas lo que surge es una dilucidación de usos técnicos previos.

Llamaré «tecnologías», precisamente, a los entramados científicos constituidos por las *interacciones entre teorías y técnicas a este nivel*. Y hablo de «interacciones» porque lo que suele suceder es que una teoría se ofrezca como elucidación o aclaración de las causas que han operado —sin saberse— en la producción de ciertos eventos, que el ser humano ha canalizado (cuando ha podido) *desde fuera de los mismos*. Pero, luego, las propias técnicas, ya teorizadas, suelen influir en la rigorización y ampliación del marco teórico en sentido estricto, posibilitando —a su vez— nuevas aplicaciones.

Desde este punto de vista puede decirse que la historia de la ciencia moderna ha sido, principalmente, la *historia de la tecnología*. El científico moderno, efectivamente, ha querido dilucidar fenómenos naturales, técnicamente encauzados. Ha deseado explicarlos sobre la base de sus causas y, más en concreto, de sus causas eficientes.¹¹ Esta localización de causas puede permitirle dar cuenta de por qué los fenómenos en cuestión se han producido de una cierta manera.¹² Puede posibilitarle, en definitiva, *clarificar* cómo se han obtenido ciertos productos en el seno de tradiciones operativas que desconocían los mecanismos naturales involucrados en el proceso.

Pero, y esto es lo más importante de las tecnologías, ese intento de dilucidar causas para comprender cómo se producen eventos naturales *no se queda en una mera actividad de interés cognitivo tan sólo*. Es decir: *no se trata*

de comprender por comprender. La teorización de técnicas tiende, ante y sobre todo, a localizar causas de eventos naturales para dominar su producción.

Dicho de otro modo, se trata tecnológicamente de explicar el éxito de una tradición operativa, para, averiguadas las causas de ese éxito (por ejemplo, la producción de pan o cerveza), *intervenir* el (meterse dentro del) proceso, que dicha tradición se había limitado a *canalizar*.

A eso se llama «dominar la naturaleza». Un dominio, por cierto, que *suele concluir con el «reemplazo»* de la producción natural de los eventos que la técnica previa sólo había encauzado desde fuera. Y la ciencia del reemplazo de la naturaleza no es otra cosa que la «*ciencia sintética*»: ya sabemos por qué se produce naturalmente un evento. Nosotros podemos mejorar la naturaleza. Podemos perfeccionarla. Podemos hacerlo en nuestras industrias mejor que ella. Pues... ¡hagámoslo!

Y esta, se diga lo que se diga, es la actitud constante de la ciencia moderna. Un comprender para dominar y, en la medida de lo posible, reemplazar la naturaleza. Desde este punto de vista nada exime a los científicos (ya no cabe hablar aquí de técnicos, por un lado, y teóricos, por el otro) de la responsabilidad social de su trabajo. Y sobre todo cuando *ese reemplazo dista mucho de ser inocho* en la mayoría de los casos. Nuevamente el ejemplo de la fermentación puede aclarar lo que intento decir.

La fermentación era usada, como ya he dicho, desde tiempos inmemoriales. Se utilizaban, sin saberlo, microorganismos para la fabricación de algunos productos caros al hombre, desde la cerveza al pan. Hasta Pasteur no dispusimos de una teoría, medianamente rigurosa, para explicar la fermentación. Esta teoría, completada con dilucidaciones bioquímicas y genéticas adecuadas, ha posibilitado el desarrollo de la moderna *ingeniería genética*, de la que hablo por extenso en la sección siguiente. De momento, permítanme que diga sólo algunas generalidades.

Hoy no sólo se sabe que son microorganismos los causantes de la fermentación. Se conoce su estructura inter-

na. Como seres vivos, los microbios poseen genotipo. Por tal se entiende la suma total del material *hereditario* de un organismo. Ese material está constituido por una macromolécula, formada —en la mayor parte de los casos— por un ácido llamado ADN (abreviatura de ácido desoxirribonucleico). Ese ADN integra los llamados cromosomas. Algunos fragmentos del ADN (los denominados «genes») son responsables de la síntesis o producción de las proteínas, que, a su vez, son el componente principal de la materia viva. Algunas proteínas, fabricadas por microorganismos, son las causantes directas de la fermentación de que venimos hablando.

En la naturaleza no es muy frecuente que individuos de especies distintas intercambien material genético. Sin embargo, eso es hoy *total y absolutamente factible para el hombre*. La ingeniería genética puede hoy cortar el ADN de un ser dado y «coser» en él genes de individuos de otras especies. Puede hacerlo y, de hecho, lo hace. A esa combinación de ADN de individuos distintos se denomina «ADN recombinante».¹³

Esa recombinación puede permitir (como veremos en la sección siguiente), por ejemplo, insertar entre los genes de una bacteria, como la llamada *Escherichia coli*, el gen humano productor de insulina. La producción defectuosa de esta proteína es la causa de la ampliamente extendida enfermedad de la diabetes. Pues bien, las bacterias tienen una notabilísima propiedad: se reproducen por bipartición, es decir: simplemente se dividen en dos y pueden hacerlo, en condiciones adecuadas, a una velocidad extraordinariamente rápida. De modo que, donde primero había una solitaria bacteria, puede hallarse, al cabo de unas horas, millones.

Ello significa, en concreto, que si se interviene el ADN de una bacteria *E. coli* (por ejemplo), insertándole el gen-para-la-insulina-humana, en condiciones favorables tendremos al cabo de cierto tiempo una gran cantidad de bacterias de esa clase con el gen humano entre los suyos. Si se logra que ese gen humano *se exprese* en la bacteria, es decir funcione sintetizando insulina hu-

mana, todo lo narrado no significará sino que, al cabo de horas, tendremos a nuestra disposición una inmensa legión de *disciplinados obreros microscópicos produciendo insulina humana*.

Este ejemplo pone de manifiesto qué quiere decirse, en suma, con *intervenir procesos naturales*. Ya no sólo nos limitamos a usar microorganismos, a canalizar (incluso sin saberlo) su actuación, sino que los *operamos* (intervinimos quirúrgicamente su ADN) para *hacerlos más potentes, mejores* para el cumplimiento de una tarea fijada. Pero, además, esta ilustración debe evidenciar algo realmente importante. Esa intervención, en la que la naturaleza llega a *mejorarse*, no deja de carecer de serios riesgos. Sin incurrir en catastrofismos futuristas de tipo alguno (pues lo que ahora voy a contarles, ciertamente, pertenece a la realidad actual), permítanme que prosiga hablándoles de alguna otra cosa que podría hacerse también con una *E. coli*. De pasada quiero decirles que esta bacteria es un *morador habitual de nuestro intestino* (entre otros).

E. coli tiene el privilegio de pertenecer a la variedad de seres más primitivos de la Tierra: las bacterias. Nos antecedieron, a los humanos, en muchos cientos de millones de años. Han demostrado una gran capacidad para la radiación adaptativa:¹⁴ igual se las encuentra en el fondo del Pacífico, alimentándose tranquilamente del azufre que destilan algunas resquebrajaduras de la corteza terrestre, como a 30 km sobre la superficie de la Tierra. Poseen, además —como ya he dicho—, una facilidad extraordinariamente grande para reproducirse por división. Eso permite que la dotación genética de un individuo se halle repetida en millones de sucesores suyos en poquísimo tiempo. Incluso poseen otra gran *ventaja biológica*. Su ADN forma un cromosoma y una especie de ruedas de material genético independiente. Son los llamados «*plásmidos*». Se sabe hoy que los plásmidos son lo que confiere inmunidad ante los antibióticos a algunas bacterias.¹⁵ Pues bien, las bacterias pueden *transferirse plásmidos*. Eso significa que la resistencia a determinados antibióticos que una bacteria presenta, no sólo será

un carácter heredado por sus bacterias-hijas, sino que es algo que puede regalar a bacterias ajenas, con sólo transpasarles el plásmido en cuestión.

Dichas estas cosas, supongamos que se inserta en el plásmido de una *E. coli* un gen ajeno, responsable, en concreto, de la síntesis de alguna *toxina*. Por ejemplo de la causante de alguna forma de disentería galopante. En condiciones adecuadas: ¿qué podría suceder? Creo que es fácil imaginarlo. En esas circunstancias se podrían fabricar muchos millones de *E. coli* con el gen de dicha disentería. Consciente o inconscientemente se podría dar la eventualidad de que esas bacterias abandonasen sus lugares de *producción* y pasasen al medio ambiente. Las consecuencias son fácilmente previsibles. Pues bien, no sólo se *cosen* hoy genes de esa índole en habitantes usuales de nuestros propios intestinos. Se hacen experimentos bastante más *problemáticos*. (Pero sobre esto les hablo ampliamente en la sección segunda.)

Ante esta situación, la concepción dominante sobre lo que es la ciencia venía a sustentar: Bueno, la ciencia no es responsable de los malos usos que de ella se hagan. La ciencia es, ante todo, un conjunto de teorías. Y las teorías son una cosa; sus usos técnicos, otra bien distinta. Incluso lo más frecuente es que ese uso pueda ser bueno o malo, según las ocasiones. Mas no es tarea del científico entrar en estas cuestiones. Su función es *hacer ciencia*. Como la tarea del técnico es *usarla*.

Con esta distribución de trabajos, el científico y su producto quedaban al margen de cualquier tipo de condicionante ético o social. La ciencia, entendida como conjunto de teorías, es un producto humano típicamente *neutro*: es absolutamente independiente de sus aplicaciones. Es un habitante del mundo de las ideas, no del mundo de las realidades físicas. Por ello el científico no es responsable de lo que se haga físicamente con el fruto de sus esfuerzos. La responsabilidad, en este caso, es del técnico. Ciencia y técnica, científicos y técnicos, son cosas completamente distintas. La ciencia es inocua; la técnica puede no serlo. El científico no hace, como científi-

co, nada de lo que deban exigírsele responsabilidades sociales. En todo caso, eso es algo que hay que demandar al técnico que haga mal uso de los desarrollos científicos. Este es el credo dominante acerca de la ciencia.

Pero, si tengo razón en mis apreciaciones, la lectura que debe hacerse de todo esto es muy distinta. En la base misma del edificio científico no hay teorías que *podrían aplicarse*, sino usos técnicos que tratan de dilucidarse. No cabe, pues, separar —*más que metodológicamente*— lo que nace unido: teorías-para-técnicas. Lo que significa que, por su mismo origen, las teorías no son las *puras formas platónicas* de las que hablan algunos, sino *elucidaciones o explicaciones de parcelas muy —pero que muy— concretas del mundo*. En este primer nivel, no cabe hablar, pues, de *teóricos inmaculados*, sino de *científicos muy —de nuevo, pero que muy— contaminados del y por el mundo*.

Sobre teorías de segundo nivel. Las tecnologías, ciertamente, no suelen estar solas. Sus compañeros de viaje habituales son teorías de segundo nivel: teorías que, basándose en una tecnología dada, *tratan de justificar científicamente* los grandes beneficios que ésta puede reportar.

Es posible que un ejemplo clarifique qué es lo que pretendo decir. Ya sabemos que hay tecnologías para *intervenir genotipos* —las recogidas, en concreto, bajo el rótulo de ingeniería genética—. También he dicho que estas tecnologías —como, en general, cualesquiera tecnologías— no son inocuas. La *mejora de la naturaleza*, característica de las tecnologías, conlleva siempre riesgos. Entre ellos los medioambientales ocupan un lugar de honor. Una manera de contrarrestar la influencia que el conocimiento de esos riesgos puede tener en la opinión pública y, en consecuencia, en la aparición de voces pidiendo (¡Horror!) *control social* de las actividades de los científicos, es acompañar de la *debida propaganda las realizaciones futuras* de la tecnología en cuestión. «Sí, es posible que hoy haya accidentes a lo Chernobyl. Pero, ¡y

cuando usted pueda tener en el cuarto de baño de su casa —sí de su casa— un minirreactor de energía nuclear que le suministre cuanta electricidad necesite, a precio de risa!»

Lo común es que, sobre una tecnología dada, se monte, a su vez, una teoría (o más) que evidencie la importancia que aquélla tiene de cara a la solución de problemas aún más graves que los meramente materiales. Por ejemplo, y en concreto, el problema más grave que la humanidad padece hoy es, sin duda, la probabilidad —extraordinariamente alta— de desaparecer *violentamente* de la faz de la Tierra. Se pregunta: ¿cuál es la causa que, principalmente, nos está llevando a esta situación? Se responde: Una agresividad desmedida, traducida en continuos enfrentamientos armados. Nueva pregunta: ¿Es esta agresividad producto de nuestra educación o no? Se responde: Si fuera producto de la educación todo tendría arreglo con los cambios sociales pertinentes. Pero, históricamente, se han ensayado diversos cambios de esta índole y las guerras siguen. Por tanto: hay otras causas de nuestra agresividad. Y se prosigue: En los animales la agresividad es instintiva. Lo que quiere decir que no se aprende, que no es fruto de la educación, sino que se nace con ella, *se hereda*. Pero, eso es lo mismo —se continúa— que decir que algún fragmento de ADN es responsable de que se sea agresivo. ¡Pues ya está! Pongámonos a buscar esos genes de la agresividad. Localicémoslos y, mediante la ingeniería genética, cortémoslos y alejémoslos de nuestros genotipos. Por fin, muerto el perro se acabó la rabia. Eliminados esos genes se terminaron las guerras.

Teorías así no sólo existen, sino que son las que, de ordinario, originan tempestuosos enfrentamientos en el seno de las comunidades de pensadores. ¡Y ojo con confundirlas con ciencia-ficción! Sus autores, sus sustentadores sobre la base de una tecnología dada, ya se encargan de dejar muy clarito que sus teorías son *científicas* a más no poder. (En la tercera sección de este ensayo nos ocuparemos por extenso de una de estas teorías.)

Sobre teorías de tercer nivel. Hay otros casos (los demás casos) en los que se ofrecen como teorías lo que hoy se denominan «programas metafísicos de investigación». Se trata de conjuntos de enunciados generales que, en principio, no son *falsables*.¹⁶ De ahí que se les llame —no peyorativamente, ni mucho menos— «metafísicos». Como tales pienso en la formulación de la mecánica de los *Principia* de Newton o en las teorías de la evolución darwiniana y neodarwinista.¹⁷ Estas «teorías» suelen aparecer como factores importantes en la configuración de cosmovisiones, del modo de ver el mundo que se tiene en un momento dado —a menudo, un larguísimo momento: no años, sino siglos.

El caso de la teoría de la evolución darwiniana es paradigmático a este último respecto. La idea de que los seres vivos *sufren transformaciones* es muy vieja. Pero sólo desde Darwin puede decirse que la idea de la evolución forma parte de cómo el ser humano —al menos, el occidental— ve el mundo. Un mundo que observa además *cambiando a través de una lucha* constante por la supervivencia. En esa *lucha* vencen los más aptos. Éstos son los que superan las dificultades que, sin cesar, la naturaleza va oponiendo a su marcha. La naturaleza los *selecciona*.

Este modo de ver el mundo es hoy común, a grandes trazos, a políticos y poetas, científicos y albañiles..., porque la idea de evolución por *selección natural*, los conceptos de *lucha por la existencia* y *cambio*, forman parte del bagaje de nociones en las que, desde la cuna, hemos sido socializados.

Un programa como el de la evolución darwiniana es a modo de una gran matrona que abraza en su seno *teorías del segundo nivel*. Las teorías, que se montan sobre tecnologías, caen a su vez bajo el amparo de programas de investigación. De este modo, tienen, *por debajo*, la seriedad con que las tecnologías suelen ir acompañadas en la opinión pública; y, *por encima*, el amplísimo consenso que poseen los programas de investigación. De este modo las teorías de segundo nivel —entre las que cabe

mencionar las que pretenden explicar la conducta social humana sobre bases meramente biológicas; las que, por el contrario, tratan de hacerlo sobre bases exclusivamente ambientales; las que, a su vez, tratan de explicar ese comportamiento sobre la base de una interacción entre biología y medio ambiente, etc...— suelen poseer un (aparente, al menos) gran *respaldo científico* (todo hay que decirlo, unas más que otras, como veremos en el texto).

Llegados a este punto, habiendo hecho estos distinguos, desde luego lo que es evidente desde mi perspectiva, es que no es *simplificar*, sino incurrir en una radical *simpleza* reducir ciencia a teorías y, encima, hablar sin más de la (!) *estructura de las teorías científicas*.

Los científicos o son tecnólogos, porque se dedican a *teorías del primer nivel* (es decir: teorizaciones de técnicas), o son metafísicos —en el sentido de que cultivan programas tales de investigación—. Pueden cultivar, asimismo, teorías de segundo nivel, que, nuevamente, dependen —y mucho— de lo aplicado: son, al fin y al cabo, productos de la reflexión sobre tecnologías (productos además, se dice, bastante *intoxicados* ideológicamente).

Y por mis palabras no hay que rasgarse las vestiduras. Sólo cuando se asuma que los viejos tiempos de los científicos no-ideólogos, más allá del bien y del mal, buscadores de la verdad, usuarios de métodos propios conducentes a conocimiento demostrado o sumamente probable, conocimiento neutral y esencialmente intersubjetivo, *conocimiento que no interés*, únicamente cuando todos estos *mitos* dejen su lugar a una imagen más real de la ciencia, el científico, como Gerald Feinberg, cobrará conciencia de que los dibujos animados (sobre sabios-científicos-chiflados que nos amenazan con sus artilugios) se limitan a simbolizar un estado de ánimo: aquel al que la ciencia *sintética* moderna nos ha llevado, sobre todo con sus desarrollos más recientes.

INGENIERÍA GENÉTICA. ¿SERVICIO O NEGOCIO?

Para ilustrar algunas de las hipótesis que he sustentado y, al mismo tiempo, evidenciar algunos riesgos ecológicos, voy a tratar de ofrecer una imagen, algo global, de la ingeniería genética de nuestros días. Aquí, como en quizá ningún otro caso, la interacción técnica-teoría queda ejemplificada. El nuevo concepto de gen, por ejemplo, se introduce para dilucidar los resultados de algunas prácticas de laboratorio.¹⁸ A su vez el nuevo entramado conceptual de la genética iba a posibilitar tecnologías para intervenir el genotipo a nivel microscópico. Esas tecnologías —cuyo desarrollo y consiguiente uso fueron acompañados, a fines de 1970, de las mismas muestras de triunfalismo que, en tiempos, escoltaron los inicios de la energía nuclear— son las que propiamente caen bajo el rótulo de «ingeniería genética»

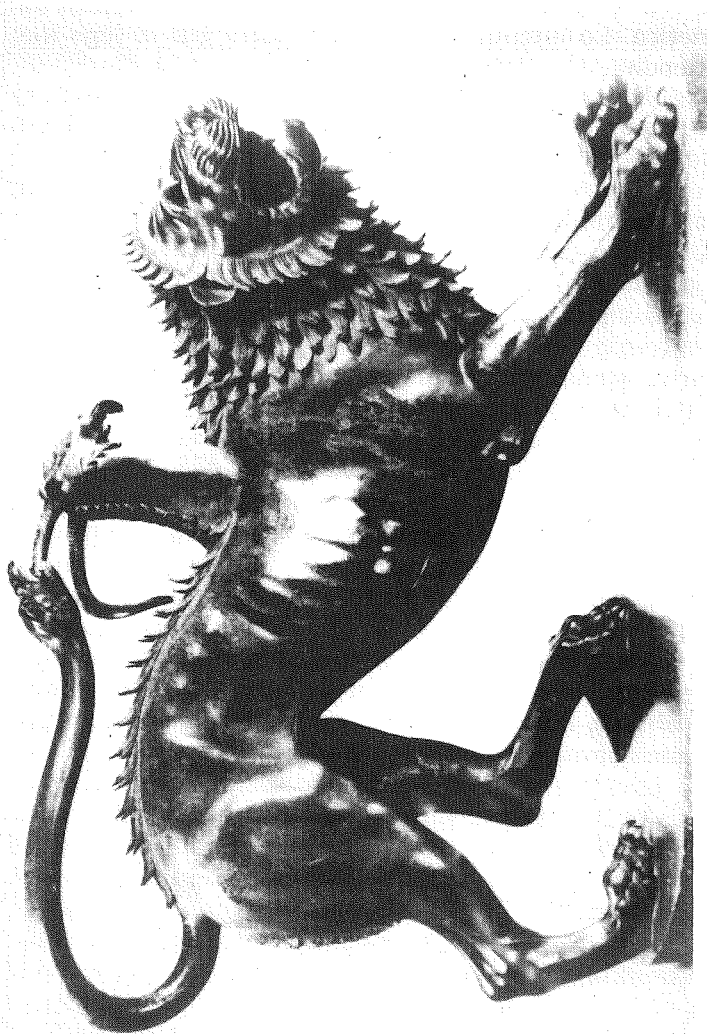
No hay que confundir la ingeniería genética con otras tecnologías que, asimismo, se ocupan de genotipos, pero no inciden sobre ellos a dicho nivel microscópico. En particular, conviene no confundir la ingeniería genética con los denominados «tratamientos *germinales*». Bajo

este rótulo caen todas las prácticas que tienen que ver con el manejo macroscópico de las células germinales y sus cromosomas. Por ejemplo, la congelación de óvulos y espermatozoides, la fecundación *in vitro*, la elección actualmente posible del sexo por intervención sobre los cromosomas X e Y, determinantes del mismo, incluso el desarrollo extrauterino de un feto hasta el tiempo de su nacimiento, etc., son todas ellas prácticas de tratamiento germinal. Plantean serios problemas éticos. Pero no son, con todo, estas las cuestiones que voy a abordar aquí. Voy a dedicarme, única y exclusivamente, a procedimientos de ingeniería genética: prácticas que tienen que ver con «trabajos» realizados dentro de los cromosomas, tales como quitar genes, poner genes, alterar genes, etc.

Llamativamente dicho, mediante tratamiento germinal puede elegirse hoy el sexo del sucesor de un león. Mediante ingeniería genética se podría decidir que el hijo de un león, como la *Quimera* de la mitología griega, tuviera ahora parte de una cabra y parte de una serpiente. Creo que la diferencia entre una y otra clase de «tratamientos» queda suficientemente perfilada. Lo lamentable es que, hoy día, no son extrañas las noticias en medios de comunicación de masas que, refiriéndose, por ejemplo, a la implantación de un óvulo —fecundado *in vitro*— en el útero de una mujer, suelen decir que «gracias a la ingeniería genética se ha resuelto un caso de esterilidad que causaba gran angustia a una pareja ansiosa de tener hijos». Aserciones de esta clase no creo que sean, todas ellas, *inconscientemente* erróneas. Con ellas, hablando de la utilidad del tratamiento germinal, quizá se está abriendo *subliminalmente* la puerta a otro tipo de procedimientos de consecuencias muchísimo más importantes: el tratamiento genético. Abordaré seguidamente algunas de esas consecuencias. Ustedes juzgarán si he exagerado.

Pero, ante todo, ¿pueden hacerse ya hoy las cosas arriba mencionadas en conexión con la ingeniería genética? Desde luego que sí; no es que puedan hacerse: una labor hoy día anodina es cortar y coser algunos genes en

individuos de la misma o diferente especie. Para que se entienda el modo en que se practican esas *operaciones*, me veo obligado a introducir unos cuantos conceptos de genética. Lo intentaré hacer de manera que el lego me entienda.



Gran bronce de Quimera (Museo Arqueológico de Florencia)

LA ESTIRPE DE QUIMERA

Por una *intervención microscópica* en un genotipo se entiende, por lo general, cortar ese genotipo por algún punto a insertar y «coser» en él algún gen, es decir una porción de ADN, de un individuo de la misma o distinta especie, porción de la que se sepa que sintetiza alguna proteína. El procedimiento no es, *en la teoría*, muy complejo. El ácido desoxirribonucleico, abreviadamente ADN, que compone nuestros genes adopta una configuración espacial semejante a la de una doble hélice enrollada, que, en la mayoría de los casos,¹⁹ gira a derechas (Fig. 1).

El esqueleto interno de la doble hélice está constituido por enlaces o puentes de hidrógeno entre pares de bases determinadas. Esas bases son cuatro: *Adenina*, *Timina*, *Guanina* y *Citosina*, abreviadas respectivamente por A, T, G y C. Las uniones entre las bases tienen una gran *especificidad*. En concreto sólo se enlazan A-T y G-C (Fig. 2). Esa especificidad, o complementariedad, permite deducir la secuencia de bases de una de las cadenas de la doble hélice de ADN si se conoce la de su compañera.

En ese carácter específico radica la extraordinaria simplicidad con que la naturaleza opera en fenómenos aparentemente tan complejos como pasar la dotación genética a la prole. En efecto, en ciertas ocasiones y en un cierto punto («horquilla de la replicación») se separan las dos cadenas de la doble hélice. Cada cadena actúa entonces como molde, positivo o negativo, para sintetizar su complementaria. Con ello se generarán dos moléculas de ADN-hijas idénticas (Fig. 3).

También en esa especificidad descansan, en buena medida, los éxitos *inicialmente augurados* para la ingeniería genética. Dicho brevemente: los virus no son otra cosa que dotación genética empaquetada en una cubierta polisacárida. Una característica notable suya es que no se reproducen por sí mismos. Infectan células animales o bacterias. La infección consiste en que inoculan en esas

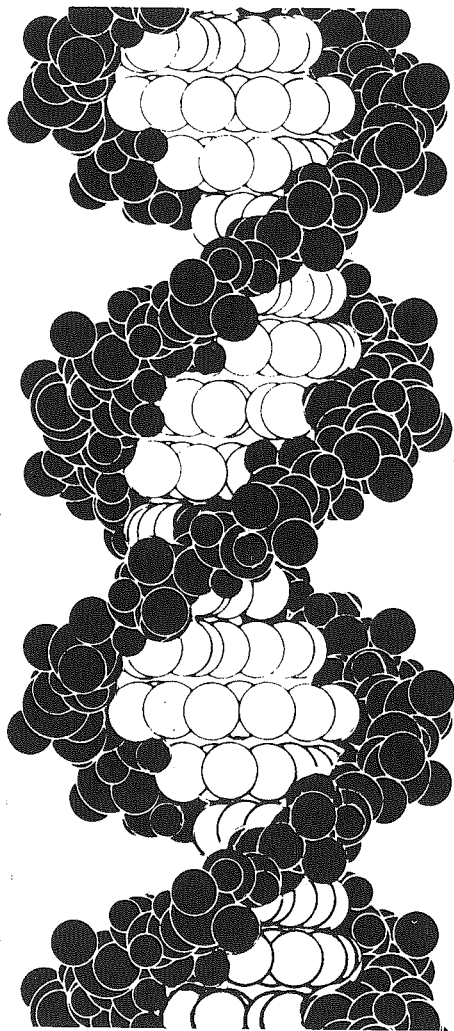


Fig. 1. Modelo tridimensional de una molécula de ADN

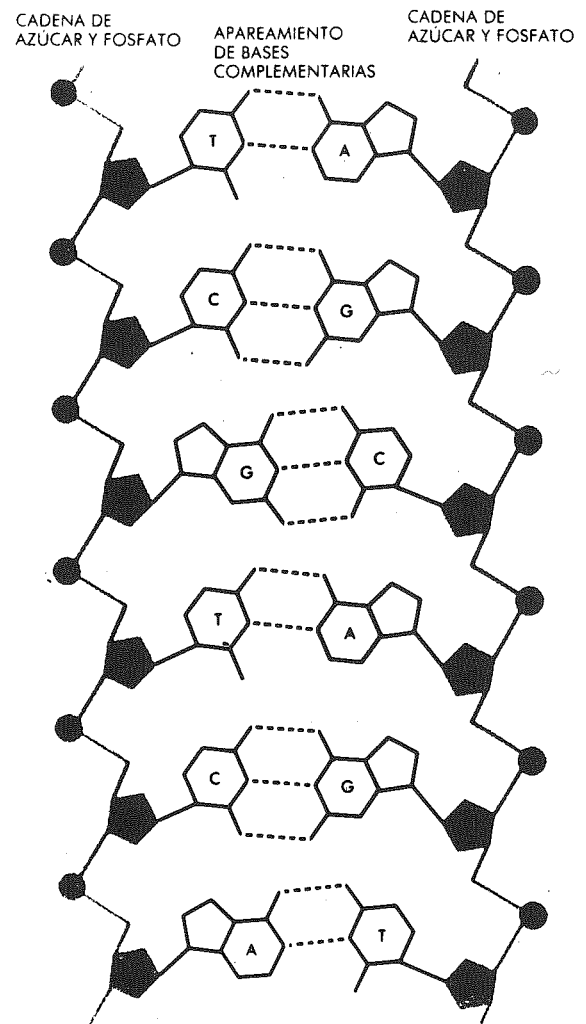


Fig. 2. Apareamiento de dos cadenas de ADN

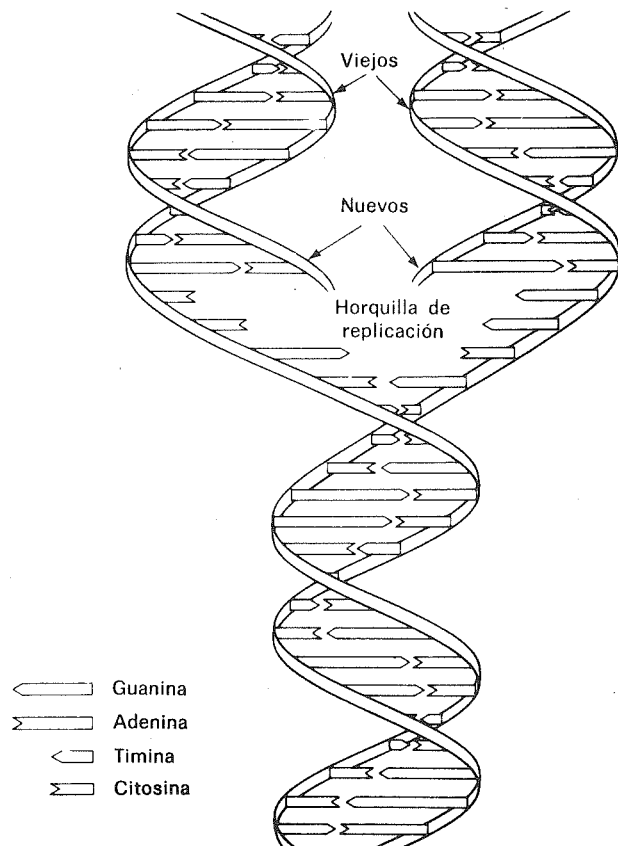
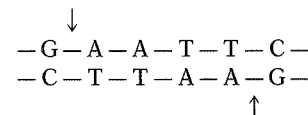


FIG. 3. Replicación del ADN

células o bacterias su genotipo. Éste se abre camino en el de la célula o bacteria en cuestión; se inserta en él. Luego, cuando se replique el material hereditario de esas célula o bacteria, se replicará, a la vez, el del virus infectante (Fig. 4). Mas, en ocasiones, la célula o bacteria infectada reacciona contra el genotipo vírico inserto entre sus propios genes; lo corta y lo elimina.

Atraídos por este hecho, algunos investigadores de la genética postularon, primero, y descubrieron, luego, enzimas (proteínas que catalizan reacciones químicas específicas), que cortaban el ADN por los puntos en que estaban cosidos a él los genes de los virus infectantes.²⁰ Se les llamó «enzimas de restricción» o «restrictasas». Esos enzimas cortan el ADN por puntos diversos.

Alguno de esos enzimas, en concreto el llamado «Eco RI» (Eco por *Escherichia coli* —el nombre de la bacteria en la que opera el enzima—; RI de *restrictasa primero* —indicando con ello que fue el primer enzima de restricción descubierto, que operaba en la bacteria citada) siempre corta la molécula de ADN por el mismo sitio. Parece que, en este caso, es la secuencia



Al efectuarse un corte mediante Eco RI en un plásmido se separan las dos cadenas de ADN por los puntos de ruptura señalados. En una cadena quedará, entonces, «suelta la cola» AATT; en la otra, lo estará TTAA. Estas colas son *adherentes*. Se trata de zonas viscosas de unión, que se pueden volver a soldar entre sí por la acción de un enzima que actúa de modo contrario a los restrictasas (el ADN-ligasa). Esa viscosidad de las colas, la existencia de enzimas *soldadores* y la especificidad de la conexión entre las bases nitrogenadas del ADN determina un nuevo hecho: *entre las colas sueltas se puede introducir una porción de ADN cuyos extremos sean AATT y TTAA respec-*

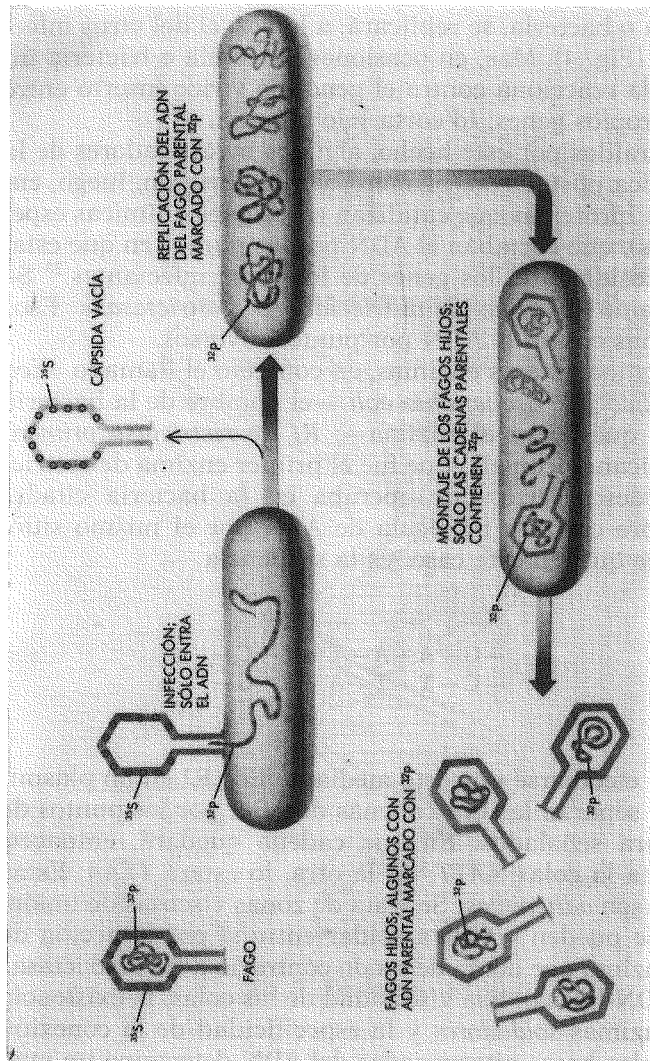


Fig. 4. Infección de una bacteria por un virus (bacteriófago o, simplemente, fago), cuyo ADN está marcado radiativamente

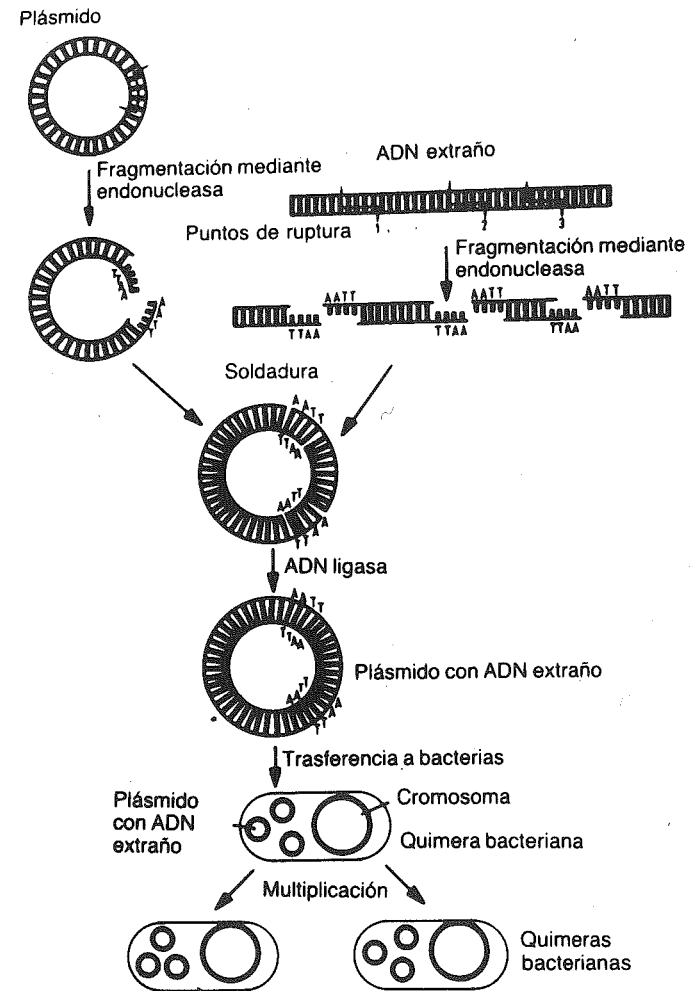


Fig. 5. Esquema de un experimento de transferencia génica. El enzima endonucleasa es la restrictasa Eco RI

tivamente (Fig. 5). Esa porción de ADN puede provenir de un individuo de la misma o de diferente especie, tanto da. Una vez soldada por acción del ADN-ligasa, la porción insertada se replicará con el resto del genotipo en que se ha introducido. Sólo habrá —en teoría— que dejar suelta, en este caso, la bacteria *E. coli* intervenida. Como ser vivo que es, se reproducirá, replicando previamente su dotación genética y, al mismo tiempo, la porción de ADN ajeno. Dadas las posibilidades reproductivas de esa bacteria, al cabo de poco tiempo la porción de ADN insertada habrá sido copiada millones de veces. Al conjunto de esas bacterias se llama «clon», y «clonación» —en sentido estricto— a la serie de procedimientos de fabricación de un clon.

Imaginemos, por un momento, que localizamos la porción de ADN humano responsable de la síntesis de la insulina: el gen para la síntesis de la insulina. Imaginemos que podemos cortar dicha porción y coserla, luego, en un plásmido de, por ejemplo, *E. coli*. Imaginemos que tienen éxito esas operaciones y que dicha bacteria comienza a reproducirse sin problemas. Es fácil adivinar que, en poco tiempo, esa bacteria habrá generado millones de bacterias-hijas. Cada una de éstas portará el gen-para-la-insulina. Si ese gen queda «expresado», es decir produce la síntesis de insulina en cada una de esas bacterias, todo ello significará que, al cabo de poco rato de haber intervenido el genotipo de la bacteria madre, *tendremos una legión de obreros microscópicos que, a través de sus actividades reproductoras, irán produciendo nuevos «trabajadores», que sintetizarán para nosotros insulina en cantidades cada vez mayores conforme pase el tiempo.*

Obreros microscópicos disciplinados y no reivindicativos, al menos en su fase evolutiva actual. Tareas productivas aparentemente limpias en comparación con los problemas de medio ambiente a que estaba llevando la industria química «sintética» en los años setenta (¡No digamos nada de los ochenta, con Sandoz y compañía!). Teórico abaratamiento de costos de fabricación, ya que las bacterias parecían requerir escasa energía para su

«correcto» funcionamiento. Posibilidad de producir auténticas *Quimeras*, seres mixtos de especies distintas tales como cabras-ovejas, que tuvieran lo mejor de las cabras y lo mejor de las ovejas, o bacterias-sapos, o bacterias-humanos...²¹ Todo eso hizo abrigar en los setenta expectativas, *aparentemente*, bien fundadas de *llevar a cabo una nueva revolución industrial*. De hecho experimentos como el antes imaginado son hoy cosa de *coser y cantar* en los laboratorios, y *no sólo en ellos ciertamente*.



Representación de Quimera en un plato corintio del siglo VI a.C.
(Museo de Historia del Arte de Viena)

EL POSIBLE ZARPAZO DE QUIMERA

Pero quisiera que ustedes observaran cómo, en mi discurso, he pasado de hablar de «actividad cognitiva científica» a plantear de inmediato la posibilidad de una «actividad industrial fructífera», más que eso: la posibilidad de una revolución industrial. Dicho aún más claramente, he saltado de la *ciencia* al *negocio*. La verdad es que ese tránsito no lo he efectuado de modo inconsciente. Me he limitado tan sólo a seguir diacrónicamente lo que fue el proceder científico en este área desde principios de los setenta hasta, más o menos, finales de esa misma década. Diez años, todo hay que decirlo, en que los ingenieros genéticos —algunos de ellos, al menos— parecieron reaccionar ante los propios riesgos de su tecnología, tratando de establecer, al principio, normas para su control.

Les haré una breve historia del porqué de todo ello. Hay un pequeño virus, el llamado «SV 40» (es decir *el virus n.º 40 del simio*) que infecta células de mono. Perteneció al grupo de virus productores de cáncer. Lo causa, al menos que se sepa, en el ratón. A las células humanas les confiere una apariencia sospechosamente similar a la de células cancerosas. Dicho sea de pasada, es muy común en ingeniería genética trabajar con virus de esta clase.

A Paul Berg, famoso bioquímico de la Universidad de Stanford, se le ocurrió, a principios de los setenta, un *ingenioso* experimento. Trocear el ADN del virus SV 40 e insertar algunos de sus segmentos en *E. coli*. Perseguida con ello comprobar si algunos de esos trozos quedaban «expresados», es decir: si la maquinaria metabólica de la bacteria producía alguna de las proteínas víricas. Si este era el caso tal vez se pudiera estudiar entonces más fácilmente —dada la mayor simplicidad de *E. coli* en comparación con las células de animales— cómo opera, cuál es el modo de acción de un gen del cáncer, de un *oncogen*.

El conocimiento de estas experiencias, en 1971, por parte de Robert Pollack, del Cold Spring Harbor, le puso los pelos de punta: ¡Se estaban insertando oncogenes en una bacteria que vivía en el intestino humano! «Te dire lo que va a pasar si esa asociación se os escapa del laboratorio: por ahí andará el SV 40, multiplicándose al ritmo que le marque *E. coli*, y las células de tus intestinos se verán expuestas al ADN del SV 40. Y ese es un camino trillado para un virus que aún no existía en la naturaleza y del que ya no te podrás volver a librar», así se expresaba Pollack, dirigiéndose a su informante (Janet Mertz) del equipo de P. Berg. Éste, al ser prevenido sobre los riesgos de sus experimentos, renunció a ellos.²²

Hoy se sabe que los experimentos de Berg eran hasta cierto punto inocuos para los seres humanos. Hay dos motivos para aseverarlo. Como cuenta, J. Herbig,²³ en la década de los cincuenta varios millones de personas fueron vacunadas contra la parálisis infantil con un producto ¡contaminado con el SV 40! Que se sepa, hasta el presente la observación médica de los vacunados no ha permitido sospechar que algún tipo de cáncer tenga entre ellos una especial incidencia. El segundo motivo no es una «prueba» tan *alarmantemente* contundente como la anterior. La cepa de *E. coli* con la que se trabaja normalmente en laboratorio es la *E. coli* K-12. Se dice que es una cepa especialmente *débil*; así lo determina el hecho de que ha vivido durante miles de generaciones en una *exuberancia*, que sólo los laboratorios le pueden proporcionar. De modo que una *E. coli* K-12 fuera del laboratorio se encontrará, por lo general, con unas condiciones de existencia extraordinariamente más duras que en el seno de aquél. Y difícilmente podrá superarlas y sobrevivir. A mí, en este punto, y perdonen la broma macabra, me viene a la memoria la célebre frase del no menos tristemente célebre Ministro de Sanidad español que, hablando de las causas del ahora denominado «síndrome del aceite de colza», venía a decir, más o menos, que era motivado por un «*bichito* que, si se cae de la mesa, se

mata». Hay «bichitos» —a las pruebas me remito— que superan con éxito la caída.

El temor y la cordura, que echamos en falta en nuestro compatriota responsable en tiempos de la sanidad española, parecieron hacer presa, sin embargo, en la comunidad de ingenieros genéticos norteamericanos. Reunidos un buen número de ellos en *Asilomar*, a orillas del océano Pacífico, en febrero de 1975, se fijaron normas de seguridad. Entre ellas, la de trabajar con «*bacterias seguras*»: ²⁴ bacterias de las que se tuvieran «seguridades» de que difícilmente podrían sobrevivir fuera de la «protección» humana. Ello se podría conseguir, por ejemplo, «trabajándolas» genéticamente de modo que adquiriesen hábitos alimenticios sofisticados, no fáciles de satisfacer en libertad o, al menos, difícilmente satisfacibles en el intestino humano. En 1976, Roy Curtis III, de la Universidad de Alabama, *construía* la primera bacteria segura de *E. coli* K-12. La bautizó con el nombre de *E. coli* x 1776, en honor del bicentenario de los Estados Unidos. Esa bacteria necesita para su alimentación normal ácido diaminopimélico, que no se encuentra en nuestros intestinos. Han seguido otras estirpes de *E. coli* cada vez más adecuadas para el trabajo del ingeniero genético y que, en general, requieren dietas alimenticias no simples de satisfacer en *libertad*. Además, suelen ser muy sensibles a productos corrientes como sales biliares, detergentes o antibióticos. Lo bien cierto es que estas medidas afectaron directamente, en EE.UU., a los *Institutos Nacionales de la Salud* y a centros dependientes de ellos. *No concierne*, en concreto, a las *industrias privadas*. Es de suponer que tampoco afectaban a las instalaciones militares. En cualquier caso, lo que también es cierto es que a fines de 1976 se disponía ya, como hemos dicho, de las primeras cepas bacterianas «seguras», lapso que a algunos pareció inusitadamente largo.²⁵

Y comenzó una triste historia para quienes no quieren ser identificados con los científicos chiflados, controladores del mundo, de los dibujos infantiles, a que aludía en la sección anterior. La industria a base de microbios-

obreros parecía, dicho llanamente, un *chollo*. Podía tener sus riesgos, sí. Pero todo, con las debidas inversiones económicas, se resuelve. Todo menos, desde luego, la existencia de un *control social* —pensaban algunos ingenieros genéticos—, que, tras los días de Asilomar, comenzaba a evidenciarse cada vez más y que podía significar, en unos casos, un retraso en las investigaciones y, en otros, incluso una paralización definitiva.

Y ¿todo esto por qué? ¿Por qué había de prestarse oídos al ciudadano corriente, muy respetable, sí, pero ignorante de los entresijos de la ciencia? Quien sabe lo que tiene entre manos —piensan los científicos comúnmente— es el científico. Sólo éste, no el lego, está capacitado para establecer controles sobre la ciencia, para ponerle límites, si fuere preciso. Y esos límites no deben fijarse en virtud —se argumentaba— de *riesgos ficticios*, sino, en todo caso, de los *beneficios* que pueda reportar el nuevo descubrimiento.

Más o menos, incluso entre insultos, se trató también en este caso de resucitar la vieja y manida polémica en torno a la *Inquisición*. «Nosotros, como en otro tiempo Galileo, estamos a merced de la Inquisición. Hoy adopta la forma de control social. Un control a través del cual puede cuestionarse el progreso y renunciarse, en nombre de prejuicios y creencias irracionales, a un futuro plagado de promesas.» Este es, en líneas generales, el *argumento* más corriente del ingeniero genético *normal*. Un argumento que viene a concretarse en la alternativa: *O nosotros, o las cavernas*. Y, así, las aplicaciones de la ingeniería genética, salvación misma de la humanidad del futuro, trataron a fines de los setenta de venderse como la panacea de todos los males que aquejan hoy al ser humano.

La mayor parte de esas aplicaciones pertenecían entonces —y siguen perteneciendo hoy— al mundo de lo posible. Lo que sí pertenece, en cambio, al mundo de lo *real* es la decidida marcha de muchísimos ingenieros genéticos hacia el ámbito del empresariado.

Fueron muchos, ciertamente, los ingenieros genéticos

que hacia fines de los setenta se establecían como empresarios de industrias biotecnológicas, en concreto de industrias donde aplicar, sin las cortapisas de las normas que valían para el Instituto Nacional de la Salud y organismos dependientes, la tecnología de la ingeniería genética. La pregunta queda en el aire: ¿Tan convencidos estaban de la carencia de riesgos de su tecnología o se hallaban, por el contrario, dispuestos a arrostrar esos riesgos ante la perspectiva de un negocio fácil y rápido? Nadie que sepa algo —no incluso demasiado— de biología se atreverá hoy a decir que una empresa que trabaja con seres vivos, como *E. coli*, carece de riesgos. Sea como fuere, lo bien cierto es que hoy día resulta muy difícil separar las imágenes de científicos y negociantes. Ha sido casi grotesco el espectáculo ofrecido por celeberrimos ingenieros genéticos, que aducen como causa de su marcha hacia el empresariado, el que se tardaron casi dos años (¡Fíjense ustedes: dos años, nada más y nada menos!) en tener las primeras cepas de *E. coli* seguras y que, con ello, se estaba impidiendo el «progreso de la humanidad». Sin duda, con su actitud, ellos, que se autoproclaman, en cambio, sus principales valedores, han infligido un daño casi irreparable al edificio de la ciencia.

Naturalmente que, como ya he dicho, el producto intentó venderse con todo tipo de promesas. Veamos algunas.



Quimera de cabra-oveja producida en 1984 en el Instituto de Fisiología Animal de Cambridge

A LA PUERTA DEL EDÉN

Se dice que el futuro de la humanidad —no el lejano, sino el que puede considerarse ya como a la vuelta de la esquina: el correspondiente al cambio de siglo— está gravemente amenazado por una serie de carencias.

El petróleo, por una parte, se acaba. Mejor dicho: lo que del petróleo queda tras su extracción común —y es mucho— no puede arrancársele a la tierra mediante un procedimiento hoy por hoy rentable. Y, ya se sabe, el petróleo mueve nuestra industria. La energía nuclear no ha dado los resultados apetecidos. Su rentabilidad es baja. Y esta razón —que no otras basadas, por cierto, en preocupaciones por la salud del medio ambiente— está siendo el principal motivo para no proseguir, en general, a la marcha galopante que se llevaba, el programa de nuclearización.

El hambre, por otra parte, es endémica en algunos países del Tercer Mundo. Y, al ritmo actual de producción de alimentos y de crecimiento de la población, se dice que no tardará muchos años en expandirse a otras latitudes.

Además —y sobre todo en relación también con el Tercer Mundo— hay una tercera escasez tan grave como las anteriores: faltan medicamentos. En especial, vacunas de todo orden.

Pues bien, nuestros amigos y potenciales *esclavos*, los microbios, podrían ayudarnos a la solución de esas carencias. Y mucho más que eso. A fines de los setenta los ingenieros genéticos-empresarios no dudaban en hablar de un auténtico *Paraíso genético*.

Del petróleo. Como se sabe el petróleo se halla en bolsas bajo la superficie terrestre, acompañado de agua y gases. La presión de éstos hace que el petróleo, en el momento de la perforación, aflore por sí mismo. En una fase posterior hay que seguir inyectando agua y gases, para que continúe fluyendo. Con todo, sólo se logra extraer un 30 % del mismo.

Pues bien, hay una bacteria, llamada «*Desulfovibrio*», que es capaz de desarrollarse en el petróleo, produciendo dióxido de carbono. Es fácil imaginar que la «domesticación» de esa bacteria podría permitir generar de forma, *teóricamente*, barata una buena bolsa de dióxido de carbono. Ésta proporcionaría la presión necesaria para agotar casi el contenido petrolífero de un pozo.

Luego: *petróleo abundante y más barato*.

Además, se podría hacer un uso más razonable de las reservas petrolíferas, utilizando otras fuentes alternativas de energía. A este respecto, nuevamente los microorganismos podrían sernos de gran utilidad. Hay automovilistas brasileños, por ejemplo, que llenan hoy día los depósitos de sus coches con etanol, que se obtiene de la fermentación de la caña de azúcar. Los granjeros chinos —y con ello se limitan a asumir prácticas ya comunes en Gran Bretaña desde el siglo pasado— sacan la energía necesaria para sus instalaciones de fermentadores de residuos orgánicos (a través de ese proceso se genera el llamado «biogás»).

De la escasez de alimentos. A nadie se le oculta el derroche de alimentos de que hace gala la sociedad occidental. La CEE no sabe qué hacer con sus excedentes agrícolas y ganaderos. Y no se le ocurre mejor solución que destruirlos. Hay más leche, almacenada en Europa en forma de productos diversos, que agua corre por algunos de nuestros riachuelos mediterráneos. La mantequilla se amontona. Las hortalizas sirven de forraje para nuestros ganados, etc. Mientras, el hambre hace presa terrible en los países del Tercer Mundo y en sectores, amplios sectores, de los del Segundo e, incluso, Primer Mundo. Harlem y Manhattan, Salamanca y el Pozo del Tío Raimundo, Grandes Vías y Barrio del Cristo pertenecen geográficamente al mismo «mundo». Económicamente, están en galaxias distintas.

Con todo, dicen los economistas que entienden de estos asuntos que para el año 2000, si no se aumenta la producción agrícola, todos pasaremos hambre. Los microbios, añaden algunos, pueden evitarlo.

Por una parte, es posible producir *proteína unicelular*, o biomasa microbiana —como se prefiera—, para el alimento animal. Por otra parte, se pueden producir nuevas especies vegetales que tornen innecesario el uso de abonos químicos —una de las grandes sangrías económicas del agricultor de hoy y uno de los problemas que hace imposible el cultivo en zonas depauperadas de la tierra—. ²⁶ Además, dada la gran versatilidad que exhiben los microorganismos en lo referente a la casi infinidad de *hábitats* distintos que pueden colonizar, se podrían hacer injertos de genes de microorganismos en genotipos de plantas que las tornasen adecuadas para vivir sobre la arena del desierto, las azufreras volcánicas, las zonas salinizadas, etc...

Luego: *alimento abundante y barato para todos*.

Y esto no es todo. La ingeniería genética podrá aplicarse con éxito en otros ámbitos: desde la obtención de minerales al *biochip*, pasando por la revolución de la industria farmacéutica. Ya hay bacterias productoras de insulina. También las hay que fabrican el potentísimo antibiótico *interferón*, capaz de curar incluso algunos cánceres de origen vírico. Asimismo hay microorganismos que ayudan a *limpiar* de ganga los minerales para dejar al descubierto la mena. Se hace ya hoy en las minas de cobre y uranio. ²⁷ Puede extenderse la ayuda a las minas de oro, plata, etc. Pero el-no-va-más lo constituyen los *biochips*, entendidos como elementos «moleculares» u orgánicos, de un tamaño mil veces menor que el elemento más pequeño susceptible de introducirse hoy en un *chip corriente* de silicio de un ordenador. Los *biochips* acabarían, así, con el problema significado por el pequeño número de elementos que pueden introducirse actualmente en la superficie de un *chip*. Las tareas complicadas para un ordenador convencional se tornarían, así, relativamente simples para un *ordenador a base de biochips*, para un *ordenador molecular*. Se podría, ¿por qué no?, rivalizar entonces con el cerebro humano en lo que concierne a la ejecución de tareas complejas en tiempo breve. ²⁸

Estas y otras grandes promesas se hacían, *sin especiales reparos*, a fines de los setenta. La verdad es que, entre ellas, las había de muy diversa clase. Normalmente, se suele usar la expresión «aplicación biotecnológica» para recogerlas todas. Pero, a mí el nombre me parece poco clarificador. Por aplicación biotecnológica se entiende, según usos corrientes, tanto la producción de biogás como la fabricación de interferón. Pero estas son cosas muy distintas. Involucran actividades muy dispares. Por ello —y ya que en este apartado hablo de ingeniería genética— procuraré abordar, ante todo, los desarrollos de la *genética sintética*, de la producción, en definitiva, de clones que suplen procesos naturales.

Efectivamente, algunas de las promesas no requerían la intervención genética propiamente dicha. Bastaba, para su cumplimiento, potenciar prácticas muy comunes desde hacía tiempo, como, por ejemplo, las relativas a la producción de gas a base de fermentación de restos orgánicos. Tampoco requería esa intervención, en principio, la producción de etanol. Conviene, con todo, hacer una matización, que permite distinguir a las claras qué es y qué no es ingeniería genética.

El etanol se puede producir —y se produce corrientemente— a partir de la fermentación del azúcar. Eso hace que su obtención no sea demasiado rentable. A no ser que se disponga de abundante materia prima a bajo precio; en concreto: suficiente caña de azúcar con esas características. La podrían poseer países del Tercer Mundo. Pero, para ello, deberían renunciar a cultivar productos con que alimentar a sus habitantes. Producirían etanol, sí, pero nada —o muy poco— que comer. Los precios que el etanol se estima que puede alcanzar en los mercados internacionales no permite a esos países emprender la aventura.

Como alternativa se piensa —y esto sí que pertenece ya al campo propiamente dicho de la ingeniería genética— que se podría intervenir alguna levadura con el fin de que pudiera fabricar etanol a base, por ejemplo, de almidón. Se sabe que algunas bacterias producen *amila-*

sas: enzimas que rompen las moléculas de almidón, liberando los azúcares. La inserción en una levadura de uno de los genes responsables de la síntesis de amilasas y la creación, consiguiente, de un clon, debería de permitir contar en poco tiempo con microorganismos capaces de producir etanol a partir de almidón.

Todavía mejor parece la promesa de crear un clon híbrido de un hongo (como el *Trichoderma reesei*, el *Polyporus anceps* o el *Coriolus hirsutus*) y de una de esas levaduras. Tales hongos tienen una propiedad muy notable: pueden descomponer la celulosa de las paredes celulares de la madera, produciendo glucosa. La localización de la porción de ADN, responsable en alguno de esos hongos de tal carácter, y su inserción en alguna levadura podría permitirnos tener pronto diligentes productores microscópicos de etanol abundante a partir de la no menos abundante y extraordinariamente barata madera.

También pertenece al reino de la genética sintética, por ejemplo, la producción a escala rentable de bacterias *E. coli*, entre cuyos genes estuviera cosida la porción de ADN humano responsable de la producción de insulina. En 1978, Genentech, la primera empresa norteamericana de genética sintética,²⁹ fundada en 1977, anunciaba la elaboración de la primera insulina humana a base de ese procedimiento. Se lanzaron, por cierto, las campanas al vuelo. Autor ha habido, como Chérfas,³⁰ que hablando de estas cosas dice, nada más ni nada menos, que de este modo las fábricas bacterianas que elaboran enzimas humanos cumplen la promesa inicial del ADN recombinante.

Pero hay que recordar que la promesa no era producir unas primeras muestras de insulina humana. Era, más bien, producirla de modo que se abaratasen con mucho sus costes de fabricación. Y permitir, así, que no sólo los 15 millones de diabéticos detectados en el mundo desarrollado, sino los muchísimos más (hay unos 60 millones en total) que habitan el Tercer Mundo, empobrecido mundo, tuvieran fácil acceso al medicamento que, con absoluta precisión, requieren. Pues bien, ha transcurrido

el tiempo, los procesos de fabricación de insulina humana mediante ingeniería genética se han mejorado... pero los países del Tercer Mundo siguen sin recibir el regalo prometido.

La verdad es que la insulina humana más barata, producida por estos medios, era hacia 1983 dos veces más cara que la insulina fabricada por procedimientos convencionales. Es normal, entonces, que tampoco los ciudadanos del mundo desarrollado, afectados de diabetes, se decidiesen voluntariamente por la insulina genético-sintéticamente fabricada. Y no ha sido por falta de propaganda, no. Por cierto, leía en Prentis,³¹ que, aunque la producción bacteriana de la insulina humana pudiera reducir sus costes de fabricación en mucho (por ejemplo, en dos tercios de lo que cuesta la obtención de insulina de animales por el procedimiento tradicional), ese abaratamiento *no se reflejaría en el precio que paga el paciente*, ¡ya que los costos de embalaje y distribución no cambiarían!

Tras esta incompleta lista de promesas,³² permítanme hacer una advertencia, antes de seguir adelante. Yo no estoy ni contra la ciencia, ni contra las expectativas de un mundo mejor. Estoy en contra de una concepción de la ciencia como la que pienso que encubren estos manejos, hechos en nombre de un futuro de mayor progreso y bienestar para todos. Son éstas grandes proclamas que conviene examinar de cerca. Grandes slogans a cuyo amparo se han iniciado aventuras comerciales en busca de negocio rápido y fácil. La genética sintética es, por ahora, la última de esas aventuras. Pero nuestro siglo ha contemplado otras, la de la energía nuclear, sin ir más lejos. Y una nota común han tenido todas esas empresas científicas tendentes a crear un Paraíso entre nosotros, fuera tanto el Paraíso del «todo tirado de precio» al poseer una fuente de energía increíblemente abundante y barata —la nuclear—, o el Paraíso en que usted se podrá olvidar de una vez por todas de sus dolencias congénitas, mientras un útero mecánico en el cuarto de estar de su casa le estará fabricando un hijo igualito, igualito a su

marido de usted (o a Robert Redford, por poner un ejemplo).³³

Esa nota común a las empresas-científicas-constructoras-del-Paraíso ha sido la de que han pretendido ser un negocio que, hasta hoy, no parecen serlo. Porque —y este es el principal motivo— *las tecnologías de que se dispone son muy rudimentarias*. Porque más de un científico se ha sentido, ante todo, ejecutivo agresivo, que no podía permitirse dejar pasar la oportunidad de su vida. Afanes crematísticos ocultos, en definitiva, bajo grandes promesas de cambio social, de un *mundo feliz*. Promesas hechas al amparo de unas tecnologías recién nacidas, *no exentas*, al parecer, *de serios riesgos ecológicos*. Grandes promesas que, me parece, se profirieron conscientemente *a fin de minusvalorizar la importancia de esos riesgos*, al establecer comparaciones con los beneficios que esas tecnologías habían de deparar. Pero, los riesgos, a pesar de todo, no han podido ocultarse. Chernobyl permite aseverarlo en el caso de la energía nuclear. ¿Y la genética sintética?

¿Entraña riesgos la genética sintética o las cautelas, que llevaron en Asilomar a establecer unas ciertas medidas de seguridad, respondían a prejuicios de ignorantes, a que, como dice Watson de sí mismo, «por aquel tiempo era un chico muy burro»?³⁴



Sin comentarios

A LA PUERTA DEL HADES

Un buen número de científicos hicieron gala de gran impaciencia hacia 1976, un año después de la reunión de Asilomar. Haber tenido que aguardar ¡nada *menos*! que ese tiempo para contar con microorganismos «seguros», les comenzaba a parecer como una auténtica aberración de consecuencias inconmensurables para la buena marcha de la ingeniería genética y el futuro de la humanidad.

Por sentido común, sólo por el hecho de no saber con seguridad las consecuencias que de esos experimentos podían seguirse, ese período de *moratoria* no debía haber parecido excesivo. Y, ya no por sentido común, sino por lo que la biología misma permitía sustentar por aquel tiempo, tal período fue más bien corto, teniendo en cuenta que en esos experimentos las *herramientas* son seres vivos y, por lo tanto, seres que se reproducen. La verdad es que muchos de los que engrosaron las filas de los genéticos a partir de los años cincuenta eran, simplemente, físicos. Su ignorancia de las ciencias de la vida y, por consiguiente, de los riesgos que el trabajo con seres vivos comporta es algo de lo que se ha lamentado, más de una vez, algún notable biólogo.³⁵

En relación con la ciencia, nunca debe estimarse en mucho —pienso— el tiempo que se consuma, si ello responde a la búsqueda de garantías. No ha habido emergencia alguna que exigiera la puesta entre paréntesis de los *períodos de prueba* en el caso de la genética sintética. Ingenuamente, el común de los ingenieros genéticos —y divulgadores de sus promesas—³⁶ han intentado hacer creer que esa emergencia realmente existía en los setenta. Estaba constituida nada más, y nada menos, por la horrible situación por la que atravesaban los países del Tercer Mundo. A ello había que sumar la lucha contra el cáncer y, en general, la necesidad de introducir *terapias genéticas*,³⁷ que acabasen con enfermedades terribles para sus pacientes y de gran incidencia en la población mundial, como, sin ir más lejos, la diabetes.

En la segunda mitad de los setenta parecía como si todos los graves problemas del ser humano pudieran resolverse por la vía de urgencia. El ingeniero genético corriente era el que se presentaba a sí mismo como salvador de la humanidad. Daba la impresión de tener las recetas para llevar a cabo una auténtica *revolución económica y social*. Parecía estar en posesión de las claves para construir —ahora sí y de verdad— un *mundo feliz para todos*.

Había quien, entre los científicos y entre los filósofos, no sólo se conformaba con hablar de la producción barata de proteínas valiosas, de la posibilidad de erradicar enfermedades o de resolver el problema energético, que prometía la ingeniería genética. Se trata de pensadores que interpretan el ser humano como una máquina, cuya conducta social estuviera programada por los propios genes.³⁸ Dicho de otro modo, los genes determinan el color, por ejemplo, de mis ojos. Y, en el caso de animales sociales, como las abejas o las hormigas, determinan también las conductas que estos seres exhiben. La conducta «sacrificada» de una abeja obrera, criando la prole de la abeja reina, está escrita en sus propios genes. Como lo está —se dice— la conducta que mueve a un gorila de montaña a salir en defensa de algún miembro de su grupo, aunque no tenga parentesco con él.³⁹ Los hombres son animales sociales, ¿por qué —dicen estos pensadores— debe ser el hombre una excepción y tener una conducta social fruto, ante todo, de la educación y no ligada fundamentalmente a los genes? Todo —añaden— parece apuntar hacia lo contrario. Pues bien, una de las notas de la conducta social del ser humano más problemáticas para él mismo es su desmedida agresividad. Esa agresividad hipertrofiada le está poniendo al borde de la extinción. La ingeniería genética podría liberarnos de tan grave problema, *con sólo dejar que nuestro genotipo fuera intervenido*. Se podría alejar de él, así, la porción de ADN responsable de la nefasta conducta. ¡Todos pacíficos, al fin, por obra y gracia de la ingeniería genética! Pero esta es otra historia. Le dedicaré la sección siguiente.

Lo bien cierto es que a la *amenaza interna* para su ciencia que, según la mayoría de los ingenieros genéticos, significaban las normas de Asilomar, se vinieron a sumar algunas voces exigiendo el control social de los experimentos en ingeniería genética.⁴⁰ Esto era demasiado. Resultaba —según el ingeniero genético corriente— que él y sus compañeros de fatigas intelectuales estaban a punto de generar una auténtica *revolución económica y social*, de la que se iban a beneficiar, no tanto ellos, cuanto los que ahora comenzaban a pedir, *por prejuicios*, control sobre sus investigaciones.

La cosa se ponía fea. Las normas, como las de Asilomar, que los científicos se autoimponen, se eliminan por la misma vía. El común de los científicos son sensibles hacia lo que los otros científicos hacen. Pueden comprender lo mucho que se puede querer a un hijo, aunque nazca con tres cabezas; y no exigir, en consecuencia, su destrucción.

Algo muy diferente podía ser un control social bien establecido. No son ajenas a las opiniones compartidas en el seno de las comunidades científicas consideraciones como las de Feinberg al decir: «Creo que la única amenaza grave que la sociedad plantea a la continuidad de la ciencia procede del deseo de ejercer controles sociales sobre ella... No se justifica que una sociedad regule la curiosidad de sus científicos más de lo que regula sus hábitos alimentarios o la expresión de sus artistas».⁴¹ Más claro agua. Las amenazas internas a la ciencia son sobrellevables; las externas, nunca. El *elitismo* que destilan aserciones de esta clase es sumamente evidente.

Sea como fuere, lo que sí que está claro es que, ya a partir de 1977, se empezaron a fundar empresas genético-sintéticas, capitaneadas, ante todo, por investigadores de los mayores y mejores departamentos universitarios. Para ellas no valían las normas de Asilomar —unas normas que han ido haciéndose cada vez más laxas hasta ser hoy, prácticamente, inexistentes—. El control social quedaba, además, a sus puertas. Y lo más grave es que, con el nuevo estado de cosas, al sacar la ingeniería gené-

tica del laboratorio y llevarla a la industria, los riesgos adquirirían una nueva modalidad de consecuencias nada desdeñables.

No es lo mismo trabajar con recipientes de 10 o 20 litros (¡Que ya son litros!), conteniendo bacterias genéticamente intervenidas, que hacerlo con barrigudos fermentadores de más de 70.000 litros —los normales van de esta cifra hacia arriba en las actuales industrias genético-sintéticas.

El escape o extravío de algún microorganismo en esas circunstancias es sumamente probable. Tan probable que los trabajadores humanos de esas industrias experimentan altísimas tasas de contagio.⁴² Por si acaso, hay que aislar las fábricas genético-sintéticas. Un aislamiento medianamente bien hecho puede costar, como en el caso de ICI,⁴³ sus buenos 100.000.000 de libras esterlinas. Han leído bien. Y ello, como se ha demostrado con posterioridad, sin garantías de éxito. Por cierto, ICI es la industria productora de la biomasa microbiana *Pruteen*, que ha resultado ser un pienso escasísimamente competitivo con el tradicional. Tanto que en ICI se empieza a pensar que, quizá, lo mejor sería usar la ingeniería genética para localizar y analizar proteínas valiosas que, luego, se sintetizaran químicamente.

Por lo demás, se diga lo que se diga, mientras no estén tan controladas las investigaciones de laboratorio como las aplicaciones industriales a gran escala, el riesgo de creación accidental, o no, de un superpatógeno es grande. Los plásmidos de las bacterias poseen genes que las hacen resistentes a diversos antibióticos. Siempre, como se ha hecho ya, puede incrementarse *artificialmente* la resistencia, mediante la inserción de genes adecuados. Recuérdese que las bacterias intercambian plásmidos. Con lo cual la creación accidental de un superpatógeno no sólo generaría en poco tiempo muchos superpatógenos-hijos, sino también superpatógenos en bacterias recipientes de regalos en forma de plásmidos. Sí, ya sé que todo esto es hoy *ciencia-ficción*. También un accidente nuclear, como el reciente de Chernobyl, pertenecía

según algunos al mundo de la ficción. Y ahí están sus efectos sobre nuestra agricultura y los tiroides de nuestros hijos.⁴⁴ En cualquier caso no constituye ningún argumento en contra de la ingeniería genética el que algunos —posiblemente, unos ignorantes o *burros*, como diría Watson— postulen un origen artificial para el SIDA.

La famosa enfermedad parece producida por diferentes retrovirus.⁴⁵ El más común es el llamado —depende de su descubridor— *LAV* o *HTLV-III*. Dicen que el retrovirus HTLV-III parece, desde un punto de vista genético, una especie de composición de partes de un virus, el *Maedi-Visna*, que afecta a las ovejas, produciéndoles —como el HTLV-III a los humanos, por cierto— daños cerebrales irreversibles. Dicen que, junto a esas partes, las hay de otro virus muy parecido al virus de *Leucemia* tipo 1 de la célula T humana, el llamado HTLV-I. Este otro virus es el responsable de la leucemia bovina. Hay quien, además de todo esto, postula el origen del HTLV-III en alguna instalación norteamericana, dedicada a la investigación en defensa militar.⁴⁶ No quiero seguir por esta vía. Sería fácil descalificarme y tratar de extender la desautorización al resto de este ensayo. Es un terreno demasiado resbaladizo, lleno de conjeturas altamente interesadas. Tan sólo añadiré dos detalles.

En primer lugar, la guerra biológica no es nada nuevo. El Japón sabe mucho de esto. Más aún lo saben quienes, como los habitantes de Ningbo (cerca de Shangai), vivieron terribles plagas de insectos, como pulgas o garrapatas, subsiguientes a misteriosas explosiones aéreas de bombas japonesas en la segunda guerra mundial. Por cierto, pulgas y garrapatas son magníficos dispersores de gérmenes, ya que invaden fácilmente campos y animales, incluidos seres humanos. Lo que sí es cierto es que en Ningbo se desencadenó la peste bubónica a continuación de la plaga de pulgas. Y lo mismo sucedió en Changde, en la provincia china de Hunán. La conexión entre estos hechos y las investigaciones de la llamada «Unidad 731», dirigida desde 1931 hasta 1946 por Ishii Shiro y dedicada a la cría de gérmenes e insectos,⁴⁷ pare-

ce de sobras probada. En esas instalaciones se investigó en la transmisión de agentes biológicos productores de enfermedades como brucelosis, cólera, disentería, ántrax, etc... Y se experimentó con unos tres mil prisioneros de guerra rusos, chinos y norteamericanos. Eso se conoce, entre otras cosas, porque en 1976 lo contaron ante las cámaras de televisión algunos de sus autores. Sus investigaciones no sólo les valieron *hacer progresar* con mucho el conocimiento de cómo se producen las epidemias ¡porque ensayaron sus hipótesis en un buen número de ciudades chinas entre 1940 y 1944! Les proporcionaron, además, *la inmunidad* en consejos de guerra. A cambio de revelar sus secretos a los norteamericanos vencedores alcanzaron esa gracia en 1946. Un toma y daca perfecto.

Pero no sólo el Japón ha practicado una guerra biológica. En 1952, los EE.UU tuvieron que defenderse de acusaciones que le efectuaron Corea del Norte y China. Acusaciones basadas en la aparición sorprendente de epidemias de peste, ántrax, viruela y cólera, en Corea. La peste era desconocida, hasta entonces, allí. Será casualidad, pero Ishii Shiro anduvo por tierras de Corea del Sur a principios de los cincuenta.

Más recientemente, en 1981, los EE.UU acusaban a los vietnamitas de usar micotoxinas⁴⁸ de origen ruso con fines bélicos en Laos y Kampuchea. En todas partes parecen cocer habas.

Todo esto puede ser cosa de niños en comparación con los peligros entrañados por investigaciones con el ADN recombinante, que se están realizando en uno y otro bando, en EE.UU y la URSS en particular. Es cierto que hay un acuerdo por el que se prohíbe la investigación y desarrollo de armas genético-sintéticas con fines *ofensivos*. Pero nada hay que impida desarrollar armas tales de finalidad *defensiva*. Claro está que la cuestión radica en que una misma arma será defensiva u ofensiva según el bando que la fabrique. En principio, «todo es defensivo».

De la URSS, como siempre, hay escasas noticias. Quizás haya que aguardar a un Chernobyl-genético para en-

terarnos de qué pasa por aquellas tierras. De los EE.UU se sabe algo más. Por ejemplo, que en 1983, en el seno del Instituto Nacional de la Salud, se aprobó la inserción del *gen para la toxina de la difteria* en *E. coli*. Como ven ustedes, no les he mentido antes: las normas de seguridad pasaron a mejor vida. Pero no acaba todo ahí. En 1984 esa institución, junto con el Departamento de Defensa, aprobó la inserción del *gen para la toxina shiga* (productora de una forma de disentería corriente en Centroamérica: la shigellosis) de nuevo en *E. coli*.

Ese mismo Departamento, además, subvenciona la investigación de vacunas en múltiples instituciones, incluso universitarias. Si algo saben hoy los ingenieros genéticos que emprendieron la ruta de establecerse por su cuenta como industriales autónomos, es que la investigación en vacunas es un buen servicio social, pero escasamente rentable.⁴⁹ El mercado destinatario normal de esos productos es el Tercer Mundo. Pero los países que lo componen están muy empobrecidos. Por tanto, escaso negocio. En esas circunstancias: ¿es que el ejército norteamericano es incomprensiblemente altruista? ¿O es que conviene estar dotados de vacunas que puedan prevenir a *norteamericanos y aliados* de enfermedades producidas a través de los programas de intervención genética en bacterias de fácil transmisión, enfermedades nuevas para las que resultarían inútiles las actuales vacunas? La verdad es que las subvenciones del Departamento de Defensa a la investigación en ingeniería genética han aumentado estos últimos años en más de un 20 %. Al mismo tiempo en que han decrecido las inversiones del Instituto Nacional de la Salud. Y, también, a la vez que ha comenzado a constatarse que las industrias genético-sintéticas no eran el negocio que prometían ser para sus empresarios. Tal vez esté ya claro que la genética sintética no es la gallina de los huevos de oro. Lo que, desde luego, sí que es evidente es que se ha constituido en objeto de protección de la mayor parte de los «programas de defensa» a escala internacional. Esto, por lo demás, no es algo exclusivo de la ingeniería genética. En

general en el mundo occidental (más en concreto, en Gran Bretaña y EE.UU) aproximadamente *un tercio* de toda la inversión gubernamental en investigación se destina a *proyectos relacionados con la defensa*.

No deja de ser curioso que, junto a la investigación en vacunas, el otro gran proyecto que subvenciona el Departamento de Defensa de EE.UU es el del «ordenador biomolecular», del que ya he hablado. Pues bien no yo, sino autores de escasa proclividad beligerante con respecto a los manejos de los ingenieros genéticos de los últimos tiempos, consideran que tras estas investigaciones se oculta un motivo muy descorazonador. «Muchos de los componentes metálicos de los chips de silicio usuales podrían sustituirse por biochips obtenidos a partir de materiales biológicos. Una posible consecuencia de esto sería que tales biochips quedarían a salvo de los efectos destructores de los impulsos electromagnéticos generados por las explosiones nucleares. Las perspectivas de llegar a ser capaces de construir sistemas de control y dirección que siguieran actuando durante un holocausto nuclear podrían, obviamente, resultar atractivas para quienes establecen la planificación militar.»⁵⁰

Así que ya saben. Todos tranquilos, porque, cuando, por nuestros desarrollos en el «control» del núcleo atómico, se haga volar (¡Se espera que sólo!) una parte de la Tierra, los militares, que nos defenderán, tendrán a su servicio bio-ordenadores con los que hacerlo. Y, además, la física, que les ha dotado de ingenios nucleares con los que generar un *ambiente hostil* en la Tierra, los dotará, previsiblemente, de *materia colapsada*⁵¹ para sobrevivir en tal ambiente. Y en eso parece radicar el llamado «futuro configurado por la ciencia»: promover la investigación de cuanto permita vivir en un *ambiente hostil* —por ejemplo, el de la Tierra tras el holocausto nuclear— como medio de asegurarse la supervivencia tras el empleo de artilugios (como las armas nucleares) asimismo fruto del progreso científico. Un «progreso» que adolece de una patente circularidad.

En el apartado anterior he hecho una lista incomple-

ta de las promesas y realidades de la ingeniería genética, llevada al mundo de la empresa. Ahora acabo de confeccionar la relación complementaria, y asimismo parcial, de riesgos. No quiero cerrarla sin hacer mención a un último «peligro», y no el menor. El significado por los *residuos* provenientes de esas factorías.

Las centrales nucleares han ocultado bajo tierra o en lo profundo de los mares los nefastos residuos de su producción energética, *vivos* en su radiación por miles de años en muchos casos. El problema de los residuos era una de las muchas losas atadas al cuello de la energía nuclear. Se quiso hacer negocio rápido y fácil. Los efectos de un *desatino «físico»*, basado como tantos otros en la creencia a pies juntillas de que «científicamente» *debe hacerse lo que puede hacerse*, sin mirar costos sociales, no se les ocultan hoy a nadie.

Pues bien, eso puede ser de nuevo juego de niños en comparación con los problemas planteados por los residuos de las centrales genético-sintéticas. Creo que debe ser algo evidente para los que hayan leído lo que antecede. Sólo diré ahora una cosa más. Entre esos residuos hay abundantísimas proteínas. Algunas son muy parecidas a las humanas. Nuestros organismos se defienden de invasiones, como bien se sabe. El parecido señalado es tal que nuestro organismo, habiendo aprendido a defenderse de esas proteínas ajenas, puede empezar a hacerlo de las propias. Eso no es algo de ciencia-ficción. Lo saben bien bastantes obreros humanos de esas factorías.⁵²

Pero, ¿deben ponerse entre paréntesis los actuales logros de la ingeniería genética —y sus muchas más promesas— a partir de riesgos, controlables, mejor o peor, los unos hoy e imaginarios los demás? ¿Debe renunciarse al ideal humanitario de ayudar a los países del Tercer Mundo? Esto es algo, perdónenme, que raya en el más descarado cinismo. Esos países, como todos sabemos, aunque algunos traten de hacernos creer lo contrario, les interesan tanto a los poseedores de tecnología genética avanzada como los mendigos de Harlem a los ejecutivos

de Wall Street. Les contaré una historia muy ilustrativa de algo que acaeció recientemente.

En 1981 la Organización de Desarrollo Industrial de la ONU propuso la creación de un centro de investigaciones biotecnológicas. Esa propuesta sólo fue ratificada en septiembre de 1983. Hubo enfrentamientos políticos muy serios. Se dieron entre los países poseedores de tecnología genética avanzada, en particular los EE.UU y Gran Bretaña, y países del Tercer Mundo, como la India.

Cuando la propuesta se aprobó, los EE.UU y los países avanzados de Europa Occidental, a excepción de Italia y Bélgica, se negaron a participar en la financiación del proyecto. Por cierto, Italia y Bélgica aceptaban colaborar si *el centro en cuestión se ubicaba en ellos*. ¡Una magnífica muestra de altruismo! Alguien, mal pensado claro está, podría ver en este turbio asunto intereses evidentes de los países poseedores de tecnología genética en que no sea transferida sin más a países que podrían constituir el *gran mercado para sus productos*. Lo bien cierto es que un mercado así —y ese es el gran problema de las industrias genético-sintéticas— es, hoy por hoy, un mercado muy pobre, sin el dinero suficiente para adquirir tales productos.

La verdad es que a estas alturas de 1986, la industria genética está replegando las velas del entusiasmo que hizo presa de algunos a fines de los setenta. Las normas de seguridad —y en EE.UU nunca las hubo para la industria privada— se han hecho muy laxas en el Instituto Nacional de la Salud y organismos dependientes. Y, sin embargo, *los beneficios no llegan*.

No se trata, pues, tanto de que una búsqueda de garantías «sin motivos científicos» impida el progreso, como algunos trataron de hacer creer.⁵³ Es que al parecer no estamos aún en la época de la ingeniería genética, sino en todo caso de la «*carpintería genética*».⁵⁴ Eso lo piensan hoy hasta los propios ingenieros genéticos, claro está que allende de nuestras fronteras. No sería de extrañar que lo que no quieren ya hoy fuera traten de vendér-

noslo dentro. Al menos la literatura secundaria sobre estos temas que invade nuestras librerías y —lo que es peor— nuestros kioscos parecen seguir viviendo el sueño genético-sintético de los setenta.



De Jekyll a Hyde sólo media una pócima

LA DELICADA REALIDAD DEL DR. JEKYLL

Quiero salir al paso, en este a modo de epílogo de la presente sección, de malas interpretaciones que, interesadamente, habrán ya hecho algunos de mis lectores.

A mí, personalmente, la empresa científica, entendida como indagación acerca de las causas de fenómenos dados, me parece admirable. La ciencia, así entendida, permite profundizar en la estructura de lo real. Posibilita hacernos comprensibles los fenómenos. Ordena nuestras observaciones. Y, como consecuencia de todo ello, constituye una buena base para adecuar nuestra conducta en el mundo.

Lo que sucede es que la actividad científica sólo es una empresa de las características señaladas en el mundo de la imaginación. Es cierto que la ciencia busca explicar. Pero no es menos cierto que, en ese intento de hallar explicaciones, hay siempre un «para», que no es, meramente, el «para saber cómo se producen los fenómenos», o el «para ordenar nuestra conducta con respecto al mundo». Es, ante todo y sobre todo, el «para dominar la naturaleza». Un dominio de la naturaleza tal no es otra cosa que un «poner la naturaleza al servicio de algunos seres humanos».

El mundo se ve, entonces, desde la ciencia, no como un complejísimo y delicado *sistema*. Como un reloj en el que lo más probable es que cualquier alteración de una de sus piezas tenga grandes consecuencias para el buen funcionamiento del resto.

Nada de eso. Se ve, por el contrario, como un conjunto de partes sumadas, que no *íntimamente* unidas. Y se aplica el escalpelo de la ciencia. Y se raja. Y se separan las partes, para dominar los eventos. Para saber cómo se producen. *Para evitar, en lo sucesivo, su producción natural, si así nos interesa. O, por el contrario, para producirlos a nuestro antojo.*

La naturaleza es como el Dr. Jekyll. Una pócima en su sangre cambió su anatomía, su fisiología y su conduc-

ta. Una vulgar y simple pócima. Porque el organismo del Dr. Jekyll es un sistema que, como un todo, pasa a ser Mr. Hyde. No se necesitan muchas pócimas, una para cada tejido. Una basta. Los fenómenos subsiguientes a ingerirla se encadenan, hasta cambiar la apariencia del *todo*, que es el organismo del pobre doctor. La amable apariencia del tímido Dr. Jekyll deja paso al artero Mr. Hyde.

Eso lo saben hoy muy bien no ya los científicos, que siguen con el bisturí de su aproximación analítica al mundo, cortando aquí y allá, y dando recetas para partes aisladas. Eso lo saben hoy muy bien nuestros agricultores.

Las pócimas que se les ha vendido dentro de la campaña de extensión de la *química agrícola* se lo ha enseñado perfectamente. Hoy no hay árbol frutal que no precise, al menos, cuatro tratamientos químicos al año. Y lo bien cierto es que cada vez hay que cambiar de producto químico con que tratar pulgones, psilas y otros parásitos y simbioses. Y cada vez surgen nuevas plagas en nuestros campos. Y cada vez hay menos pájaros. La labor de predación natural de unos seres respecto de otros se ha alterado radicalmente. El equilibrio natural se ha roto. Se ha entrado a saco en un *sistema* en el que hasta lo más distinto y distante puede estar directa o indirectamente conectado.

Yo no estoy en contra de la empresa científica. No estoy, simplemente, a favor de la actividad científica moderna. La ciencia debería ser respetuosa con el *sistema del mundo*. No debería ver en cada «parte» de la naturaleza un algo aislado que dominar, para ponerlo al servicio de algunos seres humanos. Y, desde luego, *no debería tratar nunca por la vía de urgencia de suplir la producción natural de eventos*. A eso es a lo que nos tiene acostumbrados ya la ciencia de, sobre todo, nuestro siglo.

La ciencia del siglo XX está siendo, ante todo, el arte de *reemplazar la naturaleza*, además, en su funcionamiento microscópico. Y de reemplazarla —esto es lo peor— con toda *premura*. Apenas se vislumbra cuál puede ser el

modo de funcionamiento de la naturaleza en algún microscopio, ya se lanzan las campanas al vuelo del hallazgo, del gran descubrimiento, revolucionario descubrimiento, que va a cambiar la faz misma de la vida humana. Eso aconteció, en particular, con las indagaciones de los físicos a fines del siglo pasado y principios de este acerca de la composición de la materia.

Esas investigaciones no tendían simplemente a dilucidar cómo y de qué estaba compuesta la materia. Cualquiera que se haya ocupado de leer la historia de «cómo se casó el núcleo atómico»⁵⁵ sabe que el descubrimiento del protón o del neutrón no fue independiente, todo lo contrario, del intento de desarrollar un procedimiento de producción energética abundante y barata. De eso —de la imposibilidad de lograrlo— se quejaba, por ejemplo, uno de los padres de la física atómica, Rutherford en fecha tan temprana como 1906. Por entonces el fantasma de la escasez del petróleo no había hecho todavía su aparición. Y los físicos se dedicaron con ahínco a la tarea de reemplazar la producción natural de energía por parte de elementos radiactivos, a producir «sintéticamente» isótopos, a producir «sintéticamente» la escala de «degeneración» radiactiva que lleva de unos elementos a otros. Y, además, se hizo con toda premura, sin la búsqueda de seguridades conveniente y necesaria que debería ser conatural al conocimiento científico.

Lo mismo ha sucedido a fines de los setenta y principios de los ochenta con la ingeniería genética. Descubiertos los enzimas de restricción, pareció como si el tiempo se acabase. Ya se tenían instrumentos con que cortar el ADN. El procedimiento no era, en teoría, complicado. Y se comenzó a toda prisa a intentar suplir la naturaleza en su producción de insulina, somatostatina, interferón, etc. Toda proteína valiosa parecía poder fabricarse. Y, además, de forma barata. Y, de nuevo, rehuyendo seguridades —allí donde se imponían, todo hay que decirlo, de forma no demasiado restrictiva— se inició el intento de explotación industrial de los conocimientos adquiridos. Unos conocimientos a todas luces insuficientes, como lo

ha demostrado la misma industria genético-sintética y sus magros, al menos hasta hoy, beneficios.

Lo más lamentable del caso es que quienes se han venido oponiendo al modo de efectuarse los desarrollos de la energía nuclear, o han llamado la atención sobre los riesgos de la genética sintética, han sido desautorizados por el común de los científicos. Ellos se presentan hoy, como siempre, revestidos del manto de la verdad. Se nos muestran como *los nuevos redentores*, que no sólo van a salvarnos de las garras de la ignorancia, sino que, además, van a llevarnos a un mundo de bienestar y felicidad. Cuando se cuestionan «sus verdades», suelen responder con «¡Bah! ¡Filosofías baratas!». Cuando se pone entre interrogantes su *mundo feliz* suelen contraatacar con «¡Bah! Cosas de ignorantes».

Tres son los mayores problemas que la ciencia hoy tiene que remontar. Y le son causados por los científicos mismos. Uno: su fácil confusión con el *negocio*. Otro: su rendida y servicial puesta a disposición de la «defensa». El último: su consideración como forma de conocimiento excelsa, comprensible sólo para unos cuantos elegidos (los miembros, claro está, de las comunidades científicas). Los tres, en teoría, son perfectamente detectables y solubles. La filosofía puede ayudar, y mucho, a poner las cosas en su sitio en lo que respecta al *status* epistemológico del conocimiento científico. Una nueva moral científica y un control social adecuado pueden servir para limpiar la imagen de la ciencia de connotaciones mercantiles indeseables y de servilismos militares.

Es necesario, a fines de siglo, iniciar la marcha hacia una *nueva ciencia*. Una ciencia entendida como empresa de conocimiento *que no viole la naturaleza, tratando de dominarla y suplirla*. En ello nos va mucho. Nada más, y nada menos, que seguir existiendo.

YA LO DIJO DARWIN

A nadie se le oculta que el mundo va mal. La conflagración generalizada parece a la vuelta de cualquier esquina. Y, con ella, nuestra muy posible extinción.

A este fin —aseveran algunos pensadores— puede abocarnos en cualquier instante la exagerada *agresividad*, la agresividad *hipertrofiada* (como se dice), que nos invade. Sólo librándonos de ella podremos salvarnos del holocausto que se adivina próximo. La ingeniería genética —se añade— *puede servirnos para ello*.

Los procedimientos de la genética sintética pueden permitir desembarazarnos —piensan— de lo que nos *induce en último término* a esa conducta indeseable. Naturalmente que, para que esto tenga visos de realidad, es preciso sustentar (como lo hacen los que así se expresan) una especialísima concepción de la naturaleza del ser humano. Es necesario entender el ser humano como *una máquina cuyo comportamiento esté determinado por instrucciones escritas en su genotipo*.

Quienes de ustedes hayan leído la sección precedente ya habrán adivinado en qué consistirá la tarea de los que desean acabar, mediante los procedimientos de la ingeniería genética, con los enfrentamientos, fríos o calientes,

que nos están llevando al borde mismo de la desaparición como especie. Habrá que localizar, primero, el o los genes que estén detrás de nuestra conducta agresiva. Luego, mediante la tecnología genético-sintética, todo consistirá en separar del genotipo humano ese o esos genes «indeseables». ¡Y se acabó la agresividad de la especie humana!

La cosa puede refinarse algo más, tecnológicamente hablando. Podemos decidir hacerlo más en serio. Bastará, entonces, intervenir el material hereditario suministrado por cualquiera de nuestras células con dotación cromosómica completa. Más tarde, mediante los procedimientos de la ingeniería genética, se alejará de ese material el o los genes responsables de la agresividad —y, de paso, aquellos otros determinantes de rasgos comportamentales que no interesen—. ⁵⁶ También se podrá, por el contrario, aprovechar la ocasión para llevar a cabo las inserciones de genes convenientes para que el ADN así modificado pueda dar lugar a conductas deseables y cualidades notables. Hechas las operaciones pertinentes, supongo que habrá que manipular los diferentes genes para que se «expresen» en su debido momento, transcribiéndose fenotípicamente, es decir: dando lugar, en este caso, a un *nuevo, maravilloso y absolutamente «perfecto» organismo «humano»*. A través más tarde del proceso, antes descrito, de *clonación*, al igual que hoy se hace con las ranas o los conejos, se podrán generar cuantos seres iguales, *iguales al menos en apariencia*, al perfecto modelo original se deseen.

Alguno de ustedes quizá piense que he ido demasiado lejos en mi descripción de *visiones del futuro mundo feliz* que la ingeniería genética podría depararnos. Que, en definitiva, estas cosas no han cruzado por la mente de genético-sintético alguno. Pues bien, yo no sé si habrán pasado por su imaginación. Lo que sí que sé es que en más de un libro hay promesas de esta índole. Más de una obra ⁵⁷ se adelanta al futuro, planteando incluso las cuestiones éticas que conllevará (!) la aplicación de la ingeniería genética al caso humano. No cualquier aplicación,

sino, en concreto, la tendente a *salvarnos de nuestras lágrimas, de nuestros rasgos comportamentales más odiosos*.

Uno de los aspectos temibles —por lo menos, para mí— de las nuevas tecnologías es que, siempre, de un modo u otro, van acompañadas de *visiones* de esa índole, de *sueños de visionarios*. Éstos, sin embargo, suelen tomar carta cabal de aproximaciones de carácter «científico»: son las teorías de segundo nivel sobre las que he hablado en la sección 1. Y, en su nombre —por ser, en suma, aproximaciones «científicas»—, se pontifica sobre corrientes de pensamiento diferentes a las que —por distintas— no se duda en tildar de *acientíficas*. Dado el temor, aún reinante, de ser tachado de acientífico (porque eso equivale a ser condenado y arrojado al fuego de la sofistería), las consecuencias de todo ello son evidentes: los críticos suelen enmudecer; los visionarios actúan a su antojo.

Esos visionarios suelen aparecer como los «*teóricos*» de las nuevas tecnologías. Preparadores del terreno para futuras y revolucionarias aplicaciones de las mismas. A la hora de la verdad, mediante su ardorosa defensa de un futuro mejor, posibilitan, sobre todo, que *la gente acepte los riesgos de esas tecnologías en el presente y facilitan el negocio tecnológico del momento*, tratando de reducir al silencio a quienes manifiesten desacuerdos. Éstos llegan a aparecer así —ante la opinión pública incluso, bombardeada con mensajes de todo tipo acerca de las bondades de las nuevas tecnologías— como *retrógrados* que, frente al mundo plagado de las bondades que el progreso científico depara, no dudan en sentir nostalgia por el tiempo de las «cavernas».

¿Queremos vivir en paz, no es así? Simplemente, ¿queremos vivir? Por supuesto que sí. ¿Qué nos está poniendo en grave riesgo de extinción? Nuestra agresividad. ¿Tiene nuestra agresividad un origen genético? Lo tiene. ¿Hay medios para cortar y separar de un genotipo su «parte enferma», responsable de la conducta agresiva? Los hay. Entonces, ¿en nombre de qué escrúpulos y prejuicios contra la ciencia podemos oponernos a una te-

rapia de cuyo uso depende nuestra supervivencia como especie?

Este tipo de discurso interrogativo —con tan *claras* y contundentes respuestas— es el fruto, realmente peligroso desde un punto de vista ideológico, de los visionarios de un futuro genético mejorado. El riesgo nace de que estas «teorías» se erigen sobre tecnologías ante las que —de ello se encarga bien la propaganda— hay un respetuoso y casi generalizado *sobrecogimiento*. La parafernalia que las acompaña, la jerga en que se expresan, la gravedad de los asuntos que abordan, etc., ayuda bastante a convencer al común de la gente de que las «teorías», basadas en esas tecnologías, son algo muy serio. Además, esas «teorías» se apoyan, en general, en el entramado constituido por algún programa de investigación, *ampliamente aceptado*, como —en este caso— el *evolucionismo darwiniano*.

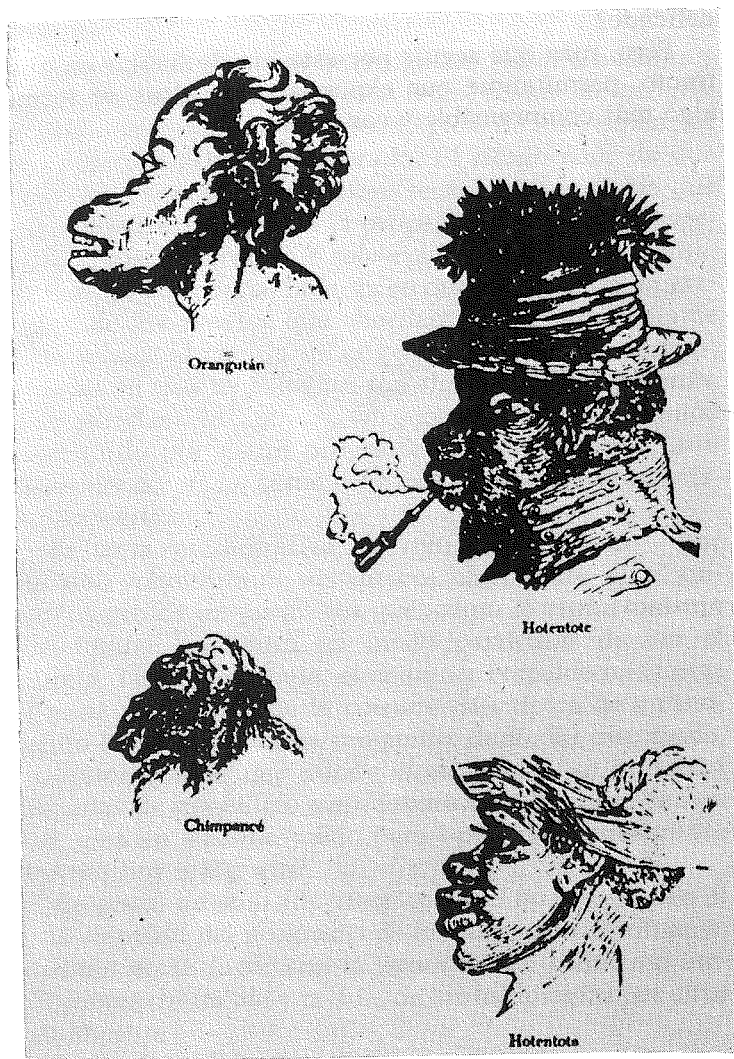
Se trata, en definitiva, de «teorías» que caen —por decisión voluntaria de sus autores, claro está— en el amplio marco de un programa que, como el evolucionismo darwiniano, configura un modo particular de ver el mundo. Tienen, en suma, el aparente respaldo nada más ni nada menos que de la cosmovisión típica de un momento (a veces, un largo momento) dado. De este modo, cualquier ataque que pueda efectuárseles, se intentará trasladar de inmediato a ese programa. ¿Y quién, de verdad, está en su sano juicio para oponerse frontalmente hoy por hoy a Darwin?

Se trata, además, de «teorías» que no sólo tienen el gran respaldo del programa de investigación dominante. Cuentan en su favor con la importancia, asimismo ampliamente difundida y creída, de las tecnologías por cuyo uso abogan.

Lo curioso del caso es que se trata de «teorías» que, en este contexto, dan por sentado algo que es altamente cuestionable: ¿De verdad hay genes para la agresividad? Dicho de modo más general: ¿Hay, en serio, base científica para sustentar la concepción de la naturaleza huma-

na que, en estas visiones de *futuro genético mejorado*, se defiende?

Pero, más que seguir por esta vía de hablar en abstracto, permítanme que exponga estas ideas de forma algo más comprensible y concreta.



Comparaciones entre negros y simios (ilustraciones tomadas de Nott & Gliddon, 1854, uno de los principales textos norteamericanos del pasado siglo sobre temas raciales)

A CADA CUAL LO SUYO, SEGÚN SU MATERIAL CONSTITUYENTE

Desde mediados del siglo pasado estamos en presencia de una fuerte promoción de la «naturaleza biológica» del ser humano. *El biologismo*, en alguna de sus variantes, ha estado en boga desde entonces. Su característica más definitoria es defender que «el ser humano es así, porque así está biológicamente hecho». Más concretamente, «El ser humano es agresivo, egoísta, sexista, etc., porque su biología lo determina a ello».

Estoy seguro de que más de un lector habrá pensado: «Esto no es verdad. Esto no lo ha dicho ni tal ni cual». Esos *tal y cual* suelen ser los fundadores de alguna aproximación tildada de biologista. Y, por lo general, es verdad. Eso no lo suelen decir abiertamente los creadores de la doctrina. Pero no son sus obras lo que llega a la gente. No es habitual que sean las obras fundacionales lo que traspasa los muros de los centros de enseñanza superior. No son las ideas originales, tal y como inicialmente se exponen, lo que, en suma, configura la opinión pública o da forma a un modo característico de ver el mundo.

Las obras fundacionales, las ideas originales, hallan siempre sus *voceros*. Sus escritos suelen ser valientes, atrevidos, de estilo directo y, las más de las veces, no exentos de algo de *morbo*. En el caso del biologismo no rehúyen, con un ejemplo, expresiones del tipo «¿Es el hombre un ser asesino por *naturaleza*?». Sensacionalismo en sus preguntas y osadía en sus respuestas son sus notas consuetudinarias. Una osadía que llena con creces los huecos y los titubeos de las obras fundacionales. Y en esas características encuentran la mejor base para constituirse —como ocurre con harta frecuencia— en *best-sellers*.

Cuando, entonces, se reacciona poniendo de manifiesto las barbaridades que, en nombre de la constitución biológica, atiborran las páginas de esos escritos, se reac-

ciona de dos modos. Uno, diciendo que la cosa no se ha entendido, que hay demasiadas malas interpretaciones de por medio. Incluso se intenta la descalificación del crítico, tratando de evidenciar que, por detrás de sus posiciones, hay un mucho de ideología.⁵⁸ Luego, si esto no cuela, es habitual que se acabe reconociendo que algunos autores de segunda fila (con frecuencia, advenedizos entre los científicos; principalmente, literatos)⁵⁹ han exagerado la nota, pero que la crítica no vale para el edificio científico tal y como se erige en las obras fundacionales.

Yo no me estoy inventando, ni exagerando, nada. En las páginas que siguen —como es habitual en mí— ilustraré cuanto hasta ahora he dicho en abstracto con muchos y espero que muy *sabrosos* ejemplos. Por el momento permítanme decir, sin más, que ha habido múltiples biologismos de esta índole. Son biologismos *simples*. Muy viejos, por cierto.

Ya Platón⁶⁰ se planteó, una vez, cómo construir una sociedad ideal (para él, claro está). En ella habría quienes se ocuparían de las tareas dirigentes, quienes la defenderían y quienes, en suma, trabajarían con sus manos. Justificar esta división de clases, y sus muy distintas condiciones de vida, era el problema de ese filósofo. Su solución —pensó— quizá consistiese en tratar de *convencer a los miembros de clases distintas que están hechos de materiales diferentes. La cuestión era si éstos se lo creerían o no*. Si aceptarían ser esclavos por estar contruidos de plomo; mientras sus dirigentes lo serían porque estarían contruidos de oro. El tiempo —y la propaganda—, cree Platón, pueden encargarse de convencer a la gente. La propaganda obra milagros en el capítulo de las creencias. Y así ha sido en este caso.

El tiempo y la propaganda han motivado que durante estos dos últimos siglos, al menos, se haya llegado a asumir como cosa cierta la gran mentira platónica. Todavía hoy es frecuente oír «lo lleva en la sangre». Con esa frase se explican de un plumazo «biológico» prostituciones, alcoholismos y, en general, «desviaciones» de la conducta «normal» de todos los colores.

El final del XIX y los inicios del presente siglo han sido los momentos de mayor pujanza de la «*creencia popular*» de la *sangre como vehículo de vicios y virtudes*. Se habla de la «sangre» como portadora de cualidades hereditarias. No sólo heredamos de nuestros ancestros los rasgos anatómicos y fisiológicos. Heredamos también sus cualidades o rasgos comportamentales. A ello se refiere el credo popular del «lo lleva en la sangre». La hija de una prostituta hereda su «mala» sangre y, con ello, su irrefrenable deseo de comerciar con su cuerpo.

No es indiferente a la generalización de esta creencia —todo lo contrario— que la novela característica de ese tiempo (la novela «realista» y, particularmente, la «naturalista») defienda el carácter biológico de las notas más llamativas de la conducta social del ser humano. Hija de prostituta, prostituta segura. Por borrachos, borrachos se engendran. *El ambiente poco, o nada, tiene que ver en todo esto*. El *Oliver Twist* de Charles Dickens habla, incluso, un inglés notablemente perfecto, a pesar del entorno que le ha rodeado desde el momento mismo de su nacimiento. Ladrones, mujerzuelas y avaros son sus compañeros. Pero él muestra una conducta límpida que denota a las claras su origen de *clase superior*.

La herencia de lacras era el tema de la época. De él se hicieron eco (aparte del mentado Dickens) Zola, Blasco Ibáñez o Pardo Bazán. Calaron muy hondo en las clases populares. Sus *mensajes* fueron bien captados. Se les interiorizó casi como dogmas. Pero esos escritores, a su vez, no inventaron nada. Se limitaron a hacer de sus novelas el vehículo propagandístico de lo que la ciencia de la época, con una jerga y unos modos muy distintos, sustentaba.

La novela naturalista —quisieranlo o no sus autores— era fiel aliada de la *eugenesia*, de la «ciencia» de la mejora de los seres vivos y, muy en particular (en ese sentido usaremos aquí el término), de la especie humana. Con su aceptación acrítica de la teoría de la herencia de los caracteres comportamentales, esa clase de narraciones no hacía otra cosa que divulgar, literariamente, y

hacer creíble y deseable al común de la gente, la posibilidad de *mejorar* al ser humano. Una mejora que trataba de fundamentarse *científicamente* desde —cuando menos— los tiempos de Galton.⁶¹

Éste, que era primo de Darwin, pretendió cuantificar la inteligencia mediante técnicas especiales. Puso esas técnicas bajo la iluminación de una *teoría de la inteligencia*, uno de cuyos principios era el de que no sólo se heredan rasgos anatómicos, o fisiológicos, sino también las notas comportamentales o cualidades. Para él, como para los biólogos simplones, *lo biológicamente heredable era siempre un rasgo relativamente fijo, en poco o en nada modificable por el ambiente*. Por tanto, concluía Galton, *una reproducción selectiva podía llevar a incrementar o a disminuir cualidades*, como la inteligencia.

Las clases sociales, con su escasa movilidad vertical, deben actuar, entonces, como cortapisas deseables que favorecen una reproducción selectiva de esa índole: los nobles se unen con nobles y no con villanos. Eso explicaría —según Galton— que en las clases altas inglesas se concentrase en el XIX *lo más granado* de las islas en lo concerniente a «buenas cualidades». Lo contrario podía, entonces, aseverarse «científicamente» de las clases menesterosas. De la unión de dos pobres tontos debería nacer otro tonto que, por tonto, tendría escasas posibilidades de triunfar en la lucha por la existencia y ascender a clases superiores: las clases de los listos.

Galton, como su más notable seguidor Karl Pearson,⁶² hablaba de explicaciones matemáticas, cuantificaciones, métodos estadísticos... De este modo creía *clarificar teóricamente la oportunidad y conveniencia de trasladar al ámbito humano las prácticas de la mejora genética*, comunes en otras áreas.

Galton y sus discípulos trataban, en definitiva, de *justificar teóricamente* el traslado de las actividades, en particular, de los ganaderos al ámbito de la especie humana. Ellos mismos así lo reconocían. Su teoría de la herencia cualitativa parecía evidenciar la posibilidad de mejorar la especie humana a través de prácticas de reproduc-

ción selectiva. Ya que la inteligencia —como las otras cualidades más llamativas de la conducta social humana— es hereditaria, ¡crucemos sólo machos inteligentes con hembras inteligentes! De este modo se veían los eugenésicos como *configuradores de un futuro en el que, a través de una reproducción selectiva, se incrementarían las buenas cualidades y se erradicarían las negativas*.

La eugenesia pareció encontrar su gran respaldo en la teoría de la herencia mendeliana, redescubierta a principios del presente siglo.⁶³ Mendel, fundador de la genética, se aducía como el gran apoyo sobre el que hacer descansar las prácticas eugenésicas. Todo ello, a su vez y como culmen, se hizo caer bajo el amparo del programa evolucionista de Darwin.

Sobre una base absolutamente materialista, negando la necesidad de cualquier intervención *sobrenatural*, Darwin explicó que todo ser vivo es, ni más ni menos, que el resultado de la operación del principio de selección natural sobre las variaciones que se producen en los seres vivos. No poseía una teoría de cómo acaecen esas variaciones. La verdad es que todavía hoy no se tiene gran claridad al respecto. Él sólo era consciente de que algunos individuos presentaban caracteres nuevos y que, en ocasiones, éstos pasaban a su prole. Supuso que la producción de esos caracteres ocurría al *azar*.

Si por algo asombra la naturaleza es por el *delicado* orden que la preside. La física (más exactamente, la termodinámica) predice que los sistemas ordenados tienden al desorden.⁶⁴ Los organismos vivos parecen la refutación de ese principio (el llamado «principio de *entropía*»). Éstos evidencian, en su mayoría, una complejidad y orden *crecientes* en el decurso evolutivo. Parecen la negación viviente de la entropía. Y eso no sólo atenta (aparentemente) contra la termodinámica, sino que lo hace, y mucho, contra *la producción al azar de las variaciones*. Pues, ¿cómo a partir de la suma de muchas variaciones que se han producido al azar, sin orden ni concierto, puede surgir la hermosa y sumamente ordenada sinfonía de la vida? Es como si se dejara a cada miembro de una

orquesta tocar con su instrumento lo que quisiera y el resultado fuese el *Concierto de Aranjuez*.

El orden, ese orden, piensa Darwin, se debe a que la naturaleza opera seleccionando individuos según los caracteres que presenten. Éstos se deben al azar. Pero, un cambio en el medio ambiente del individuo que los posea puede hacer de esos caracteres algo relevante de cara a su supervivencia. En una bacteria puede haberse producido una cierta variación que la haga resistente, por ejemplo, a la estreptomycin. La presencia de este antibiótico en su medio ambiente será el factor que la seleccione frente a aquellas otras bacterias en que tal variación no hubiera acaecido. La naturaleza, en definitiva, selecciona individuos según su *adaptación* a sus medios ambientes. Los conejos de pelaje blanco estarán, en principio, más adecuados (que los oscuros) a un medio ambiente que haya sufrido una variación climática hacia temperaturas muy bajas. Se confundirán con la nieve y el hielo. Se harán más difíciles de ver para sus predadores. La naturaleza los seleccionará. Los conejos blancos acabarán siendo mucho más numerosos que los de pelaje oscuro. En suma, un nuevo carácter que haga a su portador más adecuado para sobrevivir que aquellos otros individuos que no lo posean, motivará que la naturaleza lo seleccione *contra* estos últimos.

Un granjero que quiera tener bueyes de corpulencia cada vez mayor sólo dejará que se reproduzcan aquellos bueyes que presenten variaciones en su corpulencia que los hagan adecuados para el fin planificado por su dueño. Éste efectuará sistemáticamente y metódicamente una selección de los mejores ejemplares según la finalidad perseguida.

La naturaleza, opina Darwin, hace algo parecido. También ella, como el granjero, selecciona individuos. Exactamente selecciona aquellos que presentan las características más idóneas para sobrevivir en un cierto medio ambiente. Pero la naturaleza —a diferencia del granjero— no tiene *in mente* (entre otras cosas, porque no tiene mente)⁶⁵ un diseño del «mejor» individuo que

puede fabricar. Es el conjunto de condiciones de un medio ambiente el que selecciona el individuo. Aquel que no se ajuste a alguna condición relevante sucumbirá. Por contra, el individuo que, por azar, muestre una característica hereditaria que lo haga adecuado para superar el problema significado por alguna condición de su medio ambiente sobrevivirá; y también lo harán sus hijos (si no todos, al menos algunos).

Creo que ahora resultará evidente que Dickens, como los otros novelistas citados, decía literariamente, pero sin ambages lo que los eugenésicos aducían al amparo de la estadística y, en su momento, la genética mendeliana y el principio de selección natural darwiniano. Esto era, precisamente, lo efectivo de su labor propagandística, consciente o inconscientemente asumida. Los lectores de esa literatura —sin tomar conciencia de ello en la mayoría de los casos— interiorizaban una manera de ver el mundo, una cosmovisión dependiente en grado alto de una particular visión de las concepciones de Darwin. Y eso es lo curioso.

Darwin se aduce como ejemplo paradigmático del triunfo del método científico sobre las tinieblas de la superstición religiosa. Dios no tiene nada que hacer en el juego de la evolución tal y como Darwin lo supone. A lo sumo le queda el papel inicial de creador del mundo. Pero de un mundo que ahora se reducía muy mucho. Dios no tuvo que crear a Eva y a Adán, ni una pareja de ranas, ni otra de cóndores, ni... Como no tuvo que hacer valles y montañas, ríos y torrentes, cárcavas en los montes y simas en los mares, etc...⁶⁶ El acto de la creación se simplificaba bastante. Al par, la Biblia y los grandes cataclismos que en ella se nos narran (diluvios, plagas de los cielos, etc...) dejaban su lugar a una historia más sencilla de cómo parecía haber sido todo. Las catástrofes bíblicas permitían explicar que seres del pasado —de los que tenemos restos fosilizados— no siguieran viviendo en el presente. Porque, si no es así, ¿dónde están los primitivos pobladores de la Tierra? La respuesta darwiniana era apabullante por su aparente simplicidad: están

aquí, dentro de usted, de ese perro que le acompaña, del gato que ha asustado, de aquel pájaro, etc. Si Dios creó algo, no tuvo que ser otra cosa más que *un individuo capaz de reproducirse*. Las variaciones sufridas en su prole y el juego de la selección natural han hecho el resto.

La Iglesia, con Darwin, sintió temblar el suelo bajo sus pies. La alienación de los pobres, convencidos de que cuanto más les jorobaran en este mundo más disfrutarían en el otro, podía dejar paso al descreimiento y la rebelión. Pero, en esta historia, los desheredados sólo se limitaron a cambiar de dueño, sin pedirlo.

La ciencia —el darwinismo, en este caso— disipó las tinieblas de la religión. El *Génesis* cedió su lugar a *El origen de las especies*. Pero, de inmediato, al amparo de Darwin (ya lo dijo Darwin) y en defensa del uso de técnicas para la mejora del ser humano se inició su *salvación*: la liberación de la humanidad de sus lacras. Y una de las primeras cosas que se hizo, entonces, fue tratar de consolidar el *mito platónico* de la diferencia de constituciones biológicas como determinante de diferencias sociales. Los pobres, salvados de las garras de la religión, no sufren aquí —en esta Tierra—, porque luego habrán de ser recompensados con creces, sino, simplemente, porque *su biología a ello les compele, porque su material es portador de cualidades muy distintas de las que adornan a los pudientes*.

De este modo, a la postre, el programa darwiniano, que se pretendía que había de iluminar la Tierra poniendo en fuga el espectro de la superstición, asumió en su seno teorías que, en último extremo, daban un tinte científico al mito platónico.

Platón soñó con una sociedad *jerarquizada* según el material constituyente de cada uno de sus miembros. Ahora, en el siglo XIX, esa sociedad podía permitirse «el lujo» de arrogarse una clara y tajante justificación «científica». El papel que cada cual desempeña en la sociedad depende de sus *cualidades*. Entre éstas, las más notables se heredan según las leyes de Mendel. Esas cualidades capacitan a sus poseedores para triunfar en la lucha por

la existencia que mantienen de continuo con sus congéneres. En consecuencia, las clases sociales, las jerarquías, responden a determinantes biológicos. Y, por consiguiente, por mucho que se invierta en educación de los menesterosos, éstos no dejarán de ser portadores de las cualidades negativas que, precisamente, hacen de ellos unos indigentes. Si son pobres es, precisamente, porque carecen de buenas cualidades; no al revés. Por tanto, ante lo irremediable de la situación, dejemos hacer a la naturaleza. No interfiramos su labor de selección. Toda protección que se dispense a un menesteroso es algo *antinatural*. En todo caso, al ser conocedores de estos «hechos científicos», ayudemos a la naturaleza, impidiendo la reproducción de los menesterosos, potenciando —en suma—, una reproducción selectiva por el *bien de nuestra especie*.

Llegados a este punto, más de un lector habrá pensando que, bueno, estas fueron cosas de un pasado ya hoy muy lejano. La verdad es, sin embargo, que las propuestas y prácticas eugenésicas más duras pueden situarse, no en el siglo XIX, sino en la primera década de nuestro siglo y en los EE.UU; que, sobre la base de la eugenesia, se establecen los primeros controles de la inmigración en ese mismo país hacia 1920;⁶⁷ que entre esa fecha y los años treinta se esteriliza en EE.UU un gran número de personas tenidas por «subnormales profundos»; que durante la segunda guerra mundial funcionan a todo meter los crematorios de Auschwitz y Treblinka —entre otros— con objeto de depurar la raza aria; que...

Pero, prefiero no seguir ofreciéndoles este «memorial de agravios». Vayamos al presente. Si en la centuria pasada la preocupación de los biólogos simplones parecía ser preservar, costase lo que costase, una inteligencia elevada, como condición imprescindible para poder seguir manteniendo la compleja sociedad occidental, basada, ante todo, en el primado del pensamiento abstracto, nuestro problema es hoy que parecemos estar al borde de la auto-extinción. La causa de ese fenómeno se cree que está en la agresividad hipertrofiada que exhibimos en nuestra conducta social. ¿Qué hacer?



Reconstrucción de un hombre primitivo (Museo de Historia Natural de Chicago)

Las teorías de la inteligencia, nacidas para dar cuenta de las tecnologías eugenésicas, se acurrucaron bajo el ala protectora del programa de Darwin. Se trataba, en todos los casos, de biologismos radicalmente simplones. Es decir, de intentos de explicar la conducta social humana sobre la base, principal o exclusiva, de factores biológicos hereditarios. Con importantes consecuencias de índole ética y social.

En efecto, si ponían de manifiesto, por ejemplo, que la subnormalidad era hereditaria, que la mayor parte de quienes emigraban desde el Sur o el Este de Europa hacia los EE.UU a principios de este siglo eran subnormales, que el número de estos inmigrantes crecía alarmantemente, que se estaban deteriorando a marchas forzadas las buenas cualidades genéticas de la raza nórdica al mezclarse con subnormales latinos y eslavos, ¿se limitaría a ser un mal uso de estas teorías aquella política gubernamental que restringiese la inmigración del Sur y del Este de Europa, y preconizase la puesta en práctica de una esterilización masiva de subnormales? Pues bien, eso fue exactamente lo que aconteció en EE.UU a partir de los años veinte. Pero achacar la responsabilidad de este turbio asunto a los políticos es cosa de risa.

No era un político quien en la isla de Ellis pasaba «tests de inteligencia» a los inmigrantes, con los resultados *inquietantes* de que en su vasta mayoría, cuando eran latinos, judíos o eslavos, caían por debajo de lo normal.⁶⁸

Dado el respeto de que gozaba la ciencia en esos instantes, ¿eran los científicos o los políticos quienes ponían de manifiesto la necesidad de llevar a la práctica medidas *correctoras* de esta situación? No vale la excusa del «lo hicieron otros». Es el subterfugio común en estos casos, acompañado de una inculpación en último extremo del marco programático que ampara la teoría en cuestión. El problema no es de esta teoría; es —se dirá— de su mal uso o de los principios generales que la enmar-

can, del programa —en definitiva— en que se inserta. Como entre los niños, la culpa nunca es de uno mismo sino de los demás. Creo que, a estas alturas, no hará falta decir que no es cierto.

Ha pasado el tiempo. Pero la situación es muy parecida. Desde los años sesenta se nos ha bombardeado con dos grandes y poderosos intentos de establecer firmemente sobre base científica la *verdadera naturaleza biológica del ser humano*. Los eugenésicos lo habían intentado, porque era necesario comprender la naturaleza humana con el fin de adoptar las medidas oportunas para evitar su degeneración, particularmente su deterioro intelectual. La inteligencia está en la base misma de la vida social desarrollada de Occidente. La subnormalidad es su peor enemigo. Por tanto, estudiemos al hombre, *profundicemos en su comprensión científica como medio necesario para adoptar las medidas más convenientes para salvar la civilización occidental*. Y esa comprensión adoptó la forma de un grosero *biologismo* que exoneraba a la sociedad, al ambiente, de cualquier influencia notable en las notas comportamentales de sus miembros. Cada uno es lo que es (listo, tonto, alcohólico, prostituta...) según su «biología innata».

Hoy —a pesar de los intentos a lo Eysenck y compañía—⁶⁹ la verdad es que casi ha quedado para los *comics* el intento de poner de manifiesto científicamente el bajo cociente intelectual de grupos de población (por ejemplo, negros) o de sexos. La cosa adopta entre nosotros otra modalidad, muy ligada a nuestros más inquietantes sentimientos.

Desde los tiempos de la *guerra fría* la faz de la Tierra se ha visto poblada, cada vez más, de sofisticados artilugios nucleares. Nuestra especie está escindida en dos bloques, de muy diferentes ideologías económicas —en la apariencia—, pero de tristes similitudes en lo tocante a *defensa*. Unos y otros (demócratas/capitalistas-autoritarios/comunistas) hacen bueno el refrán romano: «Si quieres la paz, prepara la guerra». Y a ello se dedican con ahínco. La situación, para un observador imparcial

(¡qué difícil serlo!), debe de ser claramente esquizofrénica. No menos ni más, desde luego, que la imagen ofrecida por los campos de batalla de la segunda guerra mundial, con sus millones de muertos (incluidos intentos de genocidio), países devastados...

Estamos en el siglo de la ciencia. Hay que indagar científicamente, hay que tratar de hallar merced a la ciencia y eliminar, si es posible, las causas que están por detrás de tan alarmantes y horrendos espectáculos. Parece obvio que son muestras de una *agresividad* desmedida. Nos está poniendo al borde mismo de la destrucción planetaria. Es urgente abordar su estudio científico. De ello depende nuestra propia salvación.

Y de nuevo se intentó la «salvación biológica» de mano de teorías que, al menos en sus obras de mayor difusión, tenían todos los tintes de las doctrinas biologists más simplonas. Entre esas teorías han destacado, primero, las que algunos autores han llamado «etología pop»⁷⁰ y yo mismo⁷¹ he denominado «etología tremebunda». La verdad es que me desagradan ambos términos porque la posición a que se refieren tiene muy poco que ver con lo que *realmente* es la etología, tal y como yo la conozco, y de la que hablaré algo más tarde. La llamaré, entonces «*antropología tremebunda*» por motivos que evidenciaré dentro de poco. Más recientemente, otro biologismo, simplón hasta el extremo de lo grotesco en algunas de sus obras de mayor tirada, ha sido la llamada «*sociobiología*». En uno y en otro caso —pero de modo extraordinariamente más claro en el de la sociobiología— los desarrollos teóricos se han superpuesto a usos tecnológicos y, a su vez, se han cobijado bajo el ala del programa evolucionista. Me explicaré.

Darwin carecía de una teoría de la herencia adecuada. Mendel fue su autor. A partir de los años treinta se sintetizaron las concepciones de uno y otro, creándose el *programa neodarwinista*,⁷² que ha llegado hasta el presente como programa evolucionista dominante. Según él en el proceso evolutivo hay implicadas tres unidades. Una unidad de *mutación*, que son secuencias de ADN (genes

o, incluso, cromosomas enteros). Una unidad de *selección*, que es el *individuo*. Una unidad de *evolución*, que es la *especie*, entendida como conjunto de *poblaciones*. Una población, a su vez, es un conjunto de individuos unidos por lazos de parentesco y apareamiento.

La mutación es la fuente última (aunque no única)⁷³ de la que provienen las variaciones. Los individuos exhiben las variaciones. La selección natural criba los individuos según la adecuación de esas variaciones al medio ambiente. Las variaciones que confieren adaptabilidad a sus portadores, es decir las variaciones que motivan que sus portadores estén mejor adaptados a sus medios ambientes (que, en definitiva, procreen más y mejor que sus congéneres, que sean más *eficaces biológicamente*), hacen que esos individuos, en principio, sean seleccionados naturalmente. Esa selección de individuos entraña la *promoción natural* de sus genes. En particular los genes que hayan sufrido mutaciones que generen variaciones favorables, se harán más frecuentes en el conjunto de todos los genes de la población de que se trate (el llamado «acervo génico»), porque el individuo que los contenga procreará con éxito más que sus congéneres. Habrá más descendencia con sus genes que con los de sus compañeros de población.

El resultado de todo ello, del cambio en definitiva de la frecuencia de genes en el acervo génico de la población de que se trate, es la evolución de la misma (y, en último extremo, de la especie a la que pertenezca). Pues que un gen cambie de frecuencia no significa otra cosa sino que, a través del paso generacional, unas variaciones se extenderán por la población y, en último extremo, por la especie, mientras otras se arrinconarán o llegarán a desaparecer, con los consiguientes cambios fenotípicos.

Un ejemplo aclarará lo dicho. Supongamos que en el genotipo de una polilla (vamos a referirnos a la llamada «*Biston betularia*», que constituye la ilustración que típicamente suele ofrecerse en estos contextos) de color claro se experimenta una mutación que hace que su prole ten-

ga fenotipo oscuro. Supongamos que las polillas de esa especie, claras u oscuras, habitan en una región donde abundan los abedules, de troncos cubiertos de líquenes. Supongamos, además, que constituyen el alimento predilecto de algún tipo de pájaros. Evidentemente (sin hacer nos más problemas) podríamos concluir que, en estas circunstancias, las polillas de pigmentación clara serán más abundantes que las de fenotipo oscuro. ¿Por qué? Pues porque las claras, posadas sobre los troncos claros de los abedules, serán más difíciles de localizar por parte de esos pájaros que las oscuras. Supongamos ahora que estos árboles se ensucian con el hollín proveniente de algunas chimeneas industriales. ¿Se sorprenderá alguien al saber que, bajo esas condiciones, llegarán a ser más abundantes las polillas oscuras que las claras? La variante oscura estará más adaptada a las nuevas condiciones reinantes en su entorno que la clara. Pasará más desapercibida a los pájaros que la variante clara. La consecuencia es obvia. La frecuencia de los genes de las polillas oscuras se incrementará en el acervo génico de la población. Ésta evolucionará. (Y ciertamente lo narrado ha acontecido en nuestra Tierra, como nos cuenta Kettlewell.)⁷⁴

En suma, los genotipos de los individuos más eficaces biológicamente son los que acaban por «imperar» en los acervos génicos de las poblaciones respectivas. Los biólogos simplones, a los que en lo sucesivo para no reiterar tanto la expresión llamaré también «*deterministas biológicos*», denominan «*egoístas*» aquellas notas que entrañan conductas que tienden a aumentar la eficacia biológica de sus sujetos. Es evidente, por todo lo dicho, que la selección natural, al promocionar los más eficaces biológicamente, está favoreciendo las prácticas «egoístas» que los hacen tales. Los «egoístas» son los llamados a dominar la Tierra.

Pero, si las cosas suceden de ese modo, ¿cómo es que los individuos de una misma población, por lo general, no tienden a acabar con la vida de sus congéneres?

Está claro que la práctica que me hace más eficaz,

biólogicamente hablando, es la que tiende a destruir a mi compañero de población, porque él es mi «competidor» genético. Mis genes sólo llegarán a ser más frecuentes que los suyos, en el acervo génico de nuestra población, si mis posibilidades y las de mi prole de procrear con éxito son mayores que las suyas y las de su descendencia. Así se supone que debe «pensar» cualquier animal (dejemos, por el momento, los humanos a un lado).⁷⁵ La lucha por la existencia no es el enfrentamiento, por tanto, de un ser con sus predadores. *Es el combate* —silencioso, en muchas ocasiones— *de un individuo contra sus compañeros de población*. Cuando un león caza una gacela, de ello deberían beneficiarse (al menos, aparentemente, en principio) las otras gacelas en las que se han dado variaciones que las hacen, por ejemplo, más veloces que la cazada (deberían tener más posibilidades alimenticias y, a la postre, reproductivas). Las variaciones favorables generan una sorda lucha entre quienes las poseen y quienes carecen de ellas. Toda variación que me haga más invisible a los ojos de un predador me beneficiará a mí, porque perjudicará a mis congéneres que carezcan de ella. Serán más fácilmente detectados que yo. Sucumbirán más sencillamente que yo. En consecuencia, yo tendré más descendencia —en principio— que ellos.

Ese es el resultado final del proceso: se tiene más prole, lo que, en cierto modo, puede interpretarse también como que *hay muchas más copias de los genes del individuo favorecido que de los otros*. El favorecido tiene más hijos. Y cada uno de sus hijos tendrá el 50% de sus genes. «Ser más eficaz biológicamente» es *tener más copias de los propios genes en el acervo de genes de la población de que se trate*. Si la selección natural favorece este estado de cosas, entonces —repito— deberá promocionar *principalmente* notas comportamentales tendentes a destruir —y hablo de «destrucción física»— el congénere. Y no sólo eso. La mayor eficacia biológica la tendrán, en principio, no sólo los que hagan desaparecer el congénere, sino que, además, *se lo coman*. La eficacia biológica —potenciada por la selección natural— se verá así favo-

recida por la doble vía de menos competidores y más alimento.

La naturaleza se presenta de este modo como promotora de una agresividad cada vez mayor, tendente al canibalismo. Pero, lo bien cierto es que, en ella, ni están extendidas las muertes en las luchas entre miembros de una misma población, ni muchísimo menos el canibalismo. Son más bien comunes las prácticas contrarias, *las conductas tendentes a sacrificar la eficacia biológica propia en favor de la ajena: las conductas, en suma, «altruistas»*. Las abejas obreras constituyen un ejemplo paradigmático.

Hay una (cuando menos, aparente) contradicción entre el «egoísmo» evolutivamente preconizado y el «altruismo», manifiesto en la naturaleza. La llamaré «paradoja del autosacrificio».⁷⁶

Hacia los años sesenta, uno de los padres fundadores de la moderna *etología*, Konrad Lorenz,⁷⁷ intentó poner de manifiesto la inexistencia de esa contradicción. No hay paradoja porque, frente a las tesis del neodarwinismo estricto, no es el individuo la unidad de selección, sino el grupo, la población. Si lo fuera el individuo, imperaría el «egoísmo». No es así, luego: el individuo no es la unidad de selección. ¿A quién benefician las prácticas «altruistas»? Evidentemente, al grupo, que, de este modo, poseerá más cohesión y no sufrirá merma cuantitativa alguna que pueda hacer que sus predadores lo diezmen con mayor facilidad. *En consecuencia, si la selección natural premia las prácticas «altruistas» y éstas benefician, ante todo, al grupo, será el grupo —que no el individuo— la unidad de selección*.

Lo dicho no debe interpretarse en el sentido de que los etólogos defiendan que las poblaciones sean auténticas «balsas de aceite». Se dan conflictos en el seno de todas ellas. De un modo u otro, siempre hay un recurso que no es suficiente para satisfacer las necesidades de cuantos miembros integren un grupo. Unas veces será el número de hembras; otras, el alimento, etc. La consecuencia parece evidente: *la agresividad reinará por do-*

quier. Pero, eso —se dirá— *no es malo*. La agresividad es un «mal pretendido»⁷⁸ y un auténtico bien para los grupos. Permite, en unos casos, una distribución *territorial* «razonable»; es decir: evita la acumulación de demasiados individuos de un mismo grupo en unos lugares y demasiados pocos en otros. Posibilita, en otros casos, la selección de los «mejores» procreadores.⁷⁹ Finalmente, puede instaurar en el seno del grupo un sistema jerárquico de *dominancia*,⁸⁰ con lo que se evitará así —según los etólogos— el desgaste de los dominados en luchas continuas e infructuosas con los dominantes.

La agresividad, en suma, se opina que está al servicio de la evolución como uno de sus principales mecanismos. Por su mediación se alcanza algo tanpreciado para la buena marcha del grupo como es el reparto equitativo de los lugares en que hallar alimentos, la «mejora» genética de la población al permitir que sólo los más adaptados procreen y —añaden— la creación de una clase de tropa que no interfiera, sino que favorezca, las tareas de procreación de los dominantes.

Evidentemente todo ello sólo puede alcanzarse si la *agresividad no está hipertrofiada*. Lo normal es que la agresividad discurra por canales que pueden reorientarla o, incluso, inhibirla de forma inmediata y contundente. La naturaleza favorece comportamientos adecuados para que los grupos no se disgregen, a través del establecimiento de un exquisito equilibrio entre agresividad y mecanismos específicos para su reorientación e inhibición. El papión macho, antes que atacar al joven insolente que lo provoca, suele descargar un golpe en algo cercano, por ejemplo la rama baja de un arbusto; reorienta así, en suma, su agresividad. El lobo (el tan temido, por «feroz», animal), que tiene al alcance de sus colmillos la yugular que le ofrece un compañero caído entre sus piernas, cesa en el ataque de inmediato.

La naturaleza parece velar para que en ella haya un ajuste perfecto, aparentemente, entre impulsos agresivos y sus mecanismos de reorientación e inhibición. Si no fuera así, difícilmente habría grupos. De no ser así, en

definitiva, la agresividad, de motor de la evolución, pasaría a ser simple mecanismo de *extinción de especies*.

En suma, según los etólogos, la agresividad es un instinto. Por instinto se entiende una nota de la conducta social que se hereda de los ancestros. Si se hereda de los ancestros será porque en algún lugar del genotipo de éstos está escrita la instrucción pertinente para que esa nota comportamental exista. Pero, como también he dicho, la naturaleza selecciona mecanismos de reorientación e inhibición del instinto de agresividad. Por tanto esos mecanismos deberán tener también sus respectivas instrucciones en el genotipo de los individuos de que se trate.

Hacia los años sesenta, un grupo de pensadores de gran «pegada popular» van a ir bastante más allá en todo este asunto. Me estoy refiriendo, en particular, a los *antropólogos tremebundos* del tipo de Robert Ardrey.⁸¹ Sus concepciones no sólo han contado con la gran difusión de algunas de sus obras, auténticos *best-sellers*, sino con el apoyo, consciente o inconsciente, de los medios de comunicación. El cine⁸² y la televisión han sido sus grandes aliados. Son, en definitiva, los defensores (casi, con orgullo) de que el ser humano es un *asesino por naturaleza*, según delata su propio origen.

Los *antropólogos tremebundos* dieron un paso que ha calado en el común de la gente. Trataron de mostrar «científicamente» el porqué de las guerras, de los enfrentamientos en suma que nos están poniendo al borde mismo de la extinción. Y lo hicieron poniendo al borde mismo de la extinción. Y lo hicieron sacándole punta —en mi modesta opinión por donde no debían— al argumento etológico.

Según éste, como he explicado, hay un delicado y ajustado equilibrio entre el impulso agresivo y sus mecanismos inhibidores. Esos mecanismos han sido seleccionados por la naturaleza. Son naturales, como naturales son también los medios de los que el animal se vale para la práctica agresiva. El lobo usa su dentición para agredir y exhibe su yugular (que puede ser cortada de un buen mordisco) para inhibir.

El problema del ser humano, lo que hace de él la excepción en una naturaleza en la que la lucha cruenta que acaba con la muerte del rival es casi insólita, radica en que su *agresividad no se ejecuta a través de medios naturales, sino mediante instrumentos*. Éstos son artefactos, son artificios. Y la naturaleza, obviamente, no puede *seleccionar más que lo natural*. Para una agresividad que se ejecuta *artificialmente* está claro que no hay mecanismos *naturalmente seleccionables*, que permitan el establecimiento natural del equilibrio deseable.

Alguien podría decir: «Bueno, ¿y qué? Al fin y al cabo la diferencia entre un lobo y yo, como persona, radica precisamente en que el lobo está sujeto a sus instintos. Yo, no. Yo poseo razón. Usaré, pues, mi razón para controlar mi agresividad». Y la respuesta que se daría desde el contexto de la *antropología tremebunda* sería, entonces, la siguiente: «En eso usted se equivoca. Al igual que con su razón no puede cambiar el color de sus ojos, porque éste depende de instrucciones escritas en sus genes, *tampoco puede modificar su conducta agresiva, porque ésta es instintiva. Y lo instintivo está escrito también en el genotipo*».

Se defiende, de este modo, que los instintos poseen un carácter *inmutable*, por ser genéticos. Y por considerarse, en suma, que lo genético tiene una transcripción fenotípica, se quiera o no. Lo que está escrito en mis genes (mi color de ojos, mi diabetes y, según algunos, mi grado de inteligencia y de agresividad...) se expresará en mi cuerpo y la conducta que exhiba, por mucho que mi razón se empeñe en lo contrario. Y ya no sólo mi razón, claro está, sino frutos suyos como la *educación*.

Por una vía aparentemente distinta surgen de nuevo las *ideas* del pasado. Por mucho que hagamos, somos agresivos por naturaleza. La agresividad es en nosotros, como en el lobo, un instinto. Los instintos son genéticos. *Lo genético es inmutable. Por tanto, quíerase o no, la agresividad hará su presencia en nuestras acciones, como en las del lobo. A pesar de nuestra razón, a pesar de nuestra educación*. Y lo malo del caso es que para nuestra agresi-

vidad, tal y como se ejecuta normalmente —a diferencia de la del lobo—, tampoco hay mecanismos naturales de inhibición.

Usamos instrumentos, nos valemos de *armas* para la lucha. A un combate con nuestros puños, uñas, dientes o pies puede darse fácil final. La adopción por parte del contrario de un gesto, como inclinar la cabeza, llorar, poner cara de niño..., puede bastar para que nuestra agresividad disminuya e incluso desaparezca. Pero, cuando disparo una flecha, tiro una lanza, aprieto el gatillo de una pistola, rifle o ametralladora, cuando oprimo el botón que pone en marcha el mecanismo de disparo de un misil, cuando hago todas esas u otras cosas parecidas, a la debida distancia,⁸³ ¿qué mecanismo natural puede inhibir mi acción? Pues bien, ahora Ardrey y compañía nos dicen que tampoco cabe fiarse en la fuerza de la razón. El ser humano se halla así abandonado al pario de su instinto agresivo. Una agresividad hipertrofiada. Una agresividad que hace del ser humano la gran «singularidad» de la naturaleza: *el matador consumado, el asesino y caníbal*.

Alguien, de nuevo, podría preguntarse: «¿Por qué no, simplemente, eliminar la causa del problema? ¿No es el uso de armas lo que nos está abocando a la auto-extinción? Pues, ¡suprimámoslas!». La respuesta escogida por la *antropología tremebunda* es contundente. *No se puede eliminar «desde fuera» del hombre mismo lo que ha hecho al hombre hombre*. Curiosas palabras estas que merecen algo de reflexión. Y más, porque de un modo u otro, usted como yo, hemos sido educados, socializados, en la creencia de que el proceso de hominización, de formación de la humanidad, siguió una vía determinada en la que tuvo un gran papel el empleo de armas.

Como cuento en otro sitio,⁸⁴ la concepción dominante todavía hoy del origen del ser humano es la debida a R. Dart,⁸⁵ que inspira profundamente las concepciones de la *antropología que nos ocupa*, y, por lo general, los muchos documentales, películas y telefilmes que abordan estos temas. Lo sensacionalista vende. Y lo habitual es que el

sensacionalismo esté del lado —como en este caso— de los biólogos simplones.

La crónica de la formación de la humanidad según Dart discurre, más o menos, por el siguiente sendero. En la selva exuberante del Mioceno y, aproximadamente, en África Oriental, hubo una vez pequeños simios. Su gran despensa fue contrayéndose con el tiempo. La sequía hizo que la selva se redujese a escasos islotes. Pastizales cada vez más dilatados los separaban. Para conseguir los dones de los árboles se hizo preciso atravesar espacios abiertos, más y más extensos. Esas correrías atrajeron nuevos predadores. Aquellos pequeños simios no tenían ni el tamaño ni el poder siquiera de sus primos hermanos, los antropomorfos. Se hallaban muy escasamente dotados de atributos naturales para *desanimar* a sus predadores.

La solución biológica del problema vino por el camino de, al menos, dos *preadaptaciones* de que esos simios hacían gala. Por preadaptaciones entiendo aquí características cuyo diseño favorece de *antemano* la eficacia biológica de su portador en futuros entornos. Esas preadaptaciones eran, en este caso, la posición erecta y el bipedismo que exhibían esos extravagantes simios (¡Mira que andar, haciendo equilibrios, con dos patas, pudiendo caminar cómodamente a cuatro!). Consecuencia de esas preadaptaciones fue que sus manos quedaran libres. Se habían puesto las bases para un gran «hallazgo cultural»: *el descubrimiento y uso de las armas*.

También algunos «primos hermanos» del hombre, como el chimpancé, se valen en ocasiones de *palos* o ramas como *armas*.⁸⁶ Más de un chimpancé en cautividad «ha descubierto» asimismo el uso de un palo para «darse valor» y pasar ante la jaula de un leopardo. De modo parecido nuestro ancestro debió de encontrar —se dice— un modo de crecerse ante el miedo y una manera de disuadir a sus predadores en el empleo de palos, huesos, piedras..., en sus obligados recorridos por los pastizales. Y, por casualidad, un día mató un pequeño animal y se sirvió de él para alimentarse.

Para ese estrambótico simio, padre del *homo*, se han acuñado muchos nombres. El más común es el de *Australopithecus africanus*, que traducido al castellano vendría a ser algo así como *mono austral africano*, aludiendo al lugar en que se hallaron sus primeros restos (África del Sur), aunque, luego se ubicaría su zona inicial de expansión en África Oriental. Lo bien cierto es que en Suráfrica se descubrieron en la primera mitad de este siglo un buen número de cuevas conteniendo gran cantidad de fósiles. Y no sólo de australopitecos africanos, por cierto.

En la famosa cueva de Makapangast (a unos 250 km al nordeste de Pretoria) se entremezclan restos de esos australopitecos con una gran cantidad de huesos que no pertenecen a homínidos. De entre éstos destacan más de 50 cráneos de papión. Muchos presentan *tremendas fracturas*. ¿Cuál es su causa? Para Dart el asunto está claro. El australopiteco africano que nos legó sus propios huesos en esa cueva, *infligió certeros y rotundos golpes a los papiones*. Para ello —añade— se valió de *cachiporras* adecuadas. ¿Cuáles? Algunos huesos de sus propias víctimas, en especial huesos largos como el húmero, que, ciertamente, *abunda mucho* en esa cueva. Y, ¿para qué los golpeaba? Obviamente —se añade— para darles muerte y alimentarse de ellos. El australopiteco africano que un día cazó al albur y comió su presa, se vio obligado a alimentarse de carne, cuando un clima cada vez más seco motivó en el Plioceno la desaparición de la selva casi ubicua del pasado. Nuestro ancestro australopitecino se vio compelido a una *dieta carnívora*. Y esta es la crónica que usualmente se nos ha contado del suceso. Lo malo del caso es que la imaginación de los *antropólogos tremebundos* no se detiene en este punto.

He dicho que los huesos de los papiones en Makapangast presentan grandes roturas. He añadido que, según los antropólogos que nos ocupan, su causa hay que buscarla en tremendos golpes propinados por los australopitecos a sus víctimas, sirviéndose para ello, particularmente, de húmeros. En esos *bestiales* cachiporrazos cree ver Dart la señal *inequívoca* de que los antecesores del

hombre eran *matadores confirmados*: seres carnívoros que cogían presas vivas mediante violencia, las apaleaban hasta matarlas, despedazaban sus cuerpos rotos, descuartizaban sus miembros, apagaban su sed voraz con la sangre roja de las víctimas y devoraban ávidamente la lívida carne magullada.⁸⁷

Lo cierto es que una poca *basura* del pasado permite a gente como Dart pintar un nefando cuadro del origen del hombre: un ser carnívoro, despiadadamente cruel con sus víctimas. Pero, además, entre éstas no sólo están los papiones. En Makapangast, en concreto, hay igualmente huesos de australopitecinos, que presentan notables *magulladuras*. Para Dart el asunto está claro. Esas contusiones se deben también a golpes de sus congéneres. La agresividad intraespecífica está escrita —se nos dice— en los huesos, en ocasiones terriblemente *mutilados* —se añade—, de esos australopitecinos. Es más, algunos restos de homínidos presentan «*huellas innegables*» de haber sido *pelados* mediante algún instrumento cortante. ¡Canibalismo! Y así se concluye el horrendo cuadro del origen del hombre. ¡Y todo, a partir de unos cuantos huesos del pasado!

En resumidas cuentas, lo que hizo *hombre* al hombre —se nos cuenta— fue la caza. La posición erecta y el bipedismo propiciaron el uso de las manos libres para asir instrumentos, ante todo para la defensa. Armas, en definitiva. Con alguna de ellas una vez se cazó por casualidad. Variaciones climáticas forzaron al homínido a una dieta carnívora. Para satisfacer sus apetencias debió de hacer de la caza algo *organizado*. No se caza a solas. La vida en comunidad parece obligada si ha de cazarse sistemáticamente. Es más, para comunicar al otro aspectos de interés durante las batidas debió de desarrollarse el lenguaje y con él los productos *teóricos* de la civilización.

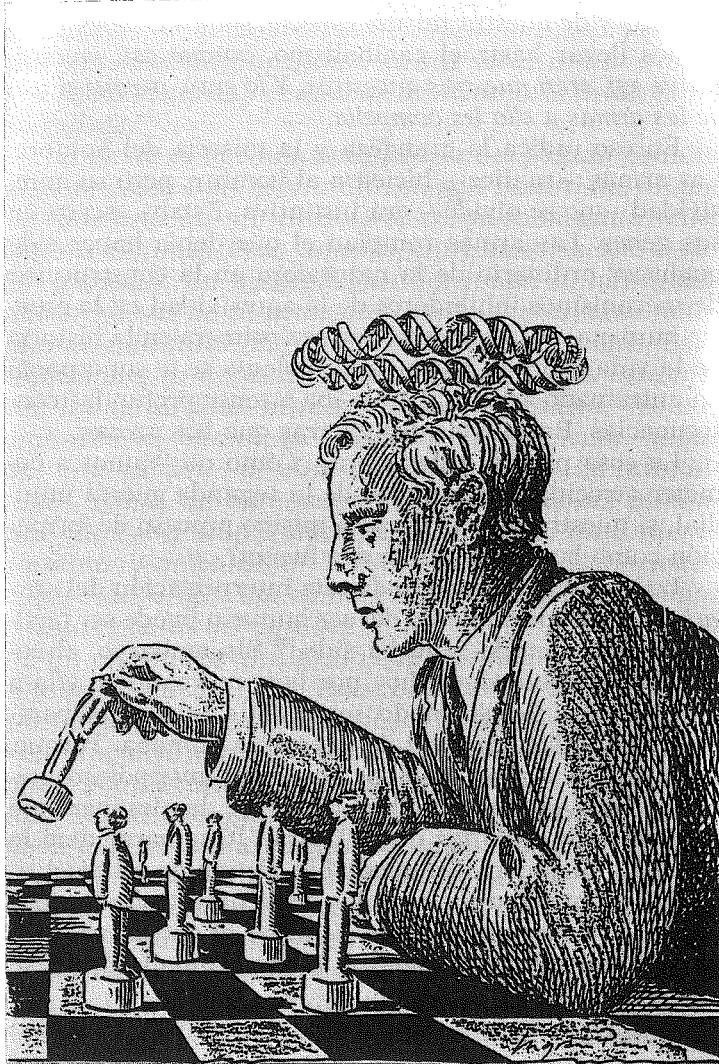
Esta es la famosa hipótesis del cazador de Ardrey. La civilización erigida sobre la caza. Hipótesis que se completa con el truculento cuadro de crueldad y canibalismo que, según estos antropólogos, acompañó ya las primeras actividades de caza de nuestros ancestros. De manera

que —en conclusión— somos hoy agresivos hasta el paroxismo, cometemos las mayores brutalidades con seres de otras y de nuestra misma especie, somos crueles y podemos llegar hasta el canibalismo, *porque así, precisamente así, eran nuestros ancestros. Y lo eran, porque el uso de las armas a ello les compelia*.

En eso radica la grandeza y la miseria del hombre. Las armas —se dice— hicieron al hombre, pero su agresividad —no se olvide— era instintiva. Estaba escrita en sus genes. Las armas rompían el que debía haber sido quehacer ordinario de la naturaleza en la construcción de mecanismos inhibidores de la agresividad en la especie humana. Posiblemente, por vez primera en la historia de la vida sobre la Tierra, a la biología se le superponía un entramado «cultural» que iba a tener profundas consecuencias. Entre ellas, las guerras que nos azotan.

La cosa parecía estar clara. ¿Cómo no íbamos a cometer atrocidades, como las de la segunda guerra mundial, si nuestro origen, nuestro mismo proceso de formación como humanos, a ello nos fuerza?

Lo bien cierto es que toda esta interpretación del *sanguinario* pasado simiesco del ser humano puede ser fácilmente desmontada, y lo ha sido.⁸⁸ Sin embargo, el común de la gente sigue, hoy por hoy, creyendo en ella a pies juntillas. De este modo, se angustia ante lo que parece la *inexorable extinción* de la especie humana. Porque, si de verdad somos como nos pintan los *antropólogos tremebundos*, ¿qué nos podrá salvar de la desaparición como especie de la faz de la Tierra? ¿Qué hacer ante lo que se adivina como irremediable destino de un cruel simio abandonado a los dictados de su hipertrofiada agresividad? ¿Podemos, sin más, cambiar el entramado cultural en que el ser humano se ha desarrollado desde su mismo origen?



El ADN juega con los individuos humanos, determinando su conducta

La *antropología tremebunda* trata de fundamentar sus hipótesis sobre la consideración de que es el grupo —y no el individuo— la unidad de selección. Que la naturaleza selecciona toda nota que apunta hacia el bien del grupo, como las prácticas «altruistas», ampliamente difundidas. Esta suposición ha sido duramente cuestionada en los últimos años.

En efecto, en el neodarwinismo —el programa evolucionista dominante— la unidad de mutación es el gen. Son secuencias de ADN lo que experimentan alteraciones. Esas secuencias de ADN están dentro de individuos. Las alteraciones que sufran esas secuencias serán favorables, o no, *en primer y especialísimo término para los individuos, que las contengan, al exhibirlas al exterior.* (Sólo cuando se airean se sabe que hay trapos sucios o limpios, claro está.) Sólo cuando los genes que han mutado se expresan fenotípicamente, sólo cuando se manifiestan anatómica, fisiológica o —aceptémoslo por el momento— comportamentalmente, sólo cuando *las espirales* que forman el ADN se traducen externamente, únicamente entonces la naturaleza puede iniciar su función seleccionadora.

Son, en suma, los individuos quienes presentan —ante el «tribunal» de la selección natural— los rasgos fenotípicos que pueden hacerlos *gratos* o *nongratos*. Un rasgo genotípico, que, traducido fenotípicamente, significa que un detrimento de eficacia biológica, «castigará» a su portador, es decir: al *individuo que contenga ese rasgo*. La selección natural impedirá que sus genes tengan tantas copias en el acervo génico de su población como podrían tener en caso contrario.

La unidad de selección parece ser, en definitiva, el individuo. Él es, a la postre, quien de forma directa sufre o se beneficia con lo que el azar ha querido hacer con sus genes. Eso sustenta el neodarwinismo. Pero, si es así, la *paradoja del autosacrificio* —superada por la etología— vuelve a hacer su aparición.

Desde mediados de los setenta una nueva aproximación biológica ha tratado de solucionar el «problema humano» a través de la comprensión científica de nuestra *auténtica naturaleza*. Esta vez se trata de la llamada «sociobiología». En un principio esta posición teórica asumió plenamente la distinción neodarwiniana entre unidades de mutación, selección y evolución. Para ella la unidad de selección es, por lo general, el individuo. Pero, aceptado esto, deberá asumirse una de sus consecuencias inmediatas: la naturaleza deberá promocionar prácticas «egoístas».

Cualquier muestra de «altruismo» debería hablar, en principio, en contra de esta concepción evolutiva. Lo bien cierto es, sin embargo, que en la naturaleza abunda el «altruismo». Es común el sacrificio de las propias posibilidades reproductivas en favor de las ajenas. La sociobiología parece, pues, nacer *falsada*. Hay muchas observaciones que, desde un principio, hablan en su contra. ¿Cómo puede, en definitiva, superar —si es que puede— la *paradoja del autosacrificio*?

La *solución* sociobiológica de esta paradoja conmovió el mundo de las ciencias de la vida de mediados de los setenta. Sus efectos son hoy, aún, perfectamente detectables. Su hipótesis: *Todo comportamiento «altruista» no es más que la apariencia de una conducta «egoísta» más profunda*. Es decir, *ho hay verdadero «altruismo» en la naturaleza*. Las muestras de «altruismo» sólo encubren una realidad «egoísta» más profunda. Me explicaré.

Usted comparte con cada uno de sus hijos un 50% de los genes. Supongamos que usted tiene tres hijos. Y pongámonos en la situación de que se produce un incendio en su hogar y que usted se halla en la disyuntiva de perder su propia vida y salvar la de sus tres hijos, o de preservar su vida y dejar que ellos perezcan. ¿Qué es lo más «egoísta» en este caso, lo primero o lo segundo?

Pues bien, frente a todas las apariencias, lo más «egoísta» es adoptar la primera conducta, es decir: morir para salvar la vida de los tres hijos. La razón —sociobiológicamente hablando— parece clara: si usted se sal-

va, se preserva en el acervo génico de su población el 100% de sus genes; pero si usted muere salvando a sus tres hijos, gana desde un punto de vista genético, pues sus hijos suman, entre los tres, el 150% de los genes de usted. Habrá más copias de los genes de usted, en el acervo génico de su población, si muere salvando a sus tres hijos que si se salva, muriendo, en cambio, toda su prole.

La naturaleza promociona, hemos dicho, las prácticas «egoístas». Por lo tanto, deberá seleccionar aquellas conductas que, como la de usted, tengan una apariencia de «altruismo» y respondan a un profundo «egoísmo» genético, cuando usted se sacrifique para salvar a sus tres hijos.

Sobre la base del «egoísmo» genético se trata sociobiológicamente de explicar el «altruismo» manifiesto. Para ello se llegará a arbitrar la existencia de tres mecanismos diferentes. En unos casos se ayuda a que otros se reproduzcan porque también está en el «interés» genético (de quien así lo hace) prestar tal auxilio. Ello acontece cuando, en particular, hay lazos de parentesco de por medio. Ayudar a que un pariente se reproduzca es favorecer, en último extremo, que haya también más copias de algunos de los propios genes en el acervo génico de la población de que se trate.⁸⁹ En otros casos, se dice que hay individuos que ayudan a sus parientes próximos a reproducirse, en detrimento de sus propias posibilidades, no porque esté en su interés reproductivo el hacerlo así, sino porque lo está en el de sus padres.⁹⁰ Mediante el tercer mecanismo se trata de explicar el «altruismo» entre *extraños* —incluso, entre miembros de especies diferentes—. Es el denominado «altruismo» recíproco: una especie de «*toma y daca*» generalizado, según el cual se ayuda para ser luego ayudado, siempre y cuando en ese *intercambio de favores* se salga ganando genéticamente.

Observen ustedes que, sea cual sea el mecanismo que los sociobiólogos postulen para la *explicación* de un rasgo «altruista» dado, siempre ese rasgo no será más que

la *cobertura* de un «egoísmo» más profundo. Ayudo —en suma— si mis genes o los de mis padres (y, por supuesto, de nuevo los míos, porque soy su hijo) ganan biológicamente algo con ello. «Ganar algo» significa aquí que esos genes incrementan su frecuencia en el acervo génico de la población de que se trate.

A partir de estas reflexiones no es difícil, sino todo lo contrario, caer en la tentación que no supo superar, en particular, R. Dawkins.⁹¹ Aparentemente, los conjuntos de sustancias químicas que son los cuerpos de los seres vivos (dejemos, a un lado, por el momento al ser humano) no son otra cosa que los medios de los que se valen algunas de esas sustancias para hacer copias de sí mismas. Estas últimas —las tiras de ADN llamadas «genes»— son la base primordial de la vida: la vida hizo su aparición por vez primera en la Tierra cuando algunas macromoléculas (de ADN) adquirieron la capacidad de multiplicarse por «autorreplicación». Para replicarse precisaban disponer de materiales iguales a los que las componían. En un principio debieron ser esos materiales abundantes. Al escasear, la naturaleza debió seleccionar aquellas macromoléculas en las que se dieran dos tipos de variaciones favorables: una consistente en dotar de «protección» a la macromolécula, por ejemplo mediante una cubierta de polisacáridos o semejantes; otra, constituida por la capacidad de *romper* otras macromoléculas de ADN y obtener de esta ruptura los materiales necesarios para hacer la propia copia.

En cualquier caso, se opina, la vida debió nacer con el proceso mismo de autorreplicación. A partir de ahí, presiones evolutivas diferentes han llevado a la configuración actual de nuestro mundo, a través de un proceso largo y gradual de orden creciente. Un proceso en el que esas macromoléculas siguen estando presentes. Ciertamente han sufrido mutaciones. Pero estaban en un principio y están hoy también aquí, entre nosotros. Mejor sería decir, dentro de nosotros, los seres vivos. *Aquellas macromoléculas han ido saltando de ser vivo en ser vivo, hasta llegar al presente.* Se han valido de cuerpos distintos

para sobrevivir, para seguir haciendo copias de sí mismas, para autorreplicarse. Los cuerpos que han habitado han sido instrumentos que, bajo su dirección, han sido útiles para sus metas reproductivas. Aparentemente, se reproducen cuerpos; *realmente lo que sucede es, sin embargo, que se replican genes.* Tendría así razón la vieja idea de que *la gallina es el medio de que se vale el huevo para originar otro huevo.* Los cuerpos —en expresión de Dawkins, que no lo extiende a los seres humanos—⁹² serían algo así como *lerdos robots* al servicio del «egoísmo» de sus *constructores y conductores: los genes.*

El paso es fácil de dar entonces: si los genes desempeñan todo este papel, la lucha por la existencia es la *lucha*, en último extremo, *de unos genes contra otros.* Y ello casi desde el mismo principio de la vida. Pero, ¿cuál es, entonces, la *verdadera* unidad de selección? Es evidente que la naturaleza, según todo lo dicho, promueve las prácticas «egoístas» (aun bajo la apariencia de rasgos «altruistas») y éstas benefician a los genes. Los individuos no son más que la cubierta y medio de que se sirven los genes en su continua y sorda lucha entre sí. El gen, pues, no es tan sólo la unidad de mutación, como asevera el neodarwinismo, es también —y, ante todo— la *unidad de selección.*

Hay quien en toda esta historia del origen de la vida halla la explicación incluso de la agresividad que nos invade. La agresividad es tan genética —se dice— que está ya presente en el momento mismo en que comenzaron a actuar presiones evolutivas, al escasear los materiales componentes de las macromoléculas. ¿Qué sucedió entonces? Como he dicho antes, se sustenta que, en esa ocasión, una de las presiones evolutivas que debió actuar fue la conducente a hacer que las macromoléculas «aprendieran» a romper macromoléculas de «su misma especie», para obtener así los materiales necesarios de cara a su propia replicación. En esto hay quien ve no sólo *agresividad*, sino incluso *canibalismo.* No se olvide que se trata de macromoléculas de la misma clase.

Sea como fuere, lo bien cierto es que, en un principio,

esta concepción evolucionista de los seres vivos dejó fuera de su ámbito de aplicación al ser humano, o reconoció que la sociobiología humana tenía un carácter alta y meramente *especulativo*. Las cosas cambiaron por completo al cabo de unos pocos años. En 1978, el que pasa por ser el gran sistematizador de la sociobiología, Wilson,⁹³ publicaba un pequeño libro *On Human Nature*. En 1979 uno de los padres de la sociobiología, Richard Alexander, publicaba su *Darwinism and Human Affairs*, ¡aparecida en castellano en 1987! en una amplia tirada bajo el título *Darwinismo y asuntos humanos*.⁹⁴ Esos *asuntos humanos* van desde *pautas de sociabilidad a origen evolutivo de la ley, la justicia y la ética*.

De hecho el ser humano es siempre el gran tema.⁹⁵ El tema que vende. Decir, por ejemplo, que la conducta social de las hormigas o de las abejas responde a dictados genéticos es algo que deja a casi todo el mundo más bien frío. El asunto empieza a calentarse cuando se habla de *comportamiento social humano*. Y alcanza su temperatura extrema cuando se llega a las dos posiciones más divergentes y simplonas que cabe mantener en este caso. Una, cuando se dice que todo está escrito en el genotipo. Es una de las aproximaciones que caen bajo lo que hemos venido denominando «biologismo simplón». La otra, cuando se sustenta que todo depende del ambiente. No es más que una forma de «ambientalismo simplón».

Ha habido ambientalistas simplones. Se dice, incluso, que los biologismos han nacido para hacer frente a los ambientalismos. No lo creo. La historia que ofrezco en un apartado anterior parece mostrar lo contrario. Sea como fuere, lo bien cierto es que hacer frente a un «ismo» extremo con otro «ismo» igualmente extremo no parece ser el camino más correcto para resolver el problema que constituye el objeto de enfrentamiento. Y lo bien cierto, también, es que, se quiera o no se quiera, la sociobiología tiene hasta, por lo menos, principios de los ochenta todos los rasgos de un biologismo simplón, cuando se lleva al caso humano. Como ejemplo, expondré brevemente cómo *se explica* sociobiológicamente la

diferencia tan marcada de papeles sexuales existentes hoy entre el *macho* y la *hembra* de la especie humana (al menos, en Occidente). Como no quiero cargar con responsabilidades ajenas, lean ustedes por favor las páginas 90 a 96 de la obra *Sociobiología* de M. Ruse (Madrid, Ed. Cátedra, 1983).⁹⁶

Como ustedes deben saber, la diferencia de tamaño entre el óvulo y el espermatozoide en la especie humana es muy grande. El segundo es, prácticamente, dotación cromosómica empaquetada. El primero contiene, en cambio, gran cantidad de sustancias nutritivas. Los «*costos biológicos*» de producir un óvulo o un espermatozoide son, pues, en principio, muy distintos. Los óvulos, además, son muy escasos a lo largo de la vida de la mujer (quizá por su gran coste biológico). Los espermatozoides se producen a millones y están en disposición de *gastarse* cada poco rato. En suma, la situación biológica de la mujer está caracterizada por contar con escasas células reproductivas, *costándole* biológicamente mucho cada una de ellas. Exactamente lo contrario es lo que sucede en el caso del hombre.

Tomemos en serio a Darwin,⁹⁷ aconsejan los sociobiólogos. Al hacerlo así comprenderemos que, si la naturaleza ha seleccionado dos *estrategias* tan distintas en el caso de las células reproductoras humanas, ello *no puede ser fruto de la casualidad*. En efecto, si aceptamos el darwinismo en su versión actual (el neodarwinismo), debemos asumir a la vez que cualquier rasgo que posea un ser vivo que hoy exista habrá sido seleccionado por la naturaleza. Y lo habrá sido, porque, de algún modo, incrementará la eficacia biológica de su portador. Con su continua labor de selección, la naturaleza lo que va haciendo es, por tanto, *optimizar* (hacer cada vez mejores) las estrategias reproductivas. Todo cuanto es seleccionado en un ser vivo, y lo es todo él, está en conexión de un modo u otro con el éxito reproductivo de ese ser vivo.

Pero si es así y si el hombre posee tantos espermatozoides no cabe, entonces, otra explicación para los sociobiólogos que la siguiente: está en el interés reproductivo

del hombre el poseerlos en tan gran cantidad. La eficacia biológica del hombre, cuyo incremento promueve la selección natural al elegir siempre aquellas notas que la favorecen, está en dependencia también de ese gran conjunto de espermatozoides que puede usar con mucha frecuencia. Cada poco rato y muchos espermatozoides, esto es lo que la naturaleza ha hecho —entre otras cosas— con las células reproductoras de los machos en la especie humana. Pero, si ello es así, concluyen los sociobiólogos, *la promiscuidad del hombre* (que en España sigue siendo una «virtud» en algunos contextos sociales) *está escrita en sus genes*.

Si la mujer, en cambio, cuenta con escasos y costosos gametos, entonces, *la monoandria* parece algo más que el capricho de algunos hombres. La monoandria no es cosa de convención social, sino de *mandamiento biológico*, más estrictamente: *genético*. La mujer deberá saber muy bien con quién se juega el óvulo de sus esfuerzos. No se trata de un saber consciente. La naturaleza lo sabe por ella. La selección natural elige aquellas *estrategias* que permiten la supervivencia y consiguiente promoción de los genes portados por mujeres que no ofrecen sus óvulos al primero que llega. En esas *estrategias* la mujer y la hembra del urogallo se hacen iguales. Son las denominadas por algunos sociobiólogos «estrategia de la felicidad conyugal» y «estrategia del supermacho». Esta última es simplemente la llamada «selección sexual», a través de la cual la hembra elige al mejor procreador.

Más llamativa, por sus implicaciones, que esta es la estrategia de la «felicidad conyugal». Por ella dilata la hembra el período de precopulación, de modo que haya tiempo para que se evidencien las intenciones del macho. Éste —*por naturaleza*— tenderá a copular y a seguir su camino en busca de nuevas hembras en que depositar sus semillas, cumpliendo el mandamiento biológico de velar por su eficacia biológica. La hembra, en cambio, tenderá a retener al macho a su lado, para que la ayude a sacar adelante la prole. Tratará así de hallar compensación, por una parte, del mayor coste biológico de su

gameto y, por otra, del hecho de que en general el vástago no sólo requerirá un largo período de incubación (nueve meses, normalmente), sino prolijos y dilatados cuidados posteriores.

A partir de lo dicho se sacan sociobiológicamente algunas notables consecuencias en el caso de la especie humana, que es de lo que se está hablando (no de hormigas o saltamontes). La dilatación del período de precopulación supone la *selección natural* de comportamientos tales como que los hombres engañen y las mujeres sean recatadas. En efecto, el hombre *por naturaleza* tenderá a simular lo que no es, dando muestras de una fidelidad que traicionará, *por mandato biológico*, a la primera de cambio. La mujer, también *por naturaleza*, tenderá a poner las trabas suficientes (*el recato*) para descubrir al Don Juan. Estas trabas serán mayores o menores, según los encantos que se posean. De modo que, también *por naturaleza*, las feas enseñarán más y se dejarán meter mano más fácilmente que las guapas. En cualquier caso, se añade, también está en el *interés genético* de los hombres el que haya un período de precopulación lo suficientemente amplio como para alcanzar certidumbre de que el objeto de sus amores no porta en su interior genes de otros hombres. Tal vez la mujer se halle, en definitiva, embarazada de un tercero en discordia e intente *cargar* a algún crédulo con el cuidado de genes ajenos. El perjuicio que para los genes del «cornudo» —dicen los sociobiólogos— se sigue de serlo es notable: no sólo no potencia la presencia de sus genes en el acervo génico de su especie, sino que ayuda a que se difundan los de un rival. Hay fuertes presiones evolutivas contra los «cornudos», como lo evidencia —añaden— el hecho de que, en todo tipo de sociedades, lo que más se castiga es el adulterio femenino. Pero no se pierda de vista aquí que lo que se está defendiendo es que *el castigo del adulterio femenino no depende de convicciones socioculturales, sino que está decidido por lo que en los genes se halla escrito*.

El mismo tipo de observaciones se extiende, sin más, a otros rasgos llamativos de la conducta social humana,

tales como —y muy en particular— la agresividad hipertrofiada que exhibe. Aun cuando —debo añadir de inmediato— los sociobiólogos adoptan en este contexto una actitud algo más *optimista* que los etólogos y el común de la gente. Tal vez sea porque, a este respecto, lo igualan todo, haciendo entonces que no haya posibilidad de comparaciones. Me explicaré. Los etólogos hacen grandes distinguos entre la naturaleza animal no-humana y humana. La agresividad desmedida es un rasgo de la segunda frente a la primera. Los sociobiólogos defienden que esta visión *idílica* de la naturaleza animal no-humana frente a la humana es falsa. Dice, por ejemplo, Wilson: «Las pruebas relativas a asesinato y canibalismo en mamíferos y otros vertebrados se han acumulado en la actualidad hasta tal punto que debemos invertir por completo las conclusiones avanzadas por Konrad Lorenz... El asesinato es mucho más común, y por tanto "normal", en muchas más especies de vertebrados que en el hombre».⁹⁸

El problema aquí es, en cualquier caso, otro. Los tinglados «teóricos» de la sociobiología ponen al descubierto algo de tremenda importancia para la tesis de este ensayo. A saber: ¿Cuál era la tecnología que hacia mediados de los setenta prometía cambiar la faz de la Tierra, llevándonos a un auténtico Edén, donde toda la amplia gama de problemas que hoy padecemos podría, por fin, encontrar solución? La respuesta está en la mente de todos ustedes: la ingeniería genética. ¿Qué tecnología comenzó hacia esas mismas fechas a sentir sobre sí la posibilidad misma de un control externo, de un control social? Lo han adivinado ustedes: de nuevo, la ingeniería genética. Mostrarle a alguien lo que puede perder, renunciando a algo o, simplemente, postponiéndolo, es lo mejor que puede hacerse para convencerlo. Y así se entonaron cánticos de gloria por el *mundo genético-feliz* que podía aguardarnos. Erradicación de enfermedades, desaparición del hambre de la faz de la Tierra, bienestar para todos y más, mucho más que eso.

Mire usted en su interior y no se horrorice. ¿Se da

cuenta de que usted, tan orgulloso y pagado de su conducta, no es más que un juguete en manos de esas macromoléculas, que habitan en el interior de sus células, y que, en su actividad replicativa continua, se valen de usted —sí de usted— como un hábitáculo más en su eterna marcha a través de individuos con la única y sola meta de seguir haciendo copias de sí mismas? Esas macromoléculas, los llamados «genes», son responsables directos, los unos, de la conducta agresiva; los otros, de la pacífica; los de aquí, del sexismo; los de acullá, de la indoctrinación... ¿Son algunas de estas notas comportamentales molestas o, incluso, peligrosas para el ser humano? ¿Lo son o no? Si lo son —como, por ejemplo, la agresividad— y tienen, según parece, genes por detras: ¿Podría usarse la ingeniería genética para poner orden en todo este asunto, extirpando el ADN responsable, en último y principal extremo, del rasgo o rasgos socialmente indeseables?

Estoy firmemente convencido de que la sociobiología debe su origen, en buena medida, a este asunto. La tecnología genético-sintética nació de teorizaciones de algunas tradiciones operativas, como ya he explicado. Pero, a su vez, sobre ella se erigió como «*adelantado teórico*» la sociobiología, es decir como teoría que, poniendo al descubierto —una vez más— *la auténtica naturaleza* del ser humano, mostraba las virtudes futuras que de cara a la solución de problemas comportamentales humanos podría tener el desarrollo de la ingeniería genética misma. Esa presentación de virtudes, bajo la forma de una teoría, caería bajo el amplio marco protector de un programa de investigación, de nuevo: el evolucionismo darwiniano (modificado a los respetos que hacía falta).

Que las cosas parecen ser así puede comprobarse no ya leyendo artículos de Ruse (que suele ser más valiente que los demás, de expresiones más claras y contundentes), sino la misma obra sistematizadora inicial de la sociobiología. En *Sociobiología. La nueva síntesis*, p. 593, Wilson reserva un gran papel a la sociobiología de cara al futuro de la humanidad.⁹⁹ Esta ciencia intentará, por

una parte, reconstruir la historia de la maquinaria cerebral humana e identificar el significado adaptativo de cada una de sus funciones. Tratará, así, de mostrar qué funciones son obsoletas y prescindibles, qué otras son adaptativas para el individuo y la familia, pero no para la población, etc. De este modo, *si se toma la decisión de amoldar neurobiológicamente las culturas a los requerimientos del «estado estable»*, podrá saberse qué comportamientos —dice Wilson— *alterar experimentalmente* sin perjuicios emocionales o pérdidas de creatividad. Por otra parte, la sociobiología contribuirá —añade— al futuro del hombre *controlando la base genética de su comportamiento social*. Aquí Wilson se expresa de modo bastante ambiguo. No especifica cómo realizar ese control. Aunque es evidente que, en este contexto, hoy por hoy sólo parece pensarse en uno: el suministrado por la ingeniería genética.¹⁰⁰

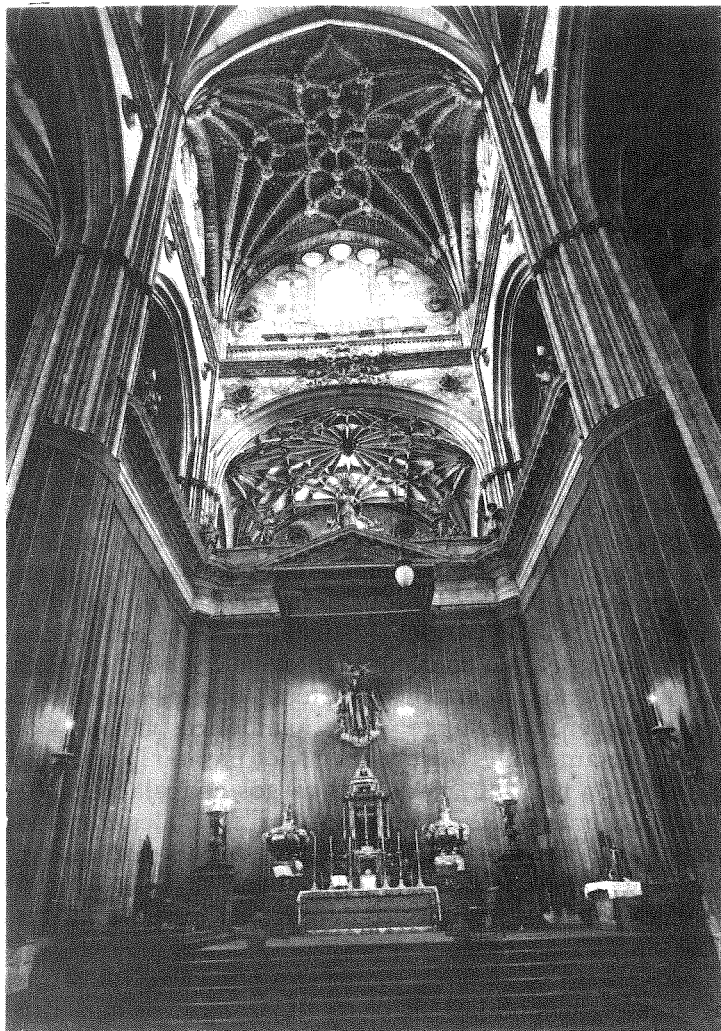
Si la tecnología genético-sintética no dio los frutos apetecidos en su implantación y desarrollo industrial, su adelantado teórico —la sociobiología— también tuvo sus problemas filosóficos y científicos.

EL ROMPECABEZAS CORPORAL

¿Están los sociobiólogos hacia los setenta *analizando* la conducta en fragmentos (agresividad, machismo, facilidad para la indoctrinación, egoísmo...) y proponiendo la existencia de *genes aislados* por detrás de todos y cada uno de ellos? Pienso que eso es, ciertamente, lo que hacen. Parecía como si el fenotipo en general y el *comportamental*, en particular, fuera un *mosaico*, un *rompecabezas*, y el reto científico consistiera, en este caso, en hallar la *instrucción* responsable de la existencia de cada uno de sus azulejillos o piezas componentes. *Esa instrucción* —dicen esos sociobiólogos— *está escrita en el genotipo*. Con ello, evidentemente, están presuponiendo, entonces, que cada rasgo comportamental está *adaptado* o, lo que es lo mismo, cada rasgo comportamental, que se exhibe, ha sido seleccionado por la naturaleza, porque en algo incrementa la eficacia biológica de su portador. Es decir, los rasgos comportamentales coadyuvan al *mayor éxito reproductivo*.

Los sociobiólogos de que hablo son, en definitiva, *panseleccionistas*. Se autoconsideran *neodarwinistas*, *darwinistas ortodoxos* (¡Difícil lo tienen serlo si comienzan instituyendo el gen como unidad de selección!). Piensan que el darwinismo ortodoxo sustenta que los rasgos que cualquier ser vivo ostente —sean anatómicos, fisiológicos o comportamentales— deberán haber pasado la criba de la selección natural. Todos esos rasgos, inapelablemente todos, deberán haber mostrado sus credenciales como favorecedores de la eficacia biológica de sus portadores, ante el tribunal de la selección natural.

Para ellos, en definitiva, no parecen tener (o al menos, tener escaso) valor las posiciones de los biólogos llamados «neutralistas».¹⁰¹ Según éstos hay variaciones que ni confieren ventajas, ni desventajas biológicas, a sus portadores. Y, por eso mismo, pueden *derivar* por las poblaciones sin la criba de la selección natural. Son rasgos neutros que, en cuanto tales, pasan desapercibidos a la selección natural.



Enjutas de la Catedral Nueva de Salamanca

Tampoco parecían tener valor para los sociobiólogos algunas hipótesis de la *biología del desarrollo* (es decir: el estudio de los procesos biológicos que subyacen a la trayectoria completa de un ser vivo desde su concepción hasta su muerte). La ilustración inicial de este apartado puede ayudarnos a comprender lo que pretendo decir. Al ojo que no está iniciado en el estudio de la arquitectura gótica, le puede parecer —es casi seguro que le parecerá— que las enjutas, que ocupan el centro de las bóvedas del techo y que portan hermosos dibujos, son *funcionales*. Cumplirán alguna finalidad. Pues bien, en realidad son el mero *producto secundario del cruce de dos arcos góticos*. No tienen ninguna función. Pero, si son consecuencia ineluctable del trazado de arcos góticos, ¿por qué no aprovechar esas enjutas para adornar, para realzar la belleza del conjunto arquitectónico? Y se las pinta. Se las decora. Pero, no tienen función arquitectónica en estricto sentido. La tiene el arco; no la enjuta.

Pues bien, según algunos cultivadores de la biología del desarrollo,¹⁰² lo mismo que con la enjuta en un edificio gótico pasa con muchos caracteres biológicos. Se trata de verdaderas *enjutas orgánicas* que, simplemente, están ahí, sin más, como productos secundarios, pero que, al ojo no iniciado, pueden parecerle *plenamente funcionales*. Un ejemplo que suele aducirse a este respecto es la *forma*, curiosa forma, de la nariz humana. Nos distingue de cualquier otro primate. Pero, según algunos, esa forma simplemente es el *resultado secundario* del incremento del tamaño cerebral en el cráneo del homínido ancestral.¹⁰³

Desde luego, ninguno de estos críticos del *panseleccionismo* está en modo alguno sustentando algo así como que la selección natural no existe. No es eso. Defienden su existencia. Lo que no hacen es sustentar, a la vez, que todo cuanto configura un ser vivo haya sido *moldeado* por su acción.

Hay, en suma, rasgos para cuya existencia es, por lo menos, cuestionable la acción de la selección natural. ¿Qué impide, entonces, preguntarse por el posible carác-

ter secundario de algunas notas comportamentales? Por ejemplo, la agresividad está ahí, presente en nuestra Tierra por doquier. Pero, ¿significa eso que tiene un carácter genético en el sentido de que hay genes directamente por detrás de ese rasgo comportamental, genes que han sido *favorecidos* por la selección natural, dejándoles pasar su criba, porque, de una forma u otra, cooperan en un mayor éxito reproductivo? ¿No podría ser la agresividad —pongamos por caso— un producto secundario? La universalidad de una nota —como la presencia ineluctable de las enjutas en los edificios góticos— no es garantía sin más de que haya un origen genético *inmediato*, es decir uno o más genes responsables *directos* de ese rasgo. Es curioso, *pero una misma estructura orgánica que, en el caso humano, está involucrada en la agresividad, a saber la amígdala, influye también el miedo, el hambre y el sexo.*

Quiero que sea por completo evidente, desde ya, que, al criticar la sociobiología como lo estoy haciendo, *no estoy en modo alguno apostando por alguna forma de ambientalismo simplón.*¹⁰⁴ Todo lo contrario. Cuando, en concreto, critico la sociobiología (de los setenta) diciendo que era *panseleccionista* y que la biología del desarrollo nos enseña hoy que no todo es funcional, no estoy queriendo decir que lo que escapa a la selección natural sea, sin más, *ambiental*. Ni mucho menos. Puede ser, perfectamente, *biológico*. Pero lo biológico *no se reduce meramente a lo genético*. Reducir lo biológico a lo genético no es, estrictamente dicho, una *simplificación* sino una *simplicidad*. Antes de postular, sin más, genes, conviene no perder de vista que hay otros factores biológicos aparte de ellos. Con el ejemplo de la forma de la nariz humana: esa forma responde a claros factores de tipo biológico, como la dilatación de la caja cerebral del mono antropomorfo del que provenimos, la modificación de su mandíbula para determinada dentición, etc. Son factores biológicos que pertenecen a la historia del organismo. Una historia, que, junto al desarrollo y «arquitectura»¹⁰⁵ de ese organismo, impone claras limitaciones a la actuación de la selección natural. Los organismos no son algo así

como arcilla que la selección natural pueda moldear de infinitas formas diferentes.

De igual modo, no estoy cayendo en un *ambientalismo simplón* cuando digo que la sociobiología (de los setenta) no reserva ningún papel de trascendencia al cerebro, cuando trata de «explicar» biológicamente nuestro fenotipo comportamental. Yo creo que la mayor diferencia entre una termita y yo mismo —desde el plano comportamental— es la de que, muy posiblemente, ella sea un mero *mecanismo*, genéticamente programado. La *flexibilidad* de mi cerebro reemplaza ventajosamente para mí una *programación* directa de ese tipo. Mi cerebro me permite ser agresivo, pero también pacífico; dominante, pero también sumiso.

Yo no pongo en duda que todos esos comportamientos tienen *base biológica* en mi caso, como en el de un chimpancé. Se erigen sobre millones de moléculas de muchas proteínas diferentes: las que constituyen los músculos implicados en su expresión, las que catalizan la producción de sustancias químicas como neurotransmisores, etc. Y, por tanto, esos comportamientos se alzan sobre la base de la actuación de muchos genes: todos los que codifican las proteínas implicadas en el proceso, más todos los que, a su vez, regulan la actuación de éstos. Esto es lo que hasta ahora se ha encontrado por detrás de rasgos sociales de la conducta humana. *Lo que no se han hallado han sido genes responsables directos de comportamientos específicos.*¹⁰⁶

No estoy cayendo en un *ambientalismo simplón* cuando digo todas estas cosas, o alguna más, como la siguiente, prosiguiendo con la *biología del desarrollo*. Los sociobiólogos parecen (al menos, en un principio) pensar que los genes no sólo codifican proteínas, determinan rasgos comportamentales y regulan la acción de otros genes, sino que, además, *están por detrás de todo el desarrollo biológico*. Es algo así como si no sólo la síntesis de los materiales que formen el fenotipo, sino el cuadro de instrucciones para su «disposición» estuviera también escrito en el genotipo. Como si, en definitiva, el desarrollo

biológico estuviera total y *directamente regulado* por genes. Esto es hoy algo harto dudoso.

Lo bien cierto es que, trascurridos unos cuantos años, autores que, como Dawkins contribuyeron a dar una imagen de *simplonería* a las concepciones sociobiológicas, ya no dudan en hacer aserciones como estas: «Un gen tiene el efecto particular de que sólo actúa porque hay una estructura sobre la que opera. Un gen no puede afectar el entramado electrónico de un cerebro a menos que haya un cerebro tramado electrónicamente. No podrá haber un cerebro tramado electrónicamente a menos que haya un embrión completamente desarrollado. Y no habrá un desarrollo completo del embrión a menos que haya un programa global de eventos químicos y celulares, bajo la influencia de muchos otros genes y de muchas otras influencias causales no genéticas».¹⁰⁷

De esta cita podemos sacar también una nueva consecuencia de interés. El profundo cambio experimentado en lo que respecta a la consideración sociobiológica inicial de cómo actúan los genes. Se quiera o no se quiera, la sociobiología nació defendiendo la idea de que los genes son como cuentas de un collar (collar que, en este caso, es un cromosoma), correlacionadas biunívocamente con rasgos fenotípicos. Sólo así puede entenderse que se haga del gen la unidad de selección. Cuando un rasgo fenotípico incrementa la eficacia biológica del individuo en que se da, la selección natural, promocionando ese individuo frente a otros de su misma población, permite que se incremente el número de copias del gen que determina el carácter favorable. El individuo en cuestión es meramente el medio del que ese gen se vale para que haya más copias de sí mismo. Los organismos individuales no son más que instrumentos que usan los genes para su finalidad autorreplicativa. Todo es un mero juego de los genes, incluso el «altruismo» —como hemos visto—. No es cierto que un individuo sacrifique sus posibilidades reproductivas en favor de otro con el que está emparentado. Lo que sucede es que algunos genes de ese individuo «reconocen» en los genes del ayudado copias de sí

misimos. Desde ese punto de vista, cualquier «ayuda» que el individuo *x* dispense a un pariente suyo *y*, habrá que entenderla como el auxilio que algunos genes de *x* prestan a copias suyas en *y*. No hay «altruismo» individual; hay meramente, «egoísmo» genético: unos genes ayudan a réplicas suyas que pueden hallarse en otros individuos. A través de este auxilio esos genes (más exactamente, un gen y cuantas copias suyas haya) sólo «pretenden» llegar a ser más numerosos en el acervo de genes de la población de que se trate.

Lo bien cierto es que la concepción de los genes como tiras singularizadas de ADN, responsables directos de la construcción de partes fijas y determinadas del cuerpo, es insostenible desde la genética actual. Ciertamente, hay genes así. Pero parecen ser los menos. Los genes suelen actuar como *cooperativistas*.¹⁰⁸ Su actividad no se ejerce aisladamente, sino en suma con la de, por lo general, un buen número de genes más. Éstos constituyen, por decirlo así, su *ambiente*. Según lo que esos genes hagan, la acción de nuestro gen tendrá un resultado u otro. No hay, en definitiva, «buenos genes» que incrementen la eficacia biológica del individuo que —junto con otros genes— controla. El que un gen sea «bueno», o no, a ese fin *dependerá del resto de genes con los que coopere*. Es la acción conjunta de todos ellos lo que puede traducirse en un incremento de la eficacia biológica del individuo en que se hallen.

Pero, entonces, la selección natural no elige *genes singularizados*, responsables de rasgos notables por su influencia en la eficacia biológica individual. *Elige conjuntos de genes cooperativos*. Pero esos conjuntos no son otra cosa que la *colonia* que habita en un individuo, entendido como un *todo*. Un *todo* que se sujeta, globalmente, al veredicto de la selección natural. Dicho de otro modo, el «mejor» gen no será seleccionado a menos que se junte con buenas compañías genéticas. Cuando se selecciona naturalmente se elige el individuo en que esos «buenos» grupos genéticos moran; no se elige este o aquel gen.

Es evidente que sustentar una concepción en la que

los genes no parecen ser más que tiras singularizadas de ADN, responsables directos de rasgos fenotípicos, asimismo singularizados, con los que mantienen una correspondencia biunívoca, permite simplificar mucho las complejidades «teóricas» que, en caso contrario, deberían tratar de eliminar los partidarios de una *intervención genética*, de una aplicación futura de la ingeniería genética, para la eliminación de males comportamentales que nos afectan. Dicho de modo más sencillo: si definiendo que tras un rasgo comportamental de consecuencias hoy nefastas —como la agresividad— hay genes singularizados, siempre podré sustentar más fácilmente que la ingeniería genética podría dispensarnos una ayuda preciosa si su uso se considerara necesario en un momento dado. Sería algo así como *la solución definitiva*.

Lo bien cierto es que ni los genes, por lo general, actúan aisladamente, ni los rasgos comportamentales parecen ser siempre independientes. Como ya he dicho, en el caso de la especie humana, la amígdala está involucrada en la agresividad, el hambre, el miedo y el sexo, al menos que se sepa. En consecuencia, el mismo conjunto de genes —que está por detrás de la síntesis de las proteínas componentes de la amígdala humana— se halla tras rasgos comportamentales de carácter aparentemente distinto, como los que acompañan las sensaciones de miedo o sexuales. Ese fenómeno es ampliamente conocido en la genética. Está tan difundido como esa otra idea de la que hemos hablado antes, a saber: la «expresión» de un gen varía según sean los demás genes que están asociados con él y que constituyen, en último extremo, *el ambiente interno* en el que el gen opera, frente al *ambiente externo* en que lo hace el individuo. La cosa no es, en suma, tan simple como «*hete aquí un carácter fenotípico, hete aquí el gen que lo determina*», y a la inversa.

Pero lo dicho es importante de cara al posible uso de la ingeniería genética para poner orden en el «desaguisado» del comportamiento social humano. Aun suponiendo que hubiera genes singularizados que fueran responsables directos de algunos rasgos de la conducta social hu-

mana, aun suponiendo que se les pudiera localizar y que alguno de ellos fuera el culpable de alguna nota que nos haga peligrar incluso como especie —ya saben ustedes de qué hablo—, ¿se podría aplicar, sin más, el escalpelo genético? Desde luego que no.

El mismo Ruse¹⁰⁹ pone el siguiente ejemplo, muy interesante. Supongamos, por ejemplo, que se comprobase que la xenofobia (el odio y hostilidad hacia los extranjeros) es genética. Podría parecer, entonces, una buena idea eliminarla. Se podría acabar así con los horrores de las guerras, los prejuicios raciales y cosas por el estilo. Pero, podría suceder que al extirpar el gen responsable de ese rasgo comportamental desaparecieran con él los malos aspectos reseñados, pero también algunos «deseables» (que dependan de su presencia) como, por ejemplo, la habilidad para salir del paso (cuando las cosas van mal).

Siempre hay, sin embargo, quien opina que este problema, como los planteados por el control neurobiológico de ciertos rasgos «negativos» que puede tener gran influencia en la desaparición de otros «positivos», se resolverá mediante la profundización en nuestro conocimiento de las asociaciones que puedan mediar entre caracteres comportamentales. Lo bien cierto, con todo, es que hoy, ahora mismo, en líneas generales, la *sociobiología* parece haberse lavado la cara. Bastantes de las críticas que yo he sumariado para ustedes han sido aparentemente asumidas por ella, con lo que sus críticos parecen reducirse ahora a «enemigos ideológicos». Me explicaré.

Cuando el libro de Wilson, *Sociobiología. La nueva síntesis*, se publica en 1975, un grupo de pensadores, predominantemente, de izquierda marxista¹¹⁰ lo atacó frontalmente, poniéndolo en línea con la ideología que parecía presidir los desarrollos eugenésicos, muy particularmente las prácticas genocidas del nacionalsocialismo germano. Este ataque tuvo un efecto *boomerang*. No fueron bien previstas sus consecuencias. Al criticar, desde un punto de vista *político*, las ideas sociobiológicas todo pareció reducirse a un *enfrentamiento ideológico entre los*

partidarios de un régimen liberal y un régimen marxista. Y, ya se sabe, cuando la cosa va de ideologías poco hay que hacer. Y más cuando una de las posiciones —en este caso, la sociobiología— se presenta como puramente científica en el sentido en que he hablado de ciencia en la sección primera de este ensayo: sólo presenta hechos e interpretaciones científicas, sin mácula ideológica.

La verdad es que ese ataque tuvo la consecuencia, indeseable para sus propios autores, siguiente. Cuando se empezó a poner de manifiesto la fragilidad del basamento científico-biológico de la sociobiología, el terreno estaba abonado para seguir descalificando a los críticos con la «inculpación» de ser meros ideólogos. El tiempo ha puesto, al menos aparentemente, las cosas en su sitio. Hoy se habla de una *segunda sociobiología*,¹¹¹ una sociobiología en la que al cerebro se le da su «debida» importancia de cara a la explicación de la conducta social humana. Una sociobiología en la que las categorías de la *biología del desarrollo* parecen igualmente asumidas. ¿De verdad ha cambiado la sociobiología tanto como para hablar de una *segunda sociobiología*, que prescinde de los aspectos negativos —científicamente negativos— de la primera?

La explicación sociobiológica discurre ahora por este sendero. El ser humano no es, en modo alguno, una *máquina programada completamente por sus genes*, como lo es, por ejemplo, una hormiga. Sin duda es ventajoso para muchos individuos ser máquinas de ese tipo. En concreto, no hay que perder el tiempo aprendiendo nada. Y eso puede ser muy beneficioso. Siempre y cuando, desde luego, la *inversión biológica* que se haga en este tipo de seres no sea significativa. Pues es evidente que las ventajas que así se logran se obtienen a expensas de cualquier tipo de flexibilidad. Todo cambio ambiental que requiera algo de plasticidad dará al traste con un ser programado de ese modo. Esto puede ser irrelevante en el caso, por ejemplo, de termitas, pero tiene importancia —y mucha— en el del hombre, dada la significativa inversión biológica que en su producción se hace. La cosa

se entiende, en definitiva, si se comparan los costos de fabricación biológica de unas y otros: las termitas son biológicamente baratas de producir; el hombre es muy caro.¹¹²

Si el hombre estuviera genéticamente determinado, en suma, si sucediera algo perjudicial en su medio ambiente, estaría aferrado a una conducta mal adaptada. La consecuencia sería que se habría dado al traste con una costosa inversión biológica. Que pase eso mismo con termitas u hormigas poco importa: su coste de producción es bajo.

Parece quedar claro que, para los sociobiólogos de hoy, se distingue diáfananamente entre animales no-humanos y humanos. Los segundos no son simplemente máquinas que trabajen bajo una tiranía genética. Pero tampoco son lo contrario, es decir: *Supercerebros*, seres dotados de un cerebro de extraordinaria plasticidad o flexibilidad, mediante el cual controlen todo el horizonte de comportamientos posibles.

Si, sencillamente, fuéramos supercerebros, ante cada situación deberíamos sopesar y valorar las acciones posibles. Esa «evaluación» debería hacerse tomando como criterio el *autointerés*, es decir: *nuestra propia eficacia biológica* —claro está—. Con seguridad, opinan los sociobiólogos, que, si así fuera, *las crisis se abatirían sobre nosotros y nosotros estaríamos aún pensando*. Dicho de otro modo, no resolveríamos en la práctica la mayor parte de los problemas vitales de urgente solución. Las consecuencias serían obvias.

Por ello, opinan los sociobiólogos, nuestra naturaleza no ha seguido ni la vía de las meras máquinas de genes, ni la de supercerebros. Ni estamos completamente programados a nivel genético, ni las mentes humanas son *tabulae rasae*, *pizarras en blanco* que vamos llenando conforme aprendemos. Nacemos ya con algunos «*conocimientos*». Nuestras mentes han sido *moldeadas según ciertas disposiciones innatas*. Trataré de explicar qué quieren decir con ello.

Como he explicado más arriba, la *biología del desarro-*

llo trata de aclarar que los organismos no son moldeables «a deseo de la naturaleza». Dicho de otro modo, los panseleccionistas piensan ingenuamente que la selección natural puede seguir infinitos cursos distintos, puede modelar de infinitas maneras los organismos vivos, según las infinitas combinaciones de los factores de todo tipo que constituyen los ambientes. La historia de los organismos pone cortapisas a esta infinita flexibilidad. Como las ponen también los procesos de desarrollo de un organismo. Esos procesos (llamados «epigenéticos») discurren según unas vías y no otras. Presentan a este respecto una notable regularidad. Conducen, por ejemplo, en el caso humano, a que el organismo que se desarrolla acabe teniendo uno y no dos o más sistemas nerviosos centrales.

Pues bien, los sociobiólogos parecen asumir esta explicación de la *biología del desarrollo* aplicándola en concreto a la mente humana. Al igual que hay «reglas epigenéticas» en la construcción o desarrollo morfológico de un organismo vivo, *nuestras mentes han sido también moldeadas por reglas epigenéticas que nos inclinan, innatamente, hacia cursos particulares de acción*. Pienso que lo que ellos quieren decir es algo así como que nuestras mentes no son pizarras en blanco en las que se van escribiendo experiencias, conforme aprendemos. Que no todo, en definitiva, es fruto de aprendizaje. Tenemos ciertas inclinaciones a actuar en determinados sentidos. Inclinaciones, que se consideran innatas. Como el temor a las alturas o a las serpientes. Aunque, se añade, ese innatismo no conlleva que quedemos encerrados, como las hormigas, en un comportamiento sin desviaciones.

Esas reglas epigenéticas (al menos, las mejor estudiadas hasta ahora, como las relativas a temores o a la evitación del incesto), añaden los sociobiólogos, *parecen existir por sus virtudes biológicas*. Y ahora se llega al meollo de la cuestión: el «altruismo» —aunque menos documentado— parece seguir el mismo destino, y, a través de él, todo el *entramado ético* de lo bueno y lo malo en que

nuestra vida discurre. Veámoslo con algún detalle, porque volverán a aparecer los fantasmas del pasado.

La sociobiología, antes y ahora, trata de impregnarse del espíritu de la ciencia. Asumiendo las actitudes características de las comunidades científicas en lo que concierne al carácter de los conocimientos que cultivan (repasen ustedes la primera sección de este libro, *La verdad habla por sus bocas*), los sociobiólogos del pasado y del presente no dudan en decir que su punto de partida es la ciencia. Y que la ciencia ha establecido dos proposiciones más allá de toda duda razonable. A saber, una: como *Darwin sabía* (ya lo dijo Darwin), la conducta social animal se halla firmemente bajo el control de los genes y ha sido configurada en aquellas formas que confieren ventajas reproductivas dadas. La otra: como *Darwin también sabía* (ya lo dijo Darwin), los seres humanos son animales. Observen ustedes que para decir algo tan simple como esto¹¹³ se acude a una gran autoridad. La autoridad científica se aduce, obviamente, no para alejar dudas de incrédulos sobre lo dicho, sino para favorecer la aceptación de cuanto va a decirse. Y lo que se va a decir —eso es algo que cualquiera que sepa lógica puede adivinar facilísimamente— es que *la conducta social animal humana está bajo el control de los genes*.

Para que no haya contradicción con lo arriba dicho acerca del papel de la mente en el caso de la especie humana, mente que parece *liberar* al ser humano de la tiranía genética, se completa el razonamiento así: en el caso de la conducta social humana, el control de los genes hay que entenderlo en el sentido de que esas macromoléculas determinan *disposiciones particulares de acción*, reglas epigenéticas, en suma, según las cuales se modelan las mentes humanas. Esas disposiciones inclinan hacia unos cursos de acción y no otros.

Dado el origen filogenético de esas reglas, dado en suma que hay genes que las determinan, los sociobiólogos habrán de aceptar que esos cursos de acción particulares han sido seleccionados naturalmente, frente a sus contrarios, ya que favorecen la eficacia biológica de sus

portadores. En suma, las disposiciones innatas hacia determinados cursos de acción, según las cuales se modelan las mentes humanas, tienen un origen genético y están aquí, entre nosotros, porque —como todo lo seleccionado naturalmente— incrementan el éxito reproductivo en alguna medida. En particular, la disposición al «altruismo» tiene un gran papel en este contexto.

Nosotros somos «genéticamente egoístas». Sin embargo, damos sobradas muestras de «altruismo» con parientes o no. Ese «altruismo» encubre, como hemos visto, un «egoísmo» más profundo, el de nuestros genes. No ayudamos al individuo que es nuestro pariente a reproducirse y con ello vamos contra nuestras propias posibilidades reproductivas. No. Ayudamos a las copias de nuestros genes que hay en ese pariente a fin de que se repliquen. En ese sentido, necesitamos *por naturaleza* ser «altruistas». Porque, por mucho cerebro que tengamos, seguimos siendo —como las hormigas— habitáculos (sofisticadas moradas) de los genes. Necesitamos ser «altruistas», porque así nos lo exigen nuestros genes. A través del «altruismo» individual, los genes hacen más copias de sí mismos de lo que conseguirían en caso contrario. Pues bien, para que seamos «altruistas», los genes han determinado especiales reglas epigenéticas, según las cuales se modelen nuestras mentes, inclinando innatamente algunos de nuestros cursos de acción hacia el altruismo individual.

Obsérvese que ahora acabo de usar *altruismo* sin comillas. No me estoy refiriendo pues a la acción de subordinar mis posibilidades reproductivas a las de otro ser. Estoy hablando, estrictamente, de relaciones sociales de ayuda, de cooperación *desinteresada*. *La naturaleza —dicen los sociobiólogos— nos ha hecho altruistas, para hacernos «altruistas»*. La naturaleza ha generado, en suma, una moralidad, basada en lo bueno de ayudar al otro y lo malo de no hacerlo, con el fin de hacernos «altruistas». Por sí mismos, los individuos humanos no serían «altruistas» entre sí, ya que el «altruismo» significa merma de las propias posibilidades reproductivas individua-

les. Pero, a los genes les «interesa» que los individuos se ayuden, a fin de que aumente el número de sus copias en el acervo de genes de la población de que se trate. Dada esa diferencia aparente de «intereses» entre genes e individuos —en este caso, humanos—, los genes se valen de una treta para superar las *barreras individuales: hacen «crear» a los individuos en códigos morales*. Estos códigos inducen a los individuos a ayudarse en nombre de valores. *La verdad* es que, a través de esa ayuda —a través de comportamientos altruistas—, los individuos están realmente actuando de forma «altruista» sin saberlo.

Para evitarles mayores dolores de cabeza, me voy a permitir interpretar el pensamiento sociobiológico a este respecto. La verdadera historia de la naturaleza viva es la lucha por la existencia de los genes. Los genes tienden a hacer cada vez mayor número de copias de sí mismos. En esa labor los genes se valen de organismos individuales. Dos organismos tales pueden ser extraordinariamente distintos y, sin embargo, pueden compartir copias de un mismo gen ancestral. Para que haya cada vez más copias de ese gen ancestral es preciso que se superen las barreras individuales.

Es necesario, en suma, que los individuos portadores de copias de un mismo gen ancestral cooperen a la mayor replicación posible de esas copias a su vez. El medio de que los genes se han valido en el caso de la especie humana para la superación de esas barreras —significadas por los individuos— ha sido determinar la existencia de procesos según los cuales se modelen sus mentes, inclinando a los seres humanos hacia ciertos cursos de acción. En concreto, los han inclinado a actuar según lo que llamamos «moralidad». Eso explica la gran amplitud con que se sustenta el sistema de creencias, acerca de lo bueno y lo malo, que cae bajo el rótulo de «ética». Pero eso explica también —según los sociobiólogos— el que unos individuos ayuden a otros en sus tareas reproductivas, porque, a la postre, dado el carácter *natural* de la ética no habrá que perder de vista que todo el tinglado

moral no será más que la superestructura de unas relaciones reproductivas cuyo éxito tiende a incrementarse. La moralidad, se dirá, o, más estrictamente, nuestra creencia en la moralidad, es *meramente una adaptación alcanzada para promover —como toda adaptación— fines reproductivos*: una ilusión producida por nuestros genes para inducirnos a cooperar.¹¹⁴

De un modo u otro las ideas básicas de la primera sociobiología siguen aún vigentes. Hay una diferencia importante: ahora se dice que las reglas epigenéticas que modelan nuestros cerebros no son de «obligado» cumplimiento. Es evidente, con todo, que quienes vayan contra esas disposiciones harán que sus genes estén cada vez menos representados en el acervo de genes de la especie humana, porque —no se olviden ustedes— esas disposiciones son genéticas en su origen. Dicho de otro modo, quienes actúen según esas disposiciones tendrán mayor éxito reproductivo que quienes no lo hagan así. Habrá, en suma, una presión evolutiva contra los que no sigan los cursos de acción a que nos inclinan tales reglas. El resultado de todo esto es fácil de imaginar.

Sea como fuere, la sociobiología, en cualquiera de sus etapas, es la teoría de los variados mecanismos de que se valen los genes para hacer cada vez mayor número de copias de sí mismos. Es la teoría en que la unidad de selección es el gen. Estableciendo esa unidad, supera la *paradoja del autosacrificio* individual. Lo hace a costa de considerar los animales no-humanos como lerdos robots, controlados por los genes que moran en sus células; y de considerar a los humanos como dotados de una mente que les posibilita no ser meras *máquinas* de supervivencia para sus genes. Pero esa mente ha sido moldeada por genes que inducen preferencias por ciertos cursos de acción. Al menos, lo ha sido en aspectos tan relevantes como hacer creer al individuo dotado de esa mente que hay valores éticos (de cuño platónico —de existencia separada, en suma) que conviene cumplir. Y hacérselo creer por ser un mecanismo adecuado para favorecer, en último extremo, la labor autorreplicativa de los genes.

Es muy difícil sustentar que las mentes están por detrás de la flexibilidad comportamental, que *los grandes costes de producción biológica* del ser humano requieren, y, al mismo tiempo, decir que esas mentes están innatamente inclinadas hacia aspectos tan importantes como la creencia en la «moralidad», que nos induce a ayudar al otro, porque así ayudamos a nuestros genes. A menos que quiera decirse con ello que el libre albedrío es *tan sólo una ilusión*, que no hay verdadera *plasticidad o flexibilidad mental*. No parece ser este el caso de la sociobiología. Apuesta, ciertamente, porque puede haber desviaciones respecto de los cursos de acción que las reglas epigenéticas favorecen. Mi pregunta es, de nuevo: si esas reglas tienen un origen filogenético, ayudan en suma a incrementar la eficacia biológica de quienes acepten sus «inclinaciones naturales» (es decir: los cursos de acción a que inclinan esas reglas), ¿no habrá habido una presión evolutiva en contra de quienes quieren escapar a tales inclinaciones, que haya motivado la desaparición de sus genes del acervo de genes de la población, o que conduzca a esto mismo en un futuro? De acuerdo con los planteamientos sociobiológicos, ¿no acabaremos teniendo una cultura genéticamente programada? O, ¿la tenemos ya?¹¹⁵

UNAS POCAS PALABRAS A MODO DE EPÍLOGO

He querido en este ensayo ilustrar con casos concretos de la ciencia de nuestros días algunas hipótesis. En particular, que hay tres grandes categorías de teorizaciones. A la primera pertenecen aquellas teorías que tratan de explicar tradiciones operativas, usos técnicos previos. He llamado «tecnologías» al conjunto constituido por esas teorizaciones-de-técnicas. A la segunda categoría pertenecen aquellas teorías que, montándose sobre tecnologías concretas, ofrecen extraordinarias perspectivas de futuro para su aplicación. Estas teorías buscan, a su vez, el amparo de las teorizaciones de la tercera categoría, a saber: los grandes programas de investigación, ampliamente compartidos.

El ejemplo concreto que he escogido es el de la tecnología genético-sintética. Nacida de la teorización de prácticas biotécnicas de, en ocasiones, larguísima tradición, la ingeniería genética no pudo disimular sus riesgos hacia mediados de los setenta. Hacía grandes promesas para un futuro no lejano; tales como acabar con los problemas significados por la escasez de las fuentes energéticas tradicionales, o el carácter muy contaminante de sus alternativas de índole industrial; erradicar el ham-

bre y enfermedades, etc. Pero esas promesas no bastaron para hacer enmudecer a los críticos de la ingeniería genética que, por entonces, demandaban ya algo más que el mero control de los científicos sobre sus productos. Exigían, en suma, *control social*.

Hablar de *control social* sobre su actividad significa para el común de los científicos una ingerencia absolutamente inadmisibile. El científico suele ser elitista. Y sólo la élite científica —considera— está en disposición de juzgar los resultados de su actividad.

Y, entonces, a partir exactamente de 1975 y hasta, aproximadamente, 1980, adquiere carácter sistemático un tipo de aproximación teórica a la conducta social animal no-humana y humana que, desde los sesenta, venía cultivándose tímidamente. Me refiero a la sociobiología.

En un principio la sociobiología, en sus obras de mayor «tirón» popular, tuvo un marcado carácter *biologista simplón*. Se trataba de explicar la conducta social animal sobre la base de puros «juegos» de los genes, en su actividad autorreplicativa. Los genes han seguido múltiples vías, se han valido de múltiples estrategias diferentes en su intento de que haya cada vez más copias de sí mismos. Han construido individuos cada vez más sofisticados y los han usado para sus metas autorreplicativas.

¿Escapaba el ser humano a esa tiranía genética? Si bien es cierto que la prudencia acompañó en un principio a algunos sociobiólogos (como Dawkins), no se puede decir lo mismo de la mayoría de ellos en su tratamiento inicial de la conducta social humana (como Richard Alexander, Robert L. Trivers y, muy particularmente, Michael Ruse). Para éstos el ser humano no escapaba a los dictados genéticos. La flexibilidad comportamental que otros pensadores —no necesariamente *ambientalistas*— creían ver en el caso humano, se desvanecía ante las propuestas iniciales sociobiológicas de considerar el hombre como un ser social más y los animales sociales como puestos bajo el control directo de genes.

Aunque la prudencia hubiera sido fiel compañera de cuantos sociobiólogos inundaron el mercado editorial in-

ternacional con sus obras en los años citados, sus concepciones hubieran llegado, sin embargo, al gran público algo *deterioradas* —lo habitual en estos casos—. Al igual que aconteciera poco antes con la *antropología tremebunda* y sus inquietantes especulaciones acerca del *origen asesino* del ser humano, las divulgaciones de las concepciones sociobiológicas, que se hacen entre 1975 y 1977 (momento crítico —no se olvide— para las aplicaciones de la tecnología genético-sintética), no están tampoco exentas ni de espectacularidad, ni de *morbo*. En 1975, la revista *People*, por ejemplo, titulaba uno de sus trabajos: «La sociobiología es una nueva ciencia con nuevas ideas de por qué algunas veces nos comportamos como hombres de las cavernas». Obviamente, *Reader's Digest* se haría «eco» de la sociobiología en sus páginas, y también *House and Garden* (al menos que yo conozca directamente).

En esos artículos, que llegan al ciudadano corriente, el ciudadano que vota en suma (y que con su voto puede determinar un programa de gobierno), se le cuenta que, tras sus rasgos comportamentales más llamativos, hay genes. Entre esos rasgos están la xenofobia, la promiscuidad sexual del macho humano, el recatamiento de la hembra humana, la agresividad hipertrofiada, etc. A la vez se le pinta un futuro muy, pero que muy negro, en lo que respecta a sus posibilidades de supervivencia. Y, entonces, se le habla (como en *House and Garden* en febrero de 1976) sobre *una esperanza de futuro*. Esa esperanza es la suministrada por la sociobiología a fin de recuperar nuestra auténtica naturaleza, profundizando cada vez más en ella, hasta identificar las razones biológicas de nuestro comportamiento. De antemano, dado el punto de partida de la sociobiología, esas razones no son más que la existencia de genes, causantes directos de comportamientos *indeseables*.

Si a usted, no iniciado en los intrínquilos de la genética y de la psicología de la conducta, se le dicen estas cosas y, al mismo tiempo, se le indica la existencia de tecnologías que pueden intervenir sobre genotipos de seres

humanos, separando de ellos o *cosiendo* en ellos los genes que se desee, ¿qué opinión se haría sobre esas tecnologías en conexión con el futuro humano? ¿Cabría, o no, dejar a un lado la posibilidad de sus *riesgos en el presente* en atención a los beneficios que esas tecnologías pueden significar de cara a la supervivencia misma de la especie humana?

La sociobiología, como teorización de segundo grado, montada sobre la tecnología genético-sintética, buscó el amparo del programa evolucionista neodarwiniano, de amplísima aceptación. Naturalmente tuvo que hacer sus modificaciones. En ese programa la unidad de selección era el individuo. Pero si el individuo seguía siendo la unidad de selección en la concepción evolucionista sociobiológica, todo su *entramado teórico* de genes que usan individuos para sus fines autorreplicativos se venía abajo. En definitiva, el gen se alzaba sobre el podio de «campeón» evolutivo, por ser no sólo lo que muta, sino también lo que controla, desde el más ínfimo carácter anatómico hasta el comportamiento machista. Con todo, cualquier ataque que se hiciera a la sociobiología por esos momentos era traducido por sus defensores en un ataque al programa evolucionista neodarwiniano, ya que ellos se autoconsideran darwinistas ortodoxos. Y la cosa, ciertamente, no es así.

A partir de los ochenta comenzaron a caer jarros de agua fría sobre las expectativas de la tecnología sintética de ser un negocio limpio —no contaminante, rápido y, sobre todo, muy rentable—. La sociobiología, por su parte, ha dado paso a posiciones de moderación, en las que el *biologismo simplón*, de que hacía gala en un principio, parece haber desaparecido en una primera lectura. La tercera sección de este ensayo ha tratado de poner de manifiesto que no es así, que la sociobiología todavía hoy sigue siendo algo *simplona*, pero no tanto como requeriría la salvación humana por lo tecnológico-sintético.

Igual que no es mi deseo que este ensayo se interprete como un ataque a la ciencia, sino a la imagen actual de la ciencia como intento, no de comprensión del mundo,

sino, ante todo, de control del mundo, quisiera concluir esta obra poniendo de manifiesto que tampoco los ejemplos usados constituyen un ataque frontal a las posiciones teóricas —«teorizaciones de segundo grado» las he llamado aquí— que hablan de una *base biológica* para la conducta social humana. Aunque ese es el tema de la continuación de este libro (que llevará por título *La amenaza de las cavernas*), trataré ahora de explicarme brevemente.

Ser analítico, cortar con el *escalpelo* del método analítico, se dice que es algo que constituye la mitad del método de la ciencia. La otra mitad consiste en volver a reunir, *sintetizar*, los productos de cuanto en un principio se ha separado. El proceder científico es ese: analizar/sintetizar. Lo que sucede es que, a veces, los análisis —los distinguos, las separaciones— se hacen de modo tal que parece como si también se pudieran analizar *en la realidad* por separado los efectos de los aspectos que *metodológicamente* se han distinguido. Por ejemplo, se hace un divorcio analítico entre genes y ambientes. Luego, se dice: este individuo mide 1,90 m; vamos a ver cuánto de esa estatura es genético y cuánto ambiental. No se cae en la cuenta de que eso, la estatura en concreto de un individuo, es algo genético-ambiental, es decir: un resultado de las interacciones de genes y ambiente (sin olvidar que unos genes son ya el ambiente interno en que otros genes operan). Quien habla de estatura puede hacerlo perfectamente también de *cociente intelectual*. Una pregunta no demasiado afortunadamente hecha es: ¿Cuánto del cociente intelectual de este individuo es genético y cuánto es ambiental?

El neodarwinismo, igual que defendió desde un principio que los organismos son el resultado de múltiples interacciones entre genes y ambientes —no desequilibrando la balanza, como hace la sociobiología hacia los genes o el *conductismo* hacia el ambiente—, también sustentó una idea importante. Que no puede hablarse de los genotipos como algo correlatado biunívocamente con los fenotipos. Es decir: no puede aseverarse algo así como

«hete aquí este fenotipo, hete aquí este genotipo» y a la inversa. El neodarwinismo introdujo en lugar de esta *simpleza* el concepto de *gama de reacción*: dado este genotipo y en presencia de tales ambientes se generan tales fenotipos. Los fenotipos son el producto de genes-ambientes.

Abordando directamente el llamado «fenotipo comportamental», el conjunto de caracteres de conducta que exhiben los animales y, muy en particular, el hombre, pienso que cabe hacer una matización más. Personalmente pienso que la sociobiología introduce un elemento de distorsión notable entre la estructura orgánica y su función. Una pregunta puede aclarar lo que quiero decir: ¿Hay genes por detrás de la visión, responsabilizándose directamente de ella, en el caso del ser humano? La respuesta no es otra que la visión es, ciertamente, una función que se realiza merced a las interconexiones entre ciertos órganos. Éstos se componen de proteínas. Las proteínas son sintetizadas por genes. Luego, hay genes por detrás de la visión. Pero, desde luego, no hay genes que determinen directamente la visión, que sean responsables directamente de ella. Responder afirmativamente esa pregunta equivaldría a introducir entre la estructura orgánica y sus funciones un elemento extraño: nada más, ni nada menos, que genes que *directamente* se responsabilizaran de ellas, de esas funciones.

Pues bien, algo parecido sucede con la explicación sociobiológica —al menos, inicial— de un buen número de rasgos comportamentales humanos. Yo estoy seguro, absolutamente seguro de que, para los rasgos de que he hablado en este ensayo, hay una base biológica. La hay, en particular, para la agresividad. La agresividad no es un carácter comportamental que podamos explicar con independencia de la existencia de ciertas estructuraciones cerebrales, de ciertas interconexiones neuronales, de ciertas relaciones musculares, etc. Hay base biológica para la agresividad humana, como la hay para la conducta pacífica. Tómese, si no, un par de pastillas de *Valium*. Verá que tengo razón. Lo que a mí me sorprende

es que se haga un problema de esto. ¡Por supuesto que hay base biológica para la agresividad! Lo que ya no está tan claro es que haya *genes responsables directos* de la conducta agresiva humana. Tal vez me equivoque y en un futuro alguien pueda mostrárnoslos. Lo dudo. La agresividad, como la visión, son el producto de múltiples interacciones orgánicas. En ese sentido, son biológicas.

Decir que son biológicas no conlleva sustentar que sean genéticas sin más. Lo «biológico» es siempre el resultado de un proceso de desarrollo en el que están implicadas cosas tan distintas como la historia del tipo de seres de que se trate, los estrictamente llamados «procesos de desarrollo» y la arquitectura del organismo de que se trate. De todo esto he hablado ampliamente en la sección anterior. Ahora sólo quiero decir que es pronto, muy pronto, para aseverar que los procesos de desarrollo se efectúan según cuadros de instrucciones genéticas. Parece que la configuración que se alcanza depende de aspectos no directamente genéticos, como las interacciones de —en algunos casos— masas celulares o distinguos de carácter simplemente químico.

Reducir lo biológico a lo genético es una simpleza, más que una simplicidad. Y, sobre todo, cuando se adoptan posiciones en las que genes van por un lado y ambientes por el otro a la hora de explicar la aparición de rasgos fenotípicos.

Yo no dudo, todo lo contrario, que la agresividad —por poner un caso llamativo— tenga base biológica. Ya he dicho que pienso que la tiene. Y he especificado el porqué. El problema reside no en decir si hay o no base biológica para rasgos comportamentales de este tipo. La cuestión radica, principalmente, en que suele procederse saltando de lo biológico a lo genético sin más. Y, encima, suelen introducirse los genes como elementos intermedios que actúan entre estructuraciones orgánicas y sus más que posibles funciones, responsabilizándose directamente de estas últimas.

Cuando se adopta una postura como la que creo defender las aguas vuelven fácilmente a su cauce. Igual que

los defectos de visión se arreglan con buenas gafas, esos rasgos comportamentales —por muy biológicos que sean— pueden tener también un buen arreglo de ese mismo estilo, cuando presentan algún aspecto «indeseable». Quienes hablan de genético suelen incurrir frecuentemente en la creencia de que lo genético es ineluctable e irreparable, a menos que se arreglen las cosas a nivel genético —claro está.

Ciertos defectos de visión se deben a genes defectuosos y con un buen instrumento *ortopédico* (una simples y humildes gafas) la cosa se arregla. Del mismo modo yo no dudo que algunos rasgos comportamentales de clara base biológica puedan presentar alteraciones *indeseables* debidas a «genes defectuosos», responsables de parte de la síntesis de las múltiples (más que millones) proteínas implicadas en el proceso en cuestión. Pero tampoco dudo, sin embargo, que, sin entrar en el ámbito de la ingeniería genética, no se puedan usar los instrumentos *ortopédicos* adecuados para inhibir de modo suficiente ese resultado indeseable. Disponemos de tales instrumentos ortopédicos. Se llaman, simplemente, «prácticas educativas».

Las prácticas educativas no modelan los seres humanos como si fueran arcilla. Los seres humanos son complicados organismos biológicos. Igual que el resultado de la operación de un gen varía (dentro de unos límites) según el ambiente en que actúa, el producto de las prácticas educativas dependerá también del material biológico sobre el que incidan. Unas prácticas educativas que echen en saco roto la existencia de bases biológicas para la agresividad son unas prácticas educativas abocadas al fracaso.

Los ingenieros genéticos suelen decir —cuando les llevas la contraria—, como el común de los científicos: «Nosotros o las cavernas». Pues bien, miren ustedes por dónde las cavernas constituyen una buena corroboración de las hipótesis que venía sustentando últimamente. Entre los pueblos de las «cavernas», los hay que, estrictamente dicho, no habitan en tales, sino en lugares al aire

libre —como el desierto del Kalahari—, pero saben muy bien cómo inhibir la conducta agresiva. No es, como algunos han sustentado, que esos pueblos no tengan *por naturaleza* ni pizca de agresividad. La tienen. Ellos, como nosotros, son seres humanos con base biológica para un comportamiento agresivo. Lo que sucede es que, a diferencia nuestra (me refiero a los occidentales, en concreto), se dedican a cultivar las relaciones personales y no la posesión de cosas. Se dedican a vivir según unas pautas presididas ante todo por el ideal de la paz y, de acuerdo con ellas, se educan niños y adultos. Porque la labor de inhibir un rasgo comportamental ha de ser continua. Pero, ciertamente, *se puede*.

No es preciso esperar *nuevos redentores*, en la forma de ingenieros genéticos y sus aliados sociobiológicos, que pongan fin a nuestros males comportamentales por hacernos desaparecer —ellos, que no esos rasgos— de la faz de la Tierra. Para mí el futuro humano pasa por un mejor conocimiento de nuestro organismo, una mejor comprensión suya. Pero no para caer una vez más en la tentación de control de la ciencia moderna, sino para hacernos *más humanos* a través de las prácticas educativas más convenientes. Prácticas que, en suma, nos posibiliten no tener que justificar que somos generosos, porque nuestros genes «egoístas» —o las estructuras por ellos configuradas— nos obligan a ello.

1. G. Feinberg, *Claves ciertas*, Barcelona, Salvat, 1986. Se lamenta este autor con estas palabras: «En cierto grado, los jóvenes entran en contacto con la ciencia a través de la escuela y de los libros. Sin embargo, a la mayoría de los niños —por lo menos en Estados Unidos— se les ha presentado una imagen alternativa de los científicos y con unos rasgos muy negativos. En los tebeos, en las películas y en la televisión, el retrato predominante de los científicos es sumamente antipático para los niños... El "científico loco" de los dibujos animados de televisión —que trata de dominar o de destruir el Universo— es sólo una de las manifestaciones que tiene la negativa imagen de la ciencia que aparece en los medios de comunicación social», p. 267. La consecuencia que de todo ello puede seguirse es que se generalice una imagen de la carrera científica como «muy indeseable», p. 268. Con lo cual pocos puedan sentirse en el futuro seducidos por ella. Con los efectos perniciosos para los grupos científicos que de ello se derivarán, a no dudarlo.

Es curioso que Feinberg, en este lugar, aluda a un contubernio de los medios de comunicación para ofrecer esta imagen de los científicos. Una imagen negativa, de la que —añade nuestro autor— no está claro que haya sido trazada voluntariamente con objeto de rebajarla. Pero de la que, lo que sí que está claro —prosigue—, es que se basa en un completo desconocimiento de lo que realmente constituye la tarea del científico.

Para Feinberg los científicos tratan de comprender el mundo, frente a la «aspiración primordial que les atribuye la cultura popular», p. 268, a saber: dominar el Universo. El libro que tiene usted en este momento entre sus manos pretende, precisamente, poner de manifiesto que la atribución de esa aspiración no anda muy desencaminada, no. Lo que tampoco anda errado, de acuerdo con los fines que persigue (mostrar la bondad de un mundo cuyo futuro esté configurado según el modelo de la ciencia presente), es la obra de Feinberg, cuyo título (*Claves ciertas*) ya es, de por sí, muy sugerente del valor que los científicos conceden a sus propios desarrollos.

2. Por una generalización «accidental» se entiende un enunciado del tipo: «Todo tal es cual» que hasta el presente haya resultado ser *casualmente* verdadero. Por ejemplo: «Todas

las monedas que están en el bolsillo izquierdo de mi pantalón gris son de cinco duros» es, claramente, un enunciado que puede ser verdadero ahora. Pero nada obliga a que lo sea.

3. Ya lo dijo Aristóteles, como casi todo.

4. Pueden ustedes consultar, si lo desean, la obra *Los problemas de la filosofía* de B. Russell, Barcelona, Labor, 1975, 4.^a ed.

5. Al menos se han dado, en los últimos tiempos, tres tipos distintos de justificaciones de la inducción: la inductivista, la analítica y la frecuencialista.

Según la *justificación inductiva*, la regularidad pasada (el éxito de la inducción) proporciona pruebas a favor de la regularidad que se espera en el futuro. Esta justificación, pues, supone que el argumento que va de «La inducción ha funcionado en el pasado» a «La inducción funcionará en el futuro» es una inferencia inductiva correcta. Pero parece que la única razón que se puede dar para justificar esta afirmación es que satisface nuestros criterios inductivos comunes. Mas lo que está en juego en todo este asunto es si tenemos, o no, justificación alguna para suponer que es correcta una inferencia que satisface nuestros criterios inductivos comunes. Por tanto, la *justificación inductiva* de la inducción parece suponer que *esto es así* para probar que *es así*. Y, en consecuencia, es circular.

La tesis básica de la *justificación analítica* es que la inferencia inductiva es racional o está justificada. Y lo es porque decir de una inferencia inductiva que es *correcta* equivale, simplemente, a aseverar que *tiene una forma similar a la de ejemplos estándar de dicho tipo de inferencias*. Por lo demás, no se produce aquí círculo vicioso alguno, ya que no podemos preguntarnos sensatamente si los ejemplos de las inferencias inductivas, supuestamente correctas (por medio de las cuales se nos ha enseñado el significado de lo que es una inferencia inductiva correcta), son, en realidad, correctas. Con todo, podría añadirse que decir de una inferencia que es correcta no es, o no es *simplemente*, clasificarla como similar a ejemplos estándar. Es, al menos en parte, *expresar una cierta clase de aprobación hacia ella*. «Correcto» es un término evaluativo, por lo que, tras haber aprendido su significado al mostrársenos ejemplos de inferencias (en este caso, inductivas) de las que se dice que son «correctas», podemos plantearnos con toda razón si esas inferen-

cias llamadas «correctas» son, en realidad, dignas de la *evaluación positiva que contiene ese término*. De este modo se vuelve a plantear el problema de la inducción.

Fue, finalmente, Hans Reichenbach quien dio origen al tercer tipo de justificación: la *frecuencialista o pragmática*. Para él la tarea de la inducción es estimar el límite de una frecuencia relativa en una serie infinita de eventos. Sin embargo, con ello, ha abierto la puerta, por lo menos, a tres molestísimas consecuencias: estamos obligados, en primer lugar, a suponer que, siempre que se afirme una generalización inductiva como «Todos los cuervos son negros», nos comprometemos con la insostenible suposición metafísica de que hay un número infinito de cuervos. Según este análisis, en segundo lugar, un enunciado como el anterior podría ser verdadero —es decir, el límite de la frecuencia relativa de la negrura en la serie infinita de los cuervos podrá ser del 100 por 100— aun cuando hubiera innumerables cuervos que no fueran negros. En tercer lugar, al hacer que el significado de una generalización inductiva dependa de la disposición de los elementos en una serie, si se altera tal disposición, es posible cambiar el límite de una frecuencia relativa en esa serie.

Sobre todas estas cuestiones les recomiendo a ustedes la lectura del libro *La justificación del razonamiento inductivo*, editado por R. Swinburne, Madrid, Alianza, 1976. También es interesante el texto *Inducción y probabilidad* de Max Black, Madrid, Cátedra, 1979. Este último libro lleva una buena introducción de Alfonso García Suárez acerca de la historia y justificación de la inducción.

6. Popper lo hizo ya en 1934, con su *Lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1962. Es recomendable la lectura de su *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos, 1974, sobre todo su capítulo primero. Voy a intentar explicarles cuál es la pretensión de Popper.

No puede ser cierto que lo que los científicos buscan sean teorías (enunciados) de la máxima probabilidad. Si así fuera, las teorías científicas no tendrían prácticamente «contenido». Pocas consecuencias contrastables con el mundo se seguirían de ellas. Porque, ya se sabe, las teorías más probables son las más vacías, «las que menos arriesgan». Pero, las teorías científicas pretenden, ante todo, informar sobre el mundo. Y las teorías mejores son las que más informan. Ahora bien las que más informan son las que mayor probabilidad tienen de «equivocarse», de ser «contradichas» por el mundo, de ser «refutadas».

Una teoría así refutada es llamada por Popper «falsada». La ciencia, entonces, según Popper, no busca teorías de la máxima probabilidad, sino teorías «audaces», de gran contenido, con alta probabilidad de ser falsadas.

7. Pueden ustedes ver a este respecto mi artículo: «Un panorama crítico de las principales concepciones actuales de la filosofía de la psicología. Parte I: Desarrollos Generales», *Revista de Historia de la Psicología*, Valencia, vol. 5, 1984, n.º 4, p. 171-186.

8. No hay que confundir estos «estructuralistas» con los antropólogos estructuralistas. Se trata de una aproximación filosófico-científica, que halla su biblia fundacional en una obra publicada en 1971, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, de J. D. Sneed. Como todo en la vida, tenía precursores. En particular, P. Suppes.

La obra de Sneed encontró un enorme eco en Munich, donde W. Stegmüller —maestro en estas lides— supo hacerla accesible. A pesar de ello, la literatura secundaria sobre estos temas sólo sigue cultivándose hoy en la capital bávara y en algunas (poquísimas) sucursales.

Para más detalles, pueden ustedes ver, por ejemplo, *Teoría y experiencia*, Barcelona, Ariel, 1979, y *Estructura y dinámica de teorías*, *ibid.*, 1983, ambas de Stegmüller. O bien, *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza, 1982, de V. Moulines.

9. Véase a este respecto la obra, muy bien documentada, de M. Medina. *De la techne a la tecnología*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1985.

10. La creencia común, hasta Leeuwenhoeck (1632-1723), era la de la «generación espontánea» de la vida. Si pones carne en un plato, vuelve al cabo de unos días y la verás repleta de gusanos. Se habrán generado *espontáneamente* gusanos. Pero no sólo éstos podían «generarse». Eran conocidas y corrientes las fórmulas en la Edad Media para producir, incluso, ratones. Bastaba con poner en un frasco trigo y ropa con sudor humano.

Antes de Leeuwenhoeck, se le ocurrió a Francesco Redi (un médico italiano, 1626-1697), que los gusanos de la carne bien podían ser larvas de mosca. Un frasco, conteniendo carne, pero tapado con un tul, no generaba ciertamente gusanos.

Pero, sólo los primitivos —aunque con la suficiente potencia— *microscopios*, creados por Leeuwenhoeck, permitieron descubrir la increíble abundancia del mundo microbiano.

11. Se considera que, históricamente, ha habido dos grandes líneas de pensamiento a este respecto. En una —que se hace provenir de Galileo— se trata de explicar un fenómeno a partir de la localización de las causas del tipo: ¿Por qué? La pregunta acerca de estas causas sólo puede tener respuestas en la forma de cláusulas del tipo «Porque...». Así, por ejemplo, yo puedo preguntar: «¿Por qué los pájaros tienen alas?». La respuesta, en la perspectiva galileana, podría ser, por ejemplo: «Porque ha habido una serie de mutaciones, azarosamente producidas, sobre las que ha operado el mecanismo de la selección natural, eligiendo aquellas estructuras y funciones más adecuadas para incrementar la eficacia biológica de sus portadores». Luego, la respuesta puede concretarse más, atendiendo las circunstancias particulares de la evolución de las aves. En cualquier caso, se dice que, mediante esta suerte de respuestas, «se explican los fenómenos».

En la otra tradición, la denominada «aristotélica» (es obvio el porqué del nombre), se trata de *comprender* un fenómeno. A este respecto se atienden causas *finales*, motivos o intenciones. Se trata de dar respuestas del tipo «Para que...».

Las diferencias entre *explicar* y *comprender* se hacen evidentes en casos que tengan que ver con la esfera de la acción humana. Si yo pregunto, por ejemplo, «¿Por qué vota usted al Partido Tal?», usted puede responder, quizá, «Porque la Constitución me ampara en ese derecho», pero también puede decir «Porque con mi voto quizá gane el Partido Tal las elecciones y pueda arreglar la situación del paro en este país». En la última respuesta hay una declaración de intenciones. Se dice que sólo declaraciones de esta índole pueden dotar de *significado* las acciones humanas. *Comprender* una acción es captar, precisamente, su sentido o significado. *Explicarla* es tan sólo mostrar sus causas eficientes.

Estas diferencias se dice que son tan grandes que, de hecho, la filosofía de las ciencias humanas sigue teniendo hoy, como asignatura pendiente, si, en ellas, se explica o se comprende.

A este respecto, aparte del ya clásico *Verdad y método* de Hans-Georg Gadamer, Salamanca, Sígueme, 1977, pueden ustedes leer el libro de George G. Von Wrigth (bastante más ame-

no que el anterior), *Explicación y comprensión*, Madrid, Alianza, 1979.

12. Ese modo de darse los fenómenos es el que posibilitó ciertas prácticas previas: las recogidas en tradiciones operativas. Con seguridad que la producción de los primeros yogurs debió de ser casual. Pero, a partir de cierto momento dado, comenzaría a saberse que la leche, mezclada con una porción de yogur y sujeta a determinada temperatura, se convierte en más yogur. Eso debió de permitir contar con ese alimento muchísimo antes que se localizasen los microbios que lo producen y se conociese teoría de la fermentación alguna.

13. Sobre este tema hablaré en la sección 2. Aquí diré por adelantado que el ADN —el Ácido Desoxirribonucleico— es la molécula *fundamental de la vida*. Constituye los *cromosomas* y en éstos hay partes responsables de la síntesis de los *aminoácidos*. Los aminoácidos (en número de veinte) se unen, a su vez, para formar las *proteínas*. Y las proteínas son el componente principal de los organismos vivos.

Hoy día estudian estas cosas nuestros párvulos. Pero, para llegar a establecerlas, debió transcurrir mucho tiempo. Exactamente, desde 1869, fecha en la que Frederick Miescher descubrió el ADN, hasta —nada más ni nada menos— 1952, cuando Alfred Hershey y Martha Chase demostraron sin lugar a dudas que el ADN es el material hereditario.

El que se tardara tanto en aceptar el ADN como el material hereditario se debió, en buena medida, a una hipótesis dominante entre los biólogos de finales del siglo pasado y la primera mitad del presente. Se puede formar un número prácticamente ilimitado de proteínas variando el orden de combinación de los veinte aminoácidos. En cambio, el ADN está constituido por cuatro bases nitrogenadas: dos purinas (adenina y guanina) y dos pirimidinas (citosina y timina); y además se aceptaba como *dogma* (debido a Phoebus Levene) que la estructura del ADN estaba constituida por un mismo grupo de cuatro de estas bases repetido, a saber: Guanina-Citosina-Adenina-Timina. Por ello, concluye Gribbin en su conocida obra *En busca de la doble hélice*, Barcelona, Salvat, 1986: «Todos sabían que el ADN era una molécula idiota, compuesta por un modelo repetitivo, por lo que todos aceptaron también que la información que almacenaban los cromosomas debía encontrarse en la proteína», p. 162.

Es decir, el ADN tenía una estructura repetitiva. En cambio, se podían formar, a base de la combinación de los veinte aminoácidos, múltiples y diversas proteínas. ¿Cómo podía ser, entonces, el ADN el responsable de la síntesis de esas proteínas? O, lo que es lo mismo, ¿cómo podía ser el ADN el material hereditario? Se sabía que, junto al ADN, en los cromosomas había también proteínas. ¿No sería, entonces, una mejor hipótesis aquella que estableciera que los responsables de la síntesis de las proteínas eran las proteínas mismas presentes en los cromosomas? Estas proteínas de los cromosomas actuarían, entonces, como *modelos* o *patrones* según los cuales se sintetizarían las otras proteínas. Todo parecía encajar. Pero lo bien cierto es que pronto se descubrió algo que hizo temblar el edificio.

Albrecht Kossel, trabajando con espermatozoos de salmón advirtió, primero, que el ADN presente en ellos pesaba el doble que las proteínas que, asimismo, los integraban; y, segundo — y más importante — que esas proteínas eran particularmente simples: se trataba de pequeñas moléculas compuestas casi totalmente por un sólo aminoácido (la arginina). La conclusión era obvia. Si la molécula de ADN se tildaba de «idiota», porque su mensaje era una simple repetición de las cuatro bases Guanina-Citosina-Adenina-Timina, ¿de qué debería tacharse una molécula cuyo único mensaje fuera arginina-arginina-arginina...? ¿Por qué no podía ser el responsable de la síntesis de proteínas el ADN y, en cambio, había de serlo una proteína de estructura tan sencilla? Desde luego lo que cayó por su base fue la consideración de que las proteínas de los cromosomas eran los «modelos» según los cuales se fabricaban las otras proteínas. Se había descubierto que, en los espermatozoos (sería mejor decir: en algunos espermatozoos — los de salmón en concreto), sólo había un patrón que imitar: arginina-arginina-arginina...

En 1951, se sabía ya —frente al «dogma» de Levene— que las proporciones de las cuatro bases no eran iguales. Erwin Chargaff observó que las proporciones no eran cualesquiera. La cantidad de adenina era tanta como la de timina. La de guanina tanta como la de citosina.

En 1953, James Watson y Francis Crick construyeron un modelo tridimensional del ADN en el que todo parecía encontrar explicación. El ADN quedaba representado como una doble hélice enrollada que giraba a derechas. Para hacerse una idea, no es mala la imagen de una escalera caracol que gire a derechas. El esqueleto externo estaba constituido por cadenas

de azúcar y fosfato; el interno, por las bases nitrogenadas combinadas entre sí de modo específico: la adenina sólo puede aparearse con la timina; la guanina únicamente con la citosina. La simetría de la que hacen gala esos pares de bases permite que se puedan insertar en la doble hélice de dos maneras:

Adenina-Timina	Timina-Adenina
Guanina-Citosina	Citosina-Guanina

De esta manera, en una cadena de ADN pueden acaecer todas las permutaciones posibles de las cuatro bases. Esa posibilidad permitía adecuar la estructura del ADN a lo que se esperaba del material hereditario, a saber: poder dar cuenta de la enorme variedad de proteínas formables a partir de los aminoácidos.

Para conocer más detalles sobre la historia del ADN, pueden ustedes recurrir a la lectura del ameno libro de Gribbin arriba mencionado. También les recomendaría echaran una ojeada al libro de James D. Watson, John Tooze y D. T. Kurtz, *ADN recombinante*, Barcelona, Labor, 1986.

14. Es decir, han tenido la capacidad de colonizar los más diversos ambientes, desde que aparecieron en la Tierra: hace, quizá, ¡unos cuatro mil millones de años! Son, pues, casi tan viejas como nuestro mismo planeta.

15. Una de las características más notables de las bacterias es la gran facilidad de la que hacen gala para adecuar su metabolismo a un entorno cambiante. Y esto es particularmente grave cuando ese entorno varía precisamente porque en él está presente un antibiótico. Dicho de otro modo: las bacterias presentan una notable capacidad para «resistir» antibióticos. No es que generen *autodefensas*. El procedimiento es otro.

Supóngase que hay una colonia de unos cuantos millones de bacterias y que la sujetamos a la presencia de un antibiótico, por ejemplo tetraciclina. Es posible que entre esas bacterias haya una con un gen que la haga resistente a la tetraciclina. Morirán entonces todas las bacterias menos ésa. Dadas las enormes facilidades reproductivas de las bacterias (la bacteria se limita a crecer hasta alcanzar un tamaño máximo; entonces, se divide en dos) pronto nuestra bacteria con el gen que la hace resistente a la tetraciclina habrá originado numerosísimas bacterias hijas y todas ellas con el gen de la resistencia a la tetraciclina.

Además, en la colonia bacteriana, es frecuente que haya intercambio de información genética entre sus apiñados componentes. Las bacterias emiten proyecciones a través de las cuales se pasan diminutas circunferencias de material genético: los llamados «plásmidos». En éstos, precisamente, se localizan los genes de resistencia a los antibióticos.

De manera que, no sólo una bacteria puede transmitir la resistencia a sus bacterias sucesoras, sino, además, «regalarla» a otras bacterias de su colonia. El resultado es, en cualquier caso, este: pronto el mismo antibiótico será ineficaz para el tratamiento de la misma enfermedad. Eso se sabe hoy muy bien, dado el uso y abuso que de los antibióticos se hace en medicina para «curar» dolencias de escasa entidad. Con ello lo que se hace es generar resistencias que harán inefectivo un tratamiento cuando la dolencia sí lo requiera.

16. Para el concepto de «falsable», pueden ustedes ver la nota 6. Los programas metafísicos de investigación paradigmáticos son, según Popper, el marxismo y el freudismo. En ambos casos, *todo* puede explicarse; pero *nada* predecirse. No hay un solo caso que, en principio, pueda refutarlos. Todos los casos encuentran explicación dentro del programa.

17. De estos programas hablaré ampliamente en la sección 3. De momento aquí quiero decir tan sólo que se trata de las teorías de la evolución de Darwin y de la llamada «teoría sintética de la evolución»; respectivamente. Lo común a una y otra es que consideran la selección natural como el principal mecanismo que impone «orden» sobre el conjunto de mutaciones, producidas éstas al azar.

18. Hasta muy recientemente la imagen que se tenía de los genes era la de porciones de ADN que ocupaban determinados lugares en los cromosomas. Esas porciones o bien eran responsables de la síntesis de proteínas, o bien regulaban el funcionamiento de otros genes sintetizadores de proteínas. Se les llamaba, en consecuencia, «genes estructurales» o «genes reguladores», respectivamente. Pero, en cualquier caso, se les imaginaba como «cuentas» ensartadas en el largo «collar» que es un cromosoma.

Ya saben ustedes que la síntesis de proteínas no se efectúa directamente a partir del ADN. Éste se copia en otra macromolécula, llamada ARN. La diferencia más llamativa entre el

ADN y el ARN es que la base Timina del primero está reemplazada por otra base muy parecida, denominada «Uracilo», en el segundo.

De hecho cabe distinguir tres tipos de ARN: el *ribosómico*, el *ARN-mensajero* (ARN-m) y el *ARN-transferente* (ARN-t). El primero compone, junto con una cantidad aproximadamente igual de proteína, los ribosomas. Éstos son unas partículas citoplásmicas subesféricas de unos 20 mm de diámetro, que tienen un gran papel en la síntesis de proteínas. Pero ese papel no depende, precisamente, del ARN que los constituye. En efecto, ese rol corresponde a los otros dos ARN mencionados.

El ADN se copia, primero, en ARN-m. Éste abandona el núcleo celular a través de poros que hay en su membrana y pasa al citoplasma. Allí el ARN-m se encaja en un ribosoma, se desliza entre las dos subunidades desiguales que lo componen y sus bases son leídas en *grupos de tres*. Cada grupo de tres bases, cada «triplete», constituye —se sabe hoy— una instrucción para la síntesis de un aminoácido, o bien una señal de parada (stop) de la síntesis de una proteína. Se le llama «codon», porque sus tres bases *codifican* instrucciones de síntesis. Así, por ejemplo, Adenina-Uracilo-Guanina es el codon para la síntesis del aminoácido «metionina»; en cambio, Uracilo-Adenina-Adenina significa «stop». Para el mismo aminoácido puede haber más de una instrucción de síntesis, más de un codon. Por ejemplo, la glicina puede ser sintetizada por los tripletes Guanina-Guanina-Uracilo, Guanina-Guanina-Citosina, Guanina-Guanina-Adenina y Guanina-Guanina-Guanina.

Pues bien, cuando el triplete, por ejemplo, Guanina-Guanina-Guanina es «leído» por el ribosoma en el que el ARN-m está encajado, entra en funcionamiento el tercer tipo de ARN, el llamado «ARN-t». Los diferentes aminoácidos están unidos a las pequeñas moléculas que forman este ARN-t. Los ARN-t poseen a modo de «cabezas» (o lazos; se les denomina, precisamente, «laços de anticodon») de tres bases nitrogenadas. El ARN-t, por ejemplo, que lleva adosado el aminoácido «leucina», contiene en su «lazo» el triplete Adenina-Adenina-Citosina. Supongamos, entonces, que un ribosoma dado lee el triplete Uracilo-Uracilo-Guanina en el ARN-m que se le haya encajado. Entonces, el ARN-t, cuyo lazo contenga el triplete complementario Adenina-Adenina-Citosina, se «apareará» en ese punto, es decir se unirá a ese triplete del ARN-m. El aminoácido leucina, adosado al ARN-t en cuestión, se añadirá a la cadena de proteína que se hubiere sintetizado hasta

ese momento. El ribosoma se desplazará, luego, al triplete siguiente.

Los pasos, en suma, que se habrán dado son los siguientes. Primero, una porción de ADN, que contenga el triplete Adenina-Adenina-Citosina, es copiada en una molécula de ARN-m, que contendrá, entonces, el triplete respectivo Uracilo-Uracilo-Guanina. Esta molécula de ARN-m se encajará entre las dos subunidades componentes de un ribosoma. Éste comenzará su «lectura». Cuando llegue al triplete en cuestión, a él se unirá un ARN-t, cuyo lazo contendrá el triplete complementario (el anticodon) Adenina-Adenina-Citosina. La especificidad en el apareamiento de bases, es decir el hecho de que siempre Adenina se una a Timina (en el ADN; y a Uracilo en el ARN) y Citosina a Guanina, es la clave de la gran simplicidad con la que los organismos operan en la síntesis de proteínas.

Pues bien, hasta muy recientemente —hasta el verano, más o menos, de 1977— se tenía la idea de que cada gen era una porción de ADN, como ya he dicho, *continúa*, que ocupaba un lugar determinado en un cromosoma. La sorpresa sobrevino cuando se identificó en laboratorio un hecho de gran alcance. El ARN-m que se encaja en un ribosoma, no es, sin más, la copia de una porción de ADN. Entre ésta y aquél hay un ARN intermedio.

En efecto, lo que los equipos de Phillip Sharp (Instituto Tecnológico de Massachusetts) y Richard Roberts (Cold Spring Harbor) descubrieron en 1977 fue que una porción de ADN es copiada, primero, en una molécula de ARN-m. Luego, se hacen una serie de «bucles» en esta molécula y ¡el ARN-m se corta por el principio y el final de cada uno de esos bucles! Las porciones de ARN-m de esos bucles se eliminan. El ARN-m que queda se suelda, a su vez, por los puntos de inicio y fin de cada bucle. Y es este ARN-m, y no la copia directa del ADN, lo que se encaja en un ribosoma para iniciar la síntesis de una proteína.

Las porciones «bucleadas» no contienen mensajes para la síntesis de las proteínas. Sólo los contienen las porciones que constituyen el segundo ARN-m, el denominado «ARN-m maduro». A las porciones de ADN, que corresponden a bucles, se las denomina «intrones». Son secuencias de bases nitrogenadas que se consideran «no significantes» desde el momento en que su copia es eliminada del ARN-m maduro. ¿Para qué sirven? Hay muchas hipótesis al respecto. La mayor parte son conjeturas carentes de toda base. A las otras secuencias, a las «signifi-

cantes», se les denomina «exones» (del latín *exire*, que significa «salir», porque son las secuencias que, formando parte del ARN-m maduro, salen al citoplasma y se encajan en un ribosoma).

El concepto clásico de gen ha muerto gracias a las prácticas de los ingenieros genéticos. Los genes ya no son «cuentas» en el collar que forma un cromosoma. Ya no son como niños disciplinados que ocupan su lugar en la fila que es un cromosoma. Son retazos de ADN, constituidos por secuencias que codifican la síntesis de ciertos aminoácidos, rotas —intervenidas— por otras secuencias que no se sabe para qué están ahí.

Luego, los exones y los intrones que, en su conjunto, constituyen un gen (una porción de ADN responsable de la síntesis de una proteína, o de la regulación de la actividad de otros genes), están, a su vez, separados por secuencias de bases nitrogenadas de (en ocasiones) extraordinaria longitud y de las que tampoco sabemos demasiado (aparte del hecho obvio de que separan genes. Pero, ¿por qué esas longitudes?). Son las llamadas «secuencias intergénicas». Repito, no se sabe si estas secuencias son completamente inútiles o qué. Lo que sí que está claro es que sus longitudes son tales que sólo el 10 % del ADN de un cromosoma (por ejemplo, humano) son «instrucciones» que tienen que ver con la síntesis de proteínas. ¿Y el resto?

Un último hecho, asimismo sorprendente, con el que han apabullado la imagen clásica del gen los ingenieros genéticos. En el genotipo (de los *eucariontes*, es decir de los seres cuyas células tienen núcleo y de los que venimos hablando en esta nota) hay secuencias de bases nitrogenadas que *se repiten miles de veces*. Es célebre a este respecto la llamada secuencia «Alu», abundantísima en los mamíferos (¡Unos 300.000 ejemplares por genotipo!). ¿Para qué tantas repeticiones? De nuevo, hay hipótesis para todos los gustos, hasta los más disparatados.

No sólo las prácticas de los ingenieros genéticos han tenido este impacto teórico. El primer ADN *sintetizado* en un laboratorio, exactamente por Alexander Rich en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, *¡giraba hacia la izquierda!* Es decir, no era este ADN una doble hélice dextrógira —que gira hacia la derecha—, como se había encontrado corrientemente y como, además, el modelo de Watson-Crick suponía.

El ADN descubierto, bautizado como «ADN-Z», frente a la forma habitual denominada «ADN-B», era, nada más y nada menos, que una doble hélice levógira. Su síntesis abrió el interrogante acerca de su posible existencia «natural», en sistemas

biológicos en definitiva. Y se halló. Se sabe hoy, además, que el ADN-Z está íntimamente ligado al control de qué genes se expresarán, es decir qué genes operarán sintetizando proteínas, y cuáles serán silenciados en cada caso. Lo que no se sabe muy bien es cómo acaece tal cosa.

Sobre todos estos temas les recomiendo a ustedes la lectura del libro de Jeremy Chérfas, *Introducción a la ingeniería genética*, Madrid, Alianza, 1984; y sobre todo, la obra ya citada de James D. Watson, John Tooze y David T. Kurtz, *ADN recombinante*, Barcelona, Labor, 1986.

19. No siempre es así. Hay ADN que gira a izquierdas. Es el ADN-Z del que hablo en la nota anterior.

20. Hacia 1952, Salvador Luria y Mary Human comenzaron a investigar un fenómeno muy interesante, que tenía que ver con la infección de bacterias por parte de virus. Los virus pueden infectar células o bacterias. Los virus que infectan bacterias se denominan «bacteriófagos» o, simplemente, «fagos».

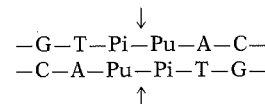
Pues bien, el fenómeno en cuestión consistía en que algunas cepas de bacterias conseguían evitar el ataque de los virus. Para este hecho se acuñó el término «restricción». Se decía, en definitiva, que esas bacterias («bacterias de restricción») restringían el crecimiento de cierto tipo de fagos.

Luria ofreció como explicación de este hecho el que las bacterias de restricción debían de ser capaces de analizar el ADN que contuvieran, pudiendo distinguir el propio del «foráneo». Una vez localizado el ADN extraño, la bacteria de restricción podría cortarlo mediante enzimas («enzimas de restricción») y separarlo del genotipo propio. Como había supuesto correctamente Luria, se demostraría más tarde que el ADN propio tenía en estos casos una marca de fábrica, que lo distinguía del ajeno. (Consistía en algo tan simple como que ciertas bases específicas de dicho ADN sufrían una pequeña modificación: uno de sus átomos de hidrógeno se reemplazaba por un grupo metilo [CH₃].) Esa marca lo protegía de la acción de los enzimas de restricción.

En 1968, en un artículo publicado en *Nature* («DNA restriction enzyme from *E. coli*», 217, pp. 1.110-14), Matthew Meselson y Robert Yuan comunicaban su hallazgo de, aproximadamente, media milésima de gramo de un enzima puro de restricción que actuaba en *E. coli*. Se trataba de un *endonucleasa*, es decir de un enzima que actúa dentro de una doble hélice de

ADN para romperla. Este enzima de restricción parecía operar en dos etapas: primero, producía la ruptura en una de las cadenas del ADN; luego, al cabo de unos 30 segundos, parecía romper la otra cadena. La cosa sucedía, además, como si el enzima de restricción «reconociese» los puntos por donde debía practicar las incisiones.

En 1970, Hamilton Smith, trabajando con la bacteria *Haemophilus influenzae* (que tenía la propiedad de «degradar» con mucha rapidez el ADN de fagos extraños), encontró el primer enzima de restricción del que se pudo probar, sin lugar a dudas, que operaba en secuencias de bases perfectamente determinadas (las llamadas «dianas»). En concreto ese enzima (denominado *Hind II*) se unía a la diana:



donde las flechas indican los puntos de ruptura o incisión; Pu es una purina (Adenina o Guanina) y Pi es una pirimidina (Timina o Citosina).

Desde entonces se han descubierto restrictasas que operan en más de 300 estirpes de bacterias con más de 100 dianas distintas. Para acabar, añadiré que Richard Roberts (del Cold Spring Harbor) —del que ya he hablado en relación con el descubrimiento de los «genes partidos» (nota 18)— viene publicando desde 1978 una lista de los enzimas de restricción que se conocen: esos enzimas de restricción que, como bisturís microscópicos —cortando por dianas específicas—, iban a significar, de hecho, una auténtica revolución en el mundo de la genética.

21. La foto de la cabra-oveja con que se inicia uno de los apartados siguientes (*A la puerta del Edén*) habla por sí sola. Por «bacterias-sapos» o «bacterias-humanos» quiero referirme a seres con ADN recombinante de ADN de bacteria y ADN de sapo o ser humano respectivamente. En este contexto, quiero señalar que uno de los primeros experimentos con ADN recombinante (1973) consistió en insertar en un plásmido parte del ADN de un sapo (*Xenopus laevis*) y en transferir, luego, ese plásmido a una *E. coli*. Para más detalles recomendaría la lectura del libro de Nicholas Wade, *The Ultimate Experiment*, Nueva York, 1977.

En cualquier caso, conviene que ustedes no pierdan de vista que, al trabajar con ADN recombinante, no se mezclan los ADN de individuos distintos, sino que se *juntan*. Eso significa que, como en el caso de la cabra-oveja, no se obtendrá un ser que mezcle los rasgos de cabras y ovejas —como el rosa es la mezcla del rojo y el blanco—. Se obtendrá un ser que tendrá rasgos de cabra y rasgos de oveja, dependiendo los primeros del ADN-cabra y los segundos, obviamente, del ADN-oveja.

22. Pueden ustedes leer a este respecto el artículo de Horace Freeland Judson, publicado en la revista *Harpers*, en junio de 1975, p. 70 y ss.

Lo bien cierto es que Berg no quedó convencido de inmediato por las palabras de Pollack. Tras efectuar numerosas consultas con colegas y no alcanzar seguridad absoluta de que su experimento fuera inocuo, renunció a él. (Para más detalles, pueden ustedes ver el libro de Nicholas Wade, *The Ultimate Experiment*, Nueva York, 1977.)

23. Pueden ustedes ver la obra de Jost Herbig, *Los ingenieros genéticos*, Barcelona, Argos Vergara, 1984, pp. 86-87. A pesar de que el original (alemán) de esta obra es de 1978, para mí sigue siendo un magnífico estudio de las implicaciones sociales de la ingeniería genética. Es un libro accesible en el que la evolución de la comunidad de genético-sintéticos desde 1970 hasta 1977 está magníficamente descrita.

24. Esas normas impusieron también la obligación de trabajar con plásmidos «seguros». Es decir, plásmidos que no pudieran ser transferidos de bacterias seguras a inseguras. Su obtención fue sencilla. Bastó con «construir» plásmidos que careciesen de genes que les posibilitasen ese tránsito.

25. En Asilomar se acordó establecer cuatro gradaciones de seguridad de tipo *físico* y tres de tipo *biológico*.

Los cuatro grados físicos se rotularon con las claves P1 a P4. P1 representa el grado más bajo, asequible a todos los laboratorios de biología. En cuanto al grado P4, hay que decir que, ya en la temprana fecha de 1978, sólo había un laboratorio en todo el mundo que cumpliera sus requisitos de seguridad.

Los tres grados biológicos conciernen al trabajo con cepas de *bacterias* que van desde las llamadas cepas K12 de *E. coli* K1 a cepas de bacterias que tienen una capacidad de supervi-

vencia en condiciones normales casi o totalmente mermada (EK 2 y EK 3). La cepa K12, por su exuberante uso en los laboratorios por decenas de años, está muy debilitada. Puede vivir, es cierto, algún tiempo en el intestino humano, pero pronto es desplazada por otras cepas naturales. Con todo, la prudencia exigía crear bacterias más seguras.

En Asilomar se dijo que se podrían fabricar bacterias del tipo EK 2 en unas cuantas semanas. Hubo que esperar a fines de 1976 para poder disponer de las primeras, por obra y gracia —como sabemos— de Roy Curtis III.

Este tiempo pareció demasiado largo para algunos ingenieros genéticos, como el famoso James D. Watson. La verdad es que poco después de la reunión de Asilomar, Watson se había alineado con aquellos que comenzaban a difundir algo así como que «el problema» debatido en Asilomar no era un «problema real». Tras tachar de *irracional* toda esa «historia de Asilomar», Watson atacó las normas de seguridad considerando que impedirían el despegue de las investigaciones con ADN recombinante.

La verdad es que Watson no se privó de criticar, incluso de insultar, a aquellos colegas suyos que habían planteado la posibilidad de riesgos en el trabajo con el ADN Recombinante. Estas gentes, preocupadas por el manejo de «herramientas vivas» cuyos entresijos no conocían del todo, eran para él no otra cosa que una «panda de borricos». Pueden ustedes ver a este respecto Arthur Lubow, *New Times*, 1977, p. 48 y ss.

La pregunta que cabría formular aquí es de dónde le podían provenir a Watson sus «seguridades». Lo triste del caso es que esas seguridades parecían estar dictadas por intereses propios. Porque, ¿eran una panda de borricos los que, por prudencia, querían normas de seguridad a las que sujetar sus experimentos o aquellos otros que pensaban que no había peligro alguno? ¿Sabía Watson cuántos experimentos se estaban realizando hacia 1975 con consecuencias imprevisibles de tipo infeccioso y ecológico, como señalan entre otros Berg y Cohen? Por cierto, este último es Stanley Cohen, el primero en descubrir un pequeño plásmido de *E. coli* que contiene una sola diana de *Eco* RI, plásmido denominado, por ello, pSC101 (p de plásmido; SC de Stanley Cohen). Es decir, Cohen no era un cualquiera; a él se debió el descubrimiento, nada más ni nada menos, que del primer «vehículo» adecuado (ese plásmido) para hacer llegar un gen extraño a una célula huésped. Pues bien, Cohen aseveró, por ejemplo, en *Scientific American* (julio de 1975) que el cono-

cimiento de lo que planeaban experimentalmente algunos de sus colegas le puso sobre alerta. Se estaba actuando a la ligera, sin tener en cuenta riesgos, absolutamente previsibles, de tipo infeccioso.

26. Todas las plantas necesitan nitrógeno para elaborar proteínas. El aire está constituido en un 80 % por ese gas. Pero las plantas no pueden absorberlo directamente. Han de obtenerlo del suelo en forma de compuestos de nitrógeno. De ahí que una gran parte de la agricultura mundial dependa de abonos «sintéticos», que suministran a las plantas compuestos de nitrógeno (especialmente, en la forma de amoníaco). Este es uno de los graves problemas de los países del Tercer Mundo: su suelo es pobre, se necesitan fertilizantes y éstos son muy caros.

Las legumbres, sin embargo, no precisan o, al menos, no requieren tanta cantidad de fertilizantes nitrogenados. Ello se debe a que presentan una curiosa forma de asociación con una bacteria, la *Rhizobia*. Ésta vive en los nódulos de las raíces de las legumbres y tiene la capacidad de incorporar nitrógeno atmosférico a compuestos que la planta —que le proporciona alojamiento— puede utilizar.

Una de las promesas iniciales de la ingeniería genética fue, precisamente, construir ADN Recombinantes de ADN de plantas (en particular, trigo) más los genes responsables en la *Rhizobia* de la fijación del nitrógeno. Esos genes se identificaron —son los llamados «genes *nif*» (de «nitrogenofijadores»). Ya había quien incluso hablaba de que en el futuro se podrían plantar miles de hectáreas con cereales fijadores de nitrógeno. De este modo se resolvería, de una vez por todas, el problema del hambre. Pero la asociación de los genotipos de plantas y genes *nif* —como tantas promesas de la ingeniería genética— no prosperó: la planta ha de aplicar la energía, que necesita para el crecimiento, a la fijación del nitrógeno. De manera que, se presumió con acierto, este procedimiento más que incrementar la producción podría mermarla (se estima que en torno a un 30 %). La solución trata de hallarse fabricando bacterias que, a diferencia de la *Rhizobia*, no consuman tanta energía en la fijación del nitrógeno.

27. Los metales se encuentran, por lo general, en grandes masas de rocas. Éstas se trituran y, luego, se tratan químicamente para recuperar dichos metales. Si las rocas poseen altas

concentraciones de menas, este procedimiento —aunque laborioso— es económicamente rentable. Pero lo bien cierto es que esas concentraciones son cada vez más escasas.

En el caso del cobre hace tiempo que se viene empleando otro procedimiento muy distinto. En él tiene un destacado papel una bacteria, el *Thiobacillus ferro-oxidans*. Este microbio, de forma de bastoncillo, no obtiene su energía de la luz solar o de materiales orgánicos. Se alimenta de compuestos inorgánicos, como el sulfuro de hierro, produciendo, a su vez, ácido sulfúrico y sulfato de hierro. Estos productos de su digestión atacan las rocas y disuelven muchos metales. En concreto, convierten el sulfuro de cobre (insoluble) en sulfato de cobre (soluble). Ello conlleva que, si se rocía con agua una roca tratada con *Thiobacillus*, este líquido arrastrará el sulfato de cobre que contenga, pudiéndolo recoger, sin más, en charcas.

28. Lo verdaderamente lamentable es que, luego, te enteras de que, por detrás de un proyecto como este, están los militares y que sus intereses no son, meramente, disponer de ordenadores que rivalicen en potencia y rapidez con el cerebro humano. Como digo en el apartado *A la puerta del Hades*, hay una íntima conexión entre el deseo de poseer bio-ordenadores y el posible (muy posible) ambiente *hostil* que podría generalizarse en la Tierra tras un holocausto nuclear. Los bio-ordenadores —se dice— podrían escapar a los problemas que las radiaciones electromagnéticas causarían, en ese caso, a los *chips* de silicio de los ordenadores hoy usuales.

29. En los EE.UU es normal que la mayoría de las empresas genético-sintéticas estén dirigidas por científicos que, poco antes, estaban al frente de los mayores y mejores laboratorios universitarios del país. Este hecho, obviamente, tiene varias lecturas.

Genentech ha estado íntimamente unida al Departamento de Bioquímica y Biofísica de la Universidad de California. Nada de malo hay, en principio en ello. Pero, lo bien cierto es que la modalidad del contrato entre ambas instituciones ha sido tal que la gente del departamento se ha mostrado tradicionalmente recelosa a la hora de contestar preguntas o hacer sugerencias en clase o en seminarios. Se teme, al parecer, que alguna idea, expuesta sin precauciones, pueda ser usada por algún oyente para «ganar dinero».

Genentech, por cierto, fue la primera empresa genético-sin-

tética en sacar a la venta sus acciones. Ocurrió, exactamente, el 14 de octubre de 1980. Las acciones empezaron a 35 dólares y, a los pocos minutos, se cotizaban ya a 85 dólares. Genentech andaba tras la síntesis del interferón, la droga maravillosa capaz de acabar, incluso, con algunos cánceres de origen vírico. La síntesis del interferón presagiaba grandes y suculentos beneficios para los accionistas. A este respecto quizá convenga añadir de pasada que, cuando Biogen —otra gran empresa de genética sintética ligada, en este caso, a la Universidad de Harvard— anunció que había clonado interferón humano, las acciones de uno de los inversores ascendieron a la bonita suma de ¡425 millones de dólares!

Las «pocas nueces» que hasta el momento «el mucho ruido» de la genética sintética ha producido, han hecho que las inversiones se retrajeran en este sector y que el valor de las acciones se estabilizara. Cosa buena —dicen los economistas enterados— porque, si la «bioburbuja» hubiera seguido hinchándose, su inevitable estallido hubiera significado la pérdida de confianza en el futuro de esta industria.

30. Me refiero al libro, que ya he citado, de Jeremy Cherfas, *Introducción a la ingeniería genética*, Madrid, Alianza, 1984, p. 167 y ss.

31. Steven Prentis, *Biotechnología*, Barcelona, Salvat, 1986, p. 102.

32. Debo remarcar aquí algo de interés. En general las obras escritas que han aparecido en los últimos tiempos, divulgando las grandes promesas de la genética sintética, llevan por título *Biotechnología* o algo similar. Como ya he dicho en el texto, es cierto que los desarrollos genético-sintéticos son *biotecnológicos*. Pero lo contrario no lo es. La industria cervecera, panificadora, quesera,... tradicionales usaban organismos vivos —incluso sin saberlo— para elaborar sus productos. Empleando de manera usual —no como hago yo en este libro— el término «tecnología», no hay duda que se podría decir —como se dice— que la biotecnología ha estado entre nosotros desde hace muchísimo tiempo.

Pero no es lo mismo fabricar yogur que producir un plásmido que combine ADN de *E. coli* y ADN humano, y ponerlo en condiciones de que se replique, de que sea, en definitiva, copiado millones de veces. La herramienta de copia es, en este caso,

un ser vivo, una bacteria. Otra cosa es que decidamos romper separaciones entre vivo y no vivo incluso a escala de «patentar» nuestras producciones. E, igual que patentamos el motor que funciona con etanol, podemos decidir patentar las bacterias modificadas que pueden producir bio-etanol. Esto no es ciencia ficción. Hoy se patentan ya igual bichos que sistemas revolucionarios de lavado automático.

Hecha esta advertencia, porque, si no, parece como si a la ingeniería genética se le debiera hasta la cerveza, creo que hay una última promesa que recoger en este lugar. No sé, por lo demás, si es meramente biotecnológica o genético-sintética. Creo que depende de los casos.

Me estoy refiriendo a la producción de los denominados «anticuerpos monoclonales». Aunque, como voy a explicar, los fines que se fijaron inicialmente están muy lejos de ser cumplidos, lo bien cierto es que la fabricación de algunas clases de anticuerpos monoclonales está dando muy suculentos rendimientos a múltiples empresas que, para dedicarse precisamente a esa labor, han aparecido en los últimos tiempos en EE.UU como por arte de magia. Se calcula que sus beneficios podrán estar por encima de los 1000.000.000 de dólares anuales a fines de los ochenta.

Como ustedes saben —porque el SIDA lo ha puesto, tristemente, de moda— los organismos vivos se defienden del ataque de los elementos extraños, sean éstos bacterias, hongos, virus o componentes químicos del medio ambiente. Se denomina «sistema inmunológico» al conjunto de esas defensas. Un papel principal en él tienen los llamados «anticuerpos» o «inmunoglobulinas». Se trata de pequeñas proteínas en forma de Y, producidas por cierta clase de células (las células B) del bazo, sangre y sistema linfático.

Todos los anticuerpos tienen forma de Y. Y todos, en cada uno de los brazos de esa Y, tienen dos cavidades idénticas. Esas cavidades cambian ligeramente de unos anticuerpos a otros.

La superficie de una bacteria, hongo,... tiene «protuberancias», a las que puede adherirse un anticuerpo dado. Exactamente aquel cuyas cavidades coincidan con las protuberancias de que se trate. Se denomina «antígeno» a la estructura a la que se adhiere el anticuerpo.

Dada la *especificidad* existente entre antígenos y anticuerpos, hubo quien pensó que se estaba ante las «balas mágicas» de Ehrlich. Éste —el fundador de la inmunología— aspiró a hallar medicamentos que —frente a lo que usualmente sucede—

atacaran y exterminaran los microbios causantes de una enfermedad, *sin producir* efectos secundarios. Los anticuerpos podrían ser esas «balas mágicas» que sólo aniquilasen al forastero, sin causar daños al *saloon*.

Para que ese sueño dorado se pudiera cumplir era preciso, primero, contar con un procedimiento que permitiera disponer del mismo tipo de anticuerpos en la cantidad suficiente. Se acuñó, a este respecto, el término «anticuerpo monoclonico». Con él se quiere hacer referencia al grupo de anticuerpos idénticos que, en consecuencia, reconocen el mismo grupo de antígenos. Había, en definitiva, que desarrollar un método para elaborar anticuerpos monoclonicos que acabaran con algunas enfermedades, graves dolencias de la humanidad de fin de siglo. Entre ellas el cáncer. Y, por cierto, para combatir el cáncer se usaron células cancerosas. En efecto, el procedimiento de obtención de anticuerpos monoclonicos (George Köhler y César Milstein —premios Nobel 1984—) consistió en unir células *B* y células cancerosas. Las células *B* mueren pronto, al separarlas del cuerpo. Los híbridos de células *B* y células cancerosas tenían, en cambio, las propiedades de ambas: producían —como las células *B*— anticuerpos y tenían la casi ilimitada vida de las células cancerosas.

Se dijo, desde las filas de los ingenieros sintéticos, que mediante anticuerpos monoclonicos se podría erradicar, por fin, el cáncer. Nada más sencillo —se aseguraba—, se «cargarán» anticuerpos monoclonicos con *toxinas mortales* (como, sin ir más lejos, veneno de serpientes). Estos anticuerpos-serpientes, por su especificidad, se unirán a los antígenos de las células cancerosas en cuestión, las destruirán y ¡no causarán daño alguno al resto del organismo!

La realidad es hoy bien distinta. Este tipo de tratamientos ha sido bastante arrinconado. Lo que no quiere decir que lo haya sido, en general, la elaboración de anticuerpos monoclonicos. Todo lo contrario. Merced a anticuerpos monoclonicos, marcados «radiactivamente», se pueden localizar, entre otras cosas, ya hoy las zonas de un corazón que han quedado destruidas tras un infarto. Gracias a anticuerpos monoclonicos se puede diagnosticar desde un embarazo hasta la presencia del virus de la rabia, pasando por el cáncer.

33. Para ello sólo hará falta que el astro de la pantalla le ceda una célula que tenga la dotación cromosómica completa. Por tanto, no vale un espermatozoide (en él sólo hay la mitad

de las instrucciones para construir un organismo, la otra mitad está en el óvulo que dicho espermatozoide fertilice). Se coge dicha célula y se activan todos sus genes según un libro de recetas que todavía no está escrito, pero que más de uno aspira a crear. Con los aminoácidos a disposición, temperatura y humedad adecuadas, igual que usted hace hoy un pastel de pasas en el horno de su casa, ¿por qué no?, podrá fabricar con su «útero mecánico» (seguro que Siemens producirá uno, más caro que la media, pero resistente —como todo lo alemán—) un precioso niño, exactito, exactito, al ídolo de sus sueños.

No sé por qué, pero me acaba de venir a la memoria la película —no leí la novela— *Los niños del Brasil*. Creo recordar que el «ídolo de sus sueños» era allí Adolf Hitler. Cada uno tiene sus gustos, ¡qué caramba!

34. Y, claro, lo debían ser también los que coincidían con él en abrigar ciertos temores «absolutamente injustificados». Watson ya no es un chico burro, porque se ha dado cuenta de lo irracional de su actitud previa. En consecuencia, los que siguen fieles a sus posiciones de los días de Asilomar —al menos en lo esencial— deben ser unos borricos. Pues bien, yo personalmente, entre borricos y gentes sin escrúpulos, tengo mi decisión hecha ya hace mucho tiempo.

35. Maynard Smith se ha quejado repetidas veces en este sentido. Robert Sinsheimer, en una conferencia dictada en marzo de 1977 (Nat. Acad. Sciences Usa, 7-9, 3, 1977), siendo director por entonces del Departamento de Biología del Instituto Tecnológico de California, ponía de manifiesto la ignorancia de la mayor parte de los asuntos biológicos subyacentes a los tratamientos «genético-sintéticos». Las opiniones de Erwin Chargaff son, de sobra, conocidas.

36. Pueden ustedes ver a este respecto el libro de Stephanie Yanchinski, ed., *La revolución biotecnológica*, Madrid/Barcelona, Debate/Círculo, 1985. Es un libro paradigmático de lo que intento transmitirles.

Este libro, editado en parte por el Círculo de Lectores (no hace falta, pues, decir, cuál debe de ser su tirada), divulga en un lenguaje absolutamente accesible *todas las promesas de la ingeniería genética de fines de los setenta*. Lo malo es que lo hace a fines (exactamente, en diciembre) de 1985, momento en que esas promesas han dejado su lugar a unas realidades bien dis-

tintas. Cosa que evidencia algo más otro libro de la misma Yanchinski, editado en castellano también: *Hacer trabajar a los genes*, Barcelona, Planeta, 1986.

Por lo general, los libros sobre ingeniería genética «más vendidos» son aquellos que dedican, de 200 páginas, 150 a las maravillas que puede esperarse y unas 50 a riesgos. Éstos suelen venir al final de la obra, cuando el lector ha engullido promesas y más promesas de un futuro mejor. Además, suele decirse, ¿qué empresa humana no conlleva riesgos? Todo está en encontrar los mecanismos para su control. Se echa en saco roto, en definitiva, algo que Erwin Chargaff ha puesto de manifiesto reiteradamente a lo largo de los últimos años, que el control —imposible de ejercerse de forma absoluta en estos casos— no debe ocultar una situación real: con la ingeniería genética —como con la energía nuclear— nos enfrentamos a problemas éticos graves y no meramente a cuestiones de mayor o menor salud ambiental; lo que hay que decidir, en definitiva, en estos contextos es *si tenemos, o no, derecho a imponer a las generaciones venideras una nueva y temible carga*. Ese es el verdadero problema: bajo la forma de un Edén estamos dejando por herencia a nuestros hijos, quizá, un Hades. Y la forma en que los científicos nos están tratando de convencer de lo contrario no puede ser más grotesca. Científicos-empresarios, absortos en un increíble torbellino publicitario donde *todo lo que puede hacerse hay que hacerlo*. Sin más cortapisas que las que el nivel de desarrollo mismo de las tecnologías imponga.

Sobre Chargaff les recomendaría su libro *Das Feuer des Heraklits*, Stuttgart, Ernst Klett Vg., 1981.

37. Por esas terapias se entiende todo tratamiento que tenga que ver con la intervención de un genotipo a fin de alejar de él alguna porción de ADN indeseable (por las dolencias que acarrea), o de insertar en él alguna otra, en cambio, adecuada a alguna finalidad expresa, o de sustituir, en definitiva, un gen defectuoso por otro «correcto».

Por ejemplo, podría practicarse una intervención sobre el genotipo de un diabético a fin de reemplazar sus genes-para-la-insulina defectuosos por otros que funcionaran bien. De este modo se evitaría el tratamiento «externo», consistente en tener que inyectarle insulina ajena. Su propio genotipo, con las sustituciones pertinentes, podría suministrarle la insulina que precisa.

En otros casos en que se hubiera localizado una proteína

como responsable de alguna forma de enfermedad, podría, una vez identificado el gen que la produjera, cortarse esa porción de ADN y alejarla del genotipo.

38. Esto lo digo aquí sin hacer demasiadas matizaciones. Más bien hago la presentación de lo que podría denominar un «biologismo simplón»: la consideración de que es la biología de un organismo lo que, principal o exclusivamente, determina la conducta que éste exhibe. En la sección 3 se aborda este tema de forma «afinada».

39. Hubo una vez un impresionante gorila de montaña al que D. Fossey llamó Digit. Fossey era una atrevida etóloga, que compartió más de diez años de su vida con gorilas habitantes de los montes Virunga.

Allí pudo constatar Fossey cómo, cuando se pretende apresar un gorila para remitirlo a algún zoo (en el que será objeto de admiración de chicos y grandes por su innata fiereza!), salen en su defensa los demás miembros del grupo. Con un lamentable resultado: muere una media de 12 gorilas por cada gorila que se captura. Uno de esos 12 fue, en una ocasión, Digit.

Para demostrar que también los humanos podemos ser altruistas, la misma Fossey murió en diciembre de 1985, *al parecer*, a manos de unos furtivos. Sin duda, no le perdonaron sus desvelos por los gorilas. Desvelos que la llevaron, más de una vez, a quitar los lazos que los furtivos disponían para cazar, sobre todo, duijkers. En esos lazos quedaban, en ocasiones, atrapados brazos de gorilas. Al no poderse los —por lo general— quitar, esos lazos les iban apretando la carne hasta producirles gangrenas.

Si quieren ustedes saber algo más sobre las costumbres de los muy escasos gorilas de montaña (los mismos, por cierto, de la película *Mogambo*) pueden ustedes recurrir a la lectura de la preciosa obra de D. Fossey, *Gorilas en la niebla*, Barcelona, Salvat, 1986.

40. Mientras la cosa se reducía a las protestas de algún alcalde (y, encima, de origen italiano), como el de la ciudad de Cambridge —donde está Harvard—, era fácil desautorizarlas. El asunto cambió de perspectiva cuando fue el mismo Edward Kennedy, presidente del Subcomité Senatorial de Salud e Investigación Científica, quien tomó la decisión de jugar en serio la baza de las normas de seguridad para los experimentos con

ADN recombinante. En 1977 inició las primeras consultas, tendientes a bosquejar una normativa, cuyo punto de partida era la aceptación de la regulación propia, hasta entonces, del Instituto Nacional de la Salud y organismos dependientes.

Lo que pretendía Edward Kennedy era muy claro: crear un comité, directa y exclusivamente subordinado al Presidente de los EE.UU, que se encargara, por una parte, de conceder los permisos para realizar experimentos con ADN Recombinante; por otra, de vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas y, finalmente, de formular, con el paso del tiempo, nuevas y más adecuadas reglas, conforme los problemas fueran detectados. Ese comité debería estar a salvo, ante todo, de las presiones de los científicos implicados en el trabajo con el ADN Recombinante.

No sólo Edward Kennedy se mostró decidido partidario de la creación de ese comité. Quiso también abrir las vías para que las valoraciones que hicieran las instituciones locales de los experimentos con ADN Recombinante, que se estuvieran efectuando en el territorio de su jurisdicción, fueran lo suficientemente atendidas y constituyeran, en su caso, normas de obligado cumplimiento en aquél.

Edward Kennedy recibió un durísimo ataque en tres frentes a la vez. Por una parte, se le opuso, abierta o subrepticamente, la mayoría de los científicos del ADN Recombinante. Por otra, se le enfrentó Philip Handler, de la Academia Nacional de las Ciencias, quien llegó a decir que sus sucesores llegarían a maldecir el día en que se publicara (si tal cosa sucedía) esa ley de Kennedy. Finalmente, la liga de Americanos Para la Acción Democrática no dudó en aseverar que Kennedy y Lysenko eran una y la misma persona.

Lo de Lysenko se lo he oído yo a las personas más pintorescas, por ejemplo y en concreto a los *biologistas más simplones*. El argumento (?) es más o menos este. Lysenko, en tiempos de Stalin, defendía que los caracteres adquiridos (como los desarrollados músculos que usted tiene) podían heredarse. Se podría, en suma, opinaba Lysenko, alterar la naturaleza de animales y plantas en la dirección que más interesase. Así, especies de trigo que adquiriesen resistencia al frío, podrían crecer, incluso, sobre la nieve. Lysenko, en definitiva, era un empedernido lamarckiano (de J.B. Lamarck pueden ustedes leer su conocida obra *Filosofía zoológica*, Barcelona, Altafulla, 1986).

Lamarck permitiría predecir generaciones futuras de rusos cada vez «mejores», porque habrían de adquirir —a través del

comunismo— mejores hábitos de existencia. Pero, ya se sabe, Lamarck no tenía razón. Sólo se hereda lo que está «escrito» en el genotipo; nada más. Pues bien, lo triste del caso es que un genético ruso, Vavilov, auguraba —basándose en la genética mendeliana sin más— un verdadero desastre para la agricultura soviética, si se llevaban a la práctica las *tesis* de Lysenko. Pero, éstas *habían sido aprobadas por el Comité Central del Partido Comunista de la Unión Soviética*. ¡¿Cómo, entonces, podían estar equivocadas?! Palabra del PCUS, palabra sagrada.

Disentir de la política oficial se pagaba muy caro en la época de Stalin (ahora, quizás, un poquitín menos). Vavilov fue condenado a muerte por sabotaje agrícola. La sentencia le fue conmutada por 10 años de prisión. Y así se le redujo al silencio, silencio que se hizo definitivo con su muerte acaecida entre rejas. (Sobre esta página de la historia de la intolerancia, les recomiendo a ustedes el artículo de S. J. Gould, «Una audiencia para Vavilov», en *Dientes de gallina y dedos de caballo*, Madrid, Herman Blume, 1984.) Pero, taponar a uno la boca con el esparadrapo de la opresión no basta para que la verdad también desaparezca. La ruina en que las *tesis* de Lysenko sumieron la agricultura soviética es, aún hoy, evidente.

Pues bien, cuando en este contexto se recurre al nombre de Lysenko, se suele hacer con doble intención: primero, tratar de «desacreditar» políticamente a la persona objeto de referencia, identificándola con un comunista y, por lo tanto, con alguien que, en principio, tiene que estar contra los desarrollos de todo tipo (incluido el científico, claro está) de la sociedad capitalista. Segundo, tratar de desacreditar «científicamente» a tal persona, al compararla a alguien en el que podían más las razones ideológicas que las evidencias empíricas.

Mencionar juntos, en EE.UU, a Kennedy y a Lysenko equivalía, pues, casi casi, a tildar al primero de vendido al comunismo. Y ya se sabe la gran sensibilidad que el ciudadano corriente norteamericano tiene por este tipo de cuestiones. Subliminalmente se estaba ofreciendo la imagen de un Kennedy que hacía el juego al coloso soviético con su oposición frontal al desarrollo de las bases de una nueva y profundísima revolución industrial: la propiciada por la ingeniería genética.

El efecto de todo esto no tardó en manifestarse. En el fotito! de 1977, Edward Kennedy abandonaba el proyecto.

41. Así se expresa Feinberg en la página 272 de su obra *Claves ciertas*, Barcelona, Salvat, 1986. Yo, personalmente, pienso

que en el arte hay algo de basura y cuento. Ni más ni menos que en todas partes. Pero, de ahí a poner una mala obra «de arte» al mismo nivel que una bacteria con un plásmido en el que se haya insertado el gen para la difteria —es un decir— me parece demasiado.

42. Pueden consultar ustedes, a este respecto, el capítulo 6 del libro de Stephanie Yanchinski, *Hacer trabajar a los genes*, Barcelona, Planeta, 1986.

43. Mientras mucha gente está preocupada por la contaminación ambiental significada por las centrales de energía nuclear, los experimentos en general con radiactividad, gases de centrales térmicas, etc., está pasando desapercibida una fuente de contaminación de mayores riesgos —si cabe, que los cabe— que las anteriores: las empresas biotecnológicas en que se están aplicando las nuevas tecnologías genéticas (o no). Se calcula, por ejemplo, que el total de residuos —de alta peligrosidad— de las industrias, dedicadas en Gran Bretaña a la fabricación de antibióticos, supera las 200.000 toneladas al año. Ustedes ya saben cómo se genera la resistencia a los antibióticos. De modo que saquen sus conclusiones.

Por su parte, ICI es la abreviatura Imperial Chemical Industries. Se trata de una famosa empresa inglesa que, hacia 1960, junto con una serie de compañías petroleras, se embarcó en la construcción de una planta para producir el primer forraje animal a base de bacterias. Se trataba de criar grandes cantidades de *Methylophilus methylotrophus*. Este microorganismo se alimenta, principalmente, de residuos de la industria refinera del petróleo. La cosa permitía, pues, abrigar grandes esperanzas.

Se construyó un fermentador para nada menos que 150.000 litros de bacterias. Dado que este microbio tiene hábitos alimenticios curiosos —tales como, por ejemplo, que quiere que le den la comida de golpe— tuvieron que construir 20.000 toberas, que penetran los lados del fermentador, para conducir allí la comida. Todo —imágínense— debía ser completamente estéril. Y satisfacer los requisitos mínimos de seguridad le costó a ICI, según se dice, los 100 millones de libras esterlinas de que hablo en el texto. Con todo, tampoco esta empresa se libró de accidentes. Los tuvo. Pueden ustedes leer a este respecto, por ejemplo, la obra de Stephanie Yanchinski, *Hacer trabajar a los genes*, Barcelona, Planeta, 1986.

Debo hacer una advertencia. De hecho, ese proceso —el pro-

ceso Pruteen, para producir biomasa microbiana con destino a la alimentación animal—, no es, propiamente, un procedimiento de ingeniería genética. No hay de por medio «microbios intervenidos genéticamente». Pues bien, si los microbios ordinarios generan este tipo de problemas, ¿qué medidas de seguridad deberían adoptarse con los «intervenidos»? Por favor, dése usted mismo la respuesta. Por escasas que sean las que usted postule, casi seguro que serán superiores a las que usualmente se ponen en práctica. Se lo aseguro.

44. En el pasado, en España, cuando no había un régimen de libertades (como ahora con un eufemismo se dice), un ministro se bañaba en una playa cerca de la cual habían caído tres bombas atómicas, de las cuales una descansaba en el fondo del mar, y así se demostraba que no pasaba nada. Si un ministro, nada menos que un Sr. Ministro, se metía en el agua y no quedaba al instante fulminado, era porque allí no había ni radiactividad, ni zarandajas. Luego, vas y te enteras que, con la bomba que reposaba bajo unos cuantos metros de agua de nuestra querida mar mediterránea, no iba el asunto. Que la verdaderamente peligrosa había sido otra bomba, que había caído en el lecho seco de un río (el Almanzora) y que del impacto se había abierto, mostrando sus entrañas radiactivas. Pero, nada, hombre, no pasa nada.

Ha transcurrido el tiempo. Estamos en democracia. Y, además, con un gobierno de izquierdas. Pues bien, estalla Chernobyl. La nube radiactiva se extiende hacia nuestra península. Más de uno (como yo), siguiéndola en el mapa, estamos casi convencidos de que la nube se ha paseado por encima de nuestras cabezas. Pero, nada, hombre, de nuevo no pasa nada. Ni nubes, ni truenos. Aquí no ha habido nada. No hay que alarmarse. Luego, te vas al extranjero, lees cualquier periódico y te enteras que tus previsiones eran las correctas. Y me pregunto, ¿es la política del avestruz lo que puede esperarse de la sensibilidad de un gobierno que, por su ideología, debería contar los problemas medioambientales entre los de máxima y más urgente atención? O tal vez sea porque, como igual de una de éstas hemos de morirnos, ¿para qué alarmar?

45. Hasta principios de 1986, los agentes del SIDA eran, en general, ligeras variantes de un mismo virus, a saber el bautizado con los nombres de LAV o HTLV-III. El equipo de L. Montagnier del Instituto Pasteur se autoconsidera como el descu-

brido del primer retrovirus del SIDA, al que llamó LAV, abreviatura de *Lymphadenopathy Associated Virus*. Ese «honor» le ha sido disputado (ante los mismos tribunales) por el equipo norteamericano de R. Gallo, al que se debe el nombre de HTLV-III —siglas de *Human T-Lymphotropic Virus III*—. El «honor», por cierto, no tiene sólo consecuencias de índole científica. Este caso pone de manifiesto una vez más el afán mercantil de la ciencia de nuestro tiempo. *Quien tenga la patente de detección del virus, podrá según algunas estimaciones, cobrar unos 200 millones de francos anuales en concepto de cánones.*

Pero, sigamos con la historia. En la fecha arriba citada, el equipo de Montagnier remitía a la Academia de las Ciencias de París una nota, en la que se relataba el descubrimiento de un nuevo virus, aislado en enfermos aquejados de SIDA y originarios de países del África Occidental. Ese virus, al que se denomina LAV-2, guarda escaso parecido genético con el virus LAV del SIDA. Realmente, sólo comparten una pequeñísima región de sus patrimonios genéticos, y, por cierto, se trata de una de las zonas más constantes en todas las variedades conocidas hasta hoy del virus LAV. Ello induce a pensar que se está en presencia de virus de especies distintas.

Hacia esa misma fecha Max Essex (de la Universidad de Harvard) aisló en sujetos senegaleses un virus, estrechamente emparentado con el LAV-2. Lo denominó HTLV-IV, siguiendo la terminología norteamericana. El LAV-2 y el HTLV-IV, a pesar de su parentesco, no parecen ser meras variantes de un mismo virus: el LAV-2 es patógeno para sus portadores; el HTLV-IV, en cambio, no lo es. Es curioso, además, que este último virus está más próximo de un virus de simio, el denominado STLV-III (abreviatura de *Simian T-Lymphotropic Virus III*), que del propiamente virus del SIDA, HTLV-III. En concreto, ese virus símico había sido localizado por Essex ya en 1985 en unos monos africanos, habitantes de Etiopía y Kenia. Se trataba de los hoy famosos «monos verdes» (*Cercopithecus aethiops*). De hecho la localización del HTLV-IV se efectuó dentro de un entramado de hipótesis que, a partir del aislamiento del STLV-III, había postulado Essex.

En concreto, Essex, hacia 1985, aventuró la suposición de que el virus del SIDA sería un producto de la evolución del virus símico STLV-III. Hacia 1970 (fecha calculada teniendo en cuenta las primeras apariciones del tristemente conocido, entre nosotros, como «Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida»), uno de esos monos verdes debió de transmitir el STLV-III a al-

gún ser humano (quizá a través de arañazos o mordiscos), en África Oriental. Luego, el STLV-III mutaría, dando lugar al HTLV-IV o a algún otro virus de esta especie. El HTLV-IV, a su vez, mutaría, generando virus ya claramente patógenos, como el LAV-2. La historia evolutiva del HTLV-III se completa, entonces, suponiendo que el LAV-2 habría generado, a través de mutaciones, el HTLV-III, llegado a EE.UU a través del Caribe.

Frente a este conjunto de hipótesis, que alejan de EE.UU las primeras apariciones del SIDA, el mismo Montagnier considera que la distancia genética entre el STLV-III y el virus LAV es tan grande que no bastan los años calculados por Essex para dar cuenta de la evolución del virus del SIDA a partir de ese otro virus símico africano.

Buenas recopilaciones de estos temas suele ofrecer con bastante frecuencia la revista *Mundo Científico*. Les recomiendo, en concreto, los números de octubre, noviembre y diciembre de 1986. Un artículo, asimismo interesante, es el publicado por R. Gallo, bajo el título «El virus del SIDA», en el número de marzo de 1987 de *Investigación y Ciencia*.

46. Jacob Segal, exdirector del Instituto de Biología de la Universidad de Berlín-Este, es quien ha sustentado con mayor fuerza estas hipótesis. En su apoyo aduce, primero, que los enfermos del SIDA, inicialmente detectados, aparecen en las proximidades de Fort Detrick, instalaciones norteamericanas de investigación «para la defensa», cuyo departamento 550 está dedicado a estudios genético-sintéticos del mayor riesgo (P-4) desde el año 1977 en que es construido. Segundo, que en esas instalaciones se venían haciendo, desde bastantes años antes, experimentos con sujetos humanos —por lo general reclusos a quienes se reducía la pena, a cambio de su «sacrificio» por la ciencia—. Tercero, que el SIDA hace sus primeras apariciones entre grupos de *marginados* (homosexuales y drogadictos), bastante representados en la población de los penales.

47. En la Unidad 731 había instalaciones para criar no menos de ocho toneladas de microbios al mes. ¡Ya son toneladas! (Aproximadamente: ¡30.000 billones de microorganismos!)

48. Se trata de toxinas producidas por un hongo (*Fusarium*), que parece no vivir en la zona en la que se tomaron las muestras. Refugiados que entraban en Tailandia, huyendo de

Laos y Kampuchea, pusieron de manifiesto que unos aviones habían rociado con una «sustancia amarilla» esas zonas.

49. Ruth y Victor Nussenzweig de la Universidad de Nueva York usaron los anticuerpos monoclonales (véase nota 32) para preparar una vacuna contra la malaria. Su trabajo era muy interesante científicamente. Pero debió de ser estimado como escasamente rentable. Sus beneficiarios eran, ante todo, los empobrecidos países del Tercer Mundo. De ahí que la Universidad de Nueva York se las tuviera que ver y desear durante muchísimo tiempo, y con muy poco éxito, para hallar un socio capitalista.

50. Steven Prentis, *Biotecnología*, Barcelona, Salvat, 1986, p. 239. Véase nota 28.

51. La materia normal y corriente es muy poco densa. Por decirlo así, los átomos están casi vacíos. Su parte más llena es el núcleo, donde están los protones y los neutrones. Pero el área ocupada por los electrones está prácticamente hueca y, sin embargo, es extraordinariamente grande. Si se pudiera construir materia sin electrones o con electrones más íntimamente ubicados, ésta poseería una densidad muchísimo mayor. Un alambre del grosor de un pelo, construido con esa materia, podría aguantar un peso extraordinariamente grande. Una materia tan densa podría ser, además, el medio de protegerse en ambientes hostiles. Véase, de nuevo, la nota 28.

A mí me produce verdadera consternación la grotesca forma en que algunos quieren vendernos un futuro de «Claves Ciertas», suministradas por la *ciencia tal y como hoy se cultiva*. Me refiero, claro está, al inefable Feinberg (y acólitos). Estas son sus palabras en el tantas veces aludido libro suyo (de Salvat, 1986, p. 232): «Es posible que dicha materia —se refiere a la colapsada (S.)— pueda utilizarse como protección contra los efectos de una explosión nuclear; en consecuencia, es evidente que los estudios sobre cómo conseguir la utilización de la materia colapsada han de continuar de manera muy activa». Así que, ya saben ustedes: en el futuro, gracias a la ciencia que usa y abusa de la energía nuclear, podemos vérnoslas con un ambiente hostil. Pero, no pasa nada. Todo tiene solución gracias a la ciencia (en su perspectiva actual): tendremos trajes, viviendas, etc., de materia colapsada que nos protegerán... hasta que un nuevo «ingenio» nos prive de

su refugio. Pero, entonces, ya veremos. *La ciencia aprieta, pero no ahoga*.

52. Pueden ustedes consultar, si así lo desean, el libro ya citado de Stephanie Yanchinski, *Hacer trabajar a los genes*, Barcelona, Planeta, 1986, p. 137 y ss.

53. Creo que a estas alturas de este libro no quedarán muchas dudas acerca de cuáles han sido los motivos verdaderos de que la genética-sintética no se haya convertido en la gallina de los huevos de oro.

54. Esta expresión se la oí una vez, durante el coloquio que siguió a una conferencia que dicté en la Universidad Politécnica de Valencia en enero de 1985, a un profesor de genética que en ella explicaba. Se dedicaba, todo hay que decirlo, a los procedimientos de «mejora vegetal» tradicionales. En cualquier caso, el nombre de «carpintería genética» cuadra perfectamente a una actividad que, ¡ojalá!, no construya para la humanidad un lamentable ataúd de pino. Un ataúd hecho de imprudencia y escaso respeto por una actividad cognitiva científica, que, de veras, profundice en la estructura de lo real, sin ver en cada recoveco un succulento negocio.

55. Tomo prestada la jerga de George Gamow, *Biografía de la física*, Madrid, Revista de Occidente, 1962 (hay una nueva edición en Barcelona, Salvat, 1987). Hay obras que uno no puede olvidar fácilmente, porque tuvieron algo que ver con la elección de su profesión posterior. Eso me ocurrió a mí exactamente con este libro de Gamow. En gran parte, mi dedicación a la filosofía de la ciencia proviene de su lectura. Una amena e interesante biografía, sobre todo, de la física actual. Siempre relaja saber que los padres del invento eran personas como usted y como yo, con sus manías, sus defectos y sus virtudes. Los productos de su actividad pueden hacernos volar por los aires, pero ¡eran tan simpáticos! Y eso nos lo cuenta muy bien Gamow.

56. La pregunta que surgió de inmediato es ¿a quién? ¿Quién decide lo que interesa? Y ya no se trata de decir qué personas en concreto. Se trata, incluso, de una cuestión que concierne a generaciones: lo que ahora pueda interesarnos, incluso, a todos nosotros, ¿será también lo que interese a nuestros sucesores?

57. En castellano, por ejemplo, pueden ustedes leer la obra de J. Gíber, *El hombre prefabricado. Problemas éticos de la ingeniería genética*, Barcelona, Ariel, 1986.

La línea argumental de este libro es más o menos la siguiente (y esto tiene que ver con lo dicho en la nota anterior): Las generaciones futuras tienen, en principio, tanto derecho a que nos preocupemos por ellas como por las personas que hoy viven. En los casos en que evitarles un desastre sea algo que dependa de lo que hagamos, esta circunstancia debe tener el mismo peso que si el desastre hubiera de afectar a las personas actuales. Ese desastre, en forma de una guerra generalizada, parece hoy altamente probable.

Es posible que la guerra sea un producto de determinadas condiciones sociales, que se puedan modificar. Pero, dado nuestro relativo fracaso en llevar a la práctica cambios sociales que acaben con los conflictos armados, habrá de tenerse en cuenta la opinión de que se precisan cambios de otro orden.

No es difícil sugerir algunos rasgos comportamentales que contribuyen a que nuestra naturaleza sea lo que es. Rasgos característicos de una psicología tribal, bien adaptada para la supervivencia en la Edad de Piedra, pero no para las condiciones de nuestra época. Entre ellos están el deseo de identificarnos con un grupo, el conformismo, la agresión, las reacciones ante los uniformes, las banderas y otros símbolos...

Dichas estas cosas, se añade entonces: estos rasgos están amenazando la supervivencia de nuestra especie. Para modificarlos no han servido demasiado los cambios sociales. Pero hay otros métodos: los genéticos. Ya que disponemos de ellos, quizá «resulte prudente cambiar nuestra forma de ser», mediante su uso —claro está.

De este modo, Gíber, dando rodeos, lleva al lector a la aceptación implícita del origen genético de esos rasgos «indeseables» de la conducta humana, que nos abocan a la autoextinción. Entonces, dada la situación de *alarma* para nuestra especie y dado que disponemos de los medios para liberarnos de los genes que nos están dirigiendo a marchas forzadas hacia la desaparición, ¿qué puede impedirnos —en nombre de la supervivencia de nuestra especie—, que los usemos? ¿Escrúpulos o razones filosóficas?

58. Los *biologismos simplones* están del lado, obviamente, de los regímenes más conservadores. Lo que no quiere decir que se trate de apoyos de posiciones fascistas. Éstas descansan,

usualmente, sobre la fuerza de las bayonetas; no necesitan cobertura teórica alguna que las justifique. Siempre hay excepciones, desde luego.

Son los sistemas democráticos de tipo conservador los que echan más frecuentemente mano de las justificaciones biológicas *simplonas*. En efecto, como digo en mi artículo «Puesto el gen, puesto el engaño», *Arbor*, Madrid, enero de 1986, el ser humano ha construido sorprendentes sociedades, estructuradas bajo no menos imponentes slogans. Como tales entiendo el lema de la Revolución Francesa, «Libertad, Igualdad, Fraternidad» o la Declaración de los Derechos Humanos. Digo «sorprendentes sociedades», porque sorprendente es, en principio, un grupo democráticamente arquitrabado —el gran logro de la humanidad—. Un logro éste que sólo puede alcanzarse venciendo y marginando egoísmos. Una sociedad democrática es, al menos en teoría, el paradigma de un grupo de seres altruistas. El problema es, entonces, cómo casar los grandes principios de la vida democrática con sus flagrantes transgresiones, características —ante y sobre todo— de los regímenes más conservadores. La forma más simple de hacerlo es, entonces, decir que, *políticamente*, esos slogans constituyen ideales que deben guiar nuestra conducta; pero que debemos ser absolutamente conscientes de que su realización, su materialización, dependerá, en cada caso, de lo que cada uno *biológicamente* sea.

Aunque sea anecdótico, permítanme que les diga brevemente cómo un profesor de política que yo tuve en mis años mozos explicaba aquello de «la falacia de considerar que todos los hombres son iguales». Más que explicar, aquel profesor lo que hacía en este caso era, primero, mirarme a mí. Yo siempre he sido más bien enclenque (simpático, pero algo esmirriado). Luego, dirigía su mirada hacia un compañero mío, algo mayor que el resto de la clase y, desde luego, bastante más desarrollado físicamente que el común (venía a medir casi unos dos metros y pesaba unos ciento veinte kg). Entonces, el aludido profesor, tras unos momentos de espeso silencio, decía: «¿Creen ustedes que fulano (por mí) y mengano (por mi compañero) pueden ser *de verdad* iguales?».

Como mi profesor de *Formación del Espíritu Nacional* (como por entonces se llamaba la Política), los conservadores suelen pasar muy fácilmente de hablar de derechos a hacerlo de biología.

Pues bien, cuando se critican los biologismos simplones, por mucho uso de material científico que se haga, lo más frecuente

es que la réplica sea tratar de descalificar la crítica por ser meramente ideológica, por provenir de gentes que, en definitiva, adoptan posiciones *más bien* de izquierda y, desde ellas, tratan de arrumbar cualquier intento científico que estimen que tienda a prestar apoyo a posiciones conservadoras.

Es decir, los conservadores saben ser, unas veces, ideólogos y, otras, científicos de pro. Los no-conservadores, éstos, sólo pueden ser ideólogos. ¡Un poco de seriedad, caramba!

59. Esto suele ser verdad. Pero yo no tengo la culpa de que lo que configura, comúnmente, las cosmovisiones no sean las teorías *originales*, sino sus divulgaciones. Éstas, ciertamente, se deben, por lo común, a literatos y, en nuestro tiempo, sobre todo a realizadores cinematográficos o televisivos. Con un ejemplo: Ardrey era literato, Peckinpah y Kubrik son directores de cine. Lorenz es uno de los padres de la etología, que ha llamado la atención sobre el carácter excepcional que la conducta agresiva del ser humano tiene en comparación con la del resto de animales. Lorenz (vean ustedes a este respecto el apartado posterior *Y el arma hizo al hombre*) nunca ha dicho que el ser humano sea un asesino por naturaleza. Ha llamado la atención sobre el hecho de que la agresividad humana se ejecuta mediante armas, comúnmente, y que eso introduce un factor de distorsión importante en la inhibición de la agresividad. La idea que, sin embargo, ha llegado al gran público —la idea que ha configurado una cosmovisión en la que muchos de nosotros hemos sido socializados— no es esta, sino su *versión* en la obra de Ardrey o en los truculentos filmes de los realizadores que he mencionado. En esa *versión*, la agresividad del hombre no tiene remedio: el hombre es un cruel asesino; nada más que eso.

Pero, lo que quiero añadir, de inmediato, es que no siempre cabe endilgar la responsabilidad al literato o cineasta de turno. Los propios y dignos cultivadores *científicos* de una determinada especialidad pueden llegar incluso más lejos en su labor expositiva para el «gran público» que aquéllos. Más tarde les hablaré en el texto acerca de la sociobiología. Ahora sólo quiero decirles, en conexión con esta disciplina, que sus más *apabullantes* divulgadores han sido, en estricto sentido, *sociobiólogos de profesión*, como M. Ruse o M. Ghiselin. Sin embargo, *no tienen nada que envidiar lo hecho por meros literatos en otros contextos*. Claro que siempre cabe aquí el truco de distinguir entre *sociobiología* y *sociobiólogos*, como si la primera fuera un habitante del reino de las puras ideas —independiente en suma de

la actividad de los segundos—. Entonces, como hace el propio Ruse (en su obra *Sociobiología*, Madrid, Cátedra, 1983, p. 132 y ss.), siempre cabe decir que la sociobiología es, de por sí, un área de saber *magnífico*, cuyos peores enemigos son los sociobiólogos mismos, ¡Esta sí que es una buena defensa!

60. En el diálogo *La República* de Platón, Sócrates y Glaucón se plantean el problema de cómo conseguir una sociedad estable, en la que cada uno de los ciudadanos acepte su condición social y respete la jerarquía.

Habla Sócrates: «Ciudadanos, les diremos, siguiendo con el cuento, sois todos hermanos, aunque dios os ha dado formas distintas. Algunos entre vosotros tienen la capacidad de mandar, y en su composición ha puesto oro; por eso son los que más honra merecen; a otros los ha hecho de plata, para que sean ayudantes; a quienes deben ser labradores y artesanos los ha hecho, a su vez, de bronce y hierro; y conviene que, en general, cada especie se conserve en los hijos... Un oráculo dice que, cuando la custodia del Estado esté en manos de un hombre de bronce o de hierro, eso significará su destrucción. Este es el cuento. ¿Hay alguna posibilidad de hacer que nuestros ciudadanos se lo crean?».

Glaucón, por su parte, responde que quizá ello no sea posible durante su generación, pero que es muy probable que «sus hijos crean ese cuento, y los hijos de sus hijos, y luego toda su descendencia». Más claro, agua.

61. Francis Galton (1822-1911), fundador de la *biometría*, intentó cuantificar un buen número de características humanas *hereditarias, entre ellas la inteligencia*. A su vez, estimó que lo hereditario era relativamente fijo e inmodificable por influencias ambientales. De ahí a considerar que podría mejorarse la especie humana, en lo que se refiere a optimizar las cualidades *notables*, no mediante prácticas educativas, sino mediante una reproducción *selectiva* había un paso. Y Galton lo dio. Fundó así la *eugenesia* como «disciplina», sin que ello signifique que fue el primero en concebir ideas eugenéticas. Ni muchísimo menos. Esas ideas son viejísimas, como en el texto se dice. Lo que intentó Galton fue darles estatus *científico*.

Por lo menos, si no hacer de la eugenesia una ciencia, sí que logró Galton al menos construir un tinglado bastante similar al que acompaña la ciencia comúnmente: fundó un laboratorio eugenésico (en el University College de Londres), creó una So-

ciudad Eugenésica y una revista para divulgar las ideas eugenésicas, ideas que, además, encontraron la siempre respetuosa forma que las matemáticas confieren.

62. Karl Pearson (1857-1936), discípulo de Galton, fue cofundador de la eugenesia, ayudando a su maestro notablemente en el desarrollo de la *biometría*.

63. Gregor Mendel (1822-1884) es el fundador de la genética. Durante muchos años realizó experimentos con el guisante de jardín (*Pisum sativum*). La finalidad que perseguía era llegar a saber cómo se transmitían *hereditariamente* las características de los individuos.

Usó variedades puras. Se concentró cada vez sólo en un rasgo (semilla redonda o rugosa, verde o amarilla). Observó que, al cruzar plantas de semillas redondas con plantas de semillas rugosas, en la primera generación se producían plantas con sólo semillas redondas. Al cruzar estas plantas entre sí, en una segunda generación unas tres cuartas partes de las semillas eran redondas y la cuarta parte restante eran rugosas.

Mendel propuso la siguiente hipótesis: cada uno de esos rasgos o caracteres está determinado por dos *factores* (los llamados luego «genes»). Cada uno de esos *factores* se hereda, a su vez, de cada uno de los padres. Ambos *factores* ni se mezclan, ni se funden: se *segregan* en la producción de los gametos, de modo tal que la mitad de éstos recibe un *factor* y los restantes el otro. Cada factor, a su vez, existe en dos formas alternativas (lo que ahora llamamos «alelos»). De manera que puede suceder que, para un rasgo determinado de un individuo (por ejemplo, poseer semillas redondas), los dos factores heredados de los progenitores sean idénticos o distintos. Si sucede esto último, entonces un *factor* dominará sobre el otro, es decir: *se expresará*, se manifestará exteriormente, dando lugar a un determinado rasgo, por ejemplo poseer semillas redondas. Se dice, entonces, que ese *factor* «es dominante» y el otro (su alelo) «es recesivo» (no se *expresa*, pero existe). Al cruzar individuos con factores recesivos entre sí, en una parte de la prole se tornarán dominantes, con lo que el carácter «inexistente» en los padres y existente en los abuelos aparecerá de nuevo en una parte de los nietos.

Mendel expuso en 1866 sus hipótesis en una oscura publicación, *Actas de la Sociedad de Historia Natural* de Brün (ciudad entonces de Austria y actualmente de Checoslovaquia, bajo el

nombre de Brno). Lo que sirvió, entre otras cosas, para que sus investigaciones permanecieran desconocidas hasta 1900. En esa fecha, obtuvieron resultados similares a los de Mendel tres científicos que habían trabajado, al parecer, independientemente: Hugo de Vries (Holanda), Carl Correns (Alemania) y Eric von Tschermack (Austria).

Un artículo interesante sobre Gregor Mendel es el debido a Carlos Castrodeza, «Gregor Johann Mendel: clérigo notable en la Moravia decimonónica», *Revista de Occidente*, Madrid, n.º 32, p. 7 y ss.

64. Esta aserción hay que matizarla muchísimo. Es un error extendido afirmar que todo sistema aislado tiende a mayor desorden. Desde luego, eso no lo establece en modo alguno la segunda ley de la termodinámica. Ésta simplemente dice que en el proceso de evolución de nuestro Universo, la distribución de la energía se nivela cada vez más; no sustenta, pues, que haya de producirse necesariamente una distribución caótica de la materia.

Sobre estos temas les recomiendo la lectura del libro *La vida, un estadio intermedio* de Carsten Bresch, Barcelona, Salvat, 1987 (en especial, pp. 246-253).

65. Todo sea dicho con permiso de los *pampsiquistas*: esos filósofos que, para explicar el origen de la mente humana, actúan *reduciendo* el cerebro a sus componentes físico-químicos, a los que acabarán dotando de una especie de *pre-mente*. La pregunta es, entonces, ¿y esa pre-mente de dónde viene? Es muy recomendable, a este respecto, la lectura de Karl R. Popper y J. C. Eccles, *El yo y su cerebro*, Barcelona, Labor, 1978.

66. De hecho, *la evolución de la corteza terrestre*, defendida por Charles Lyell en sus *Principles of Geology* (1830-33), inspiró fuertemente las concepciones de Darwin. Lyell era un decidido partidario de que los cambios en la corteza terrestre habían tenido un carácter *gradual* —como ritmo casi universal—. Las modificaciones experimentadas por la superficie terrestre —opinaba— no son el fruto de grandes cataclismos. Su ritmo de cambio, en definitiva, no es paroxístico, sino todo lo contrario: uniforme a lo largo del tiempo.

Hay esa uniformidad de ritmo en la evolución geológica, porque, en último extremo, uniformes son los procesos que han modelado la superficie terrestre desde su origen. Los procesos

que hoy actúan sobre la Tierra, configurándola, son los mismos que lo han hecho desde siempre. No hay que recurrir a otras causas diferentes, como grandes *catástrofes geológicas*.

Lyell sustentaba este *gradualismo* frente, en particular, a los llamados «catastrofistas», cuyo representante más eximio era Cuvier. Por tales se entienden aquellos «científicos» que defendían que la superficie terrestre se había configurado bajo la acción de grandes cataclismos. Además se les solía presentar (de ahí las comillas de «científicos», que he empleado antes) como gente al servicio del *Génesis*. En la Biblia —no se olviden ustedes— se habla de cataclismos (como el famoso Diluvio Universal).

Es frecuente que, para clarificar las posiciones propias, o para hacerlas más aceptables, se usen como referencia opiniones ajenas, que presenten características contrarias. No quiere decir ello, que sean *totalmente* opuestas. Lo más común, sin embargo, es no sólo el uso de estas opiniones, sino que las mismas sufran unas ciertas *alteraciones* que las acaben por hacer (¡ahora sí!) *absolutamente contrarias*. Es decir, se crea una *artificial* dicotomía. Al mismo tiempo —obviamente— se ponen las bases para que el lector u oyente se incline hacia la elección de las opiniones propias. Las ajenas han sido adulteradas, usualmente, de modo que destaquen sus características más *negativas*.

Eso sucedió, en concreto, en la presentación que hizo Lyell —y sus seguidores— de los principios del *catastrofismo*. Ni Cuvier, ni sus seguidores, defendieron que todo cambio en la corteza terrestre fuera debido a cataclismos, ni mucho menos. Cuvier también defendió que los mismos procesos de hoy han venido configurando, desde su origen, la superficie terrestre. Es más, manifestó que en todo caso debían preferirse —desde el punto de vista explicativo— los procesos actuales. Pero, añadió, algunos sucesos del pasado requieren causas que ya no están en acción en el presente o que ahora actúan a ritmos marcadamente inferiores a los del pasado.

Agassiz (una de las cimeras de la ciencia norteamericana), siguiendo a Cuvier, desarrolló la teoría de las glaciaciones. Pues bien, Lyell nunca la aceptó, porque —por su teoría gradualista— no podía asumir que las cantidades de hielo fueran tan distintas entre el presente y el pasado.

Lyell atacó unas concepciones que él, en buena medida, había «creado». El catastrofismo al que se opone es un fruto, principalmente, de su imaginación. Algo que usa para contraponer la «cordura» de sus concepciones gradualistas.

Lo bien cierto, con todo, es que el registro geológico presenta cambios, al menos *aparentemente*, abruptos. Los catastrofistas, más pegados a los «datos», hacen también una lectura abrupta de ese registro; hay grandes saltos en él. Y postulan para esos grandes saltos, catástrofes. El resto del tiempo las cosas discurren por la senda tranquila de la acción de las causas ordinarias de configuración de la superficie terrestre. Los evolucionistas geológicos, como Lyell, menos pegados a los «datos» —más teóricos, en la visión ingenua de la epistemología que suele impregnar las comunidades científicas—, no ven *rupturas* en el registro geológico. Dicen, por el contrario, *que falta en el registro geológico lo que llenaba esos huecos*. Dicho menos retóricamente, los evolucionistas consideran que el registro geológico es extremadamente imperfecto, con grandes lagunas que hemos, desgraciadamente, de suplir. No hay saltos, abruptos saltos. Lo que ha sucedido es que faltan, en el registro geológico, los testigos de esas fases intermedias. El gradualismo puede, así, seguir sustentándose.

Darwin se adhirió al gradualismo. Y con ello, ciertamente, inició una serie de problemas que, incluso hoy, siguen aguardando solución. Como el relativo a la rápida aparición de especies. Pero esta es otra historia.

Sobre estos temas les recomiendo la lectura de S. J. Gould, *Desde Darwin*, Madrid, H. Blume, 1983 (especialmente, la parte V), así como, del mismo autor, *El pulgar del panda*, Madrid, H. Blume, 1983 (en este caso, también su parte V), y M. Ruse, *La revolución darwinista*, Madrid, Alianza Universidad, 1983.

67. Sobre estos asuntos pueden ustedes leer el texto de S. J. Gould, *La falsa medida del hombre*, Barcelona, Antoni Bosch, 1984.

68. Me refiero a Goddard, uno de los padres de la psicología norteamericana. Sobre este tema, les recomiendo la lectura del libro de Gould, citado en la nota anterior.

69. Una crítica interesante de estos intentos (que, quizá, peca, a su vez, de demasiado *ambientalista*) es la de Steven Rose, R. C. Lewontin y Leon J. Kamin, *No está en los genes*, Barcelona, Grijalbo, 1987.

70. Así la llama en concreto, S. J. Gould en su libro *Desde Darwin*, Madrid, H. Blume, 1983 (exactamente en su p. 265 y ss.).

71. Pueden ustedes consultar mi «El “pequeño” paso que media entre enseñar los dientes y enviar misiles», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986.

72. Se entiende por «neodarwinismo» o «teoría sintética» la teoría de la evolución, surgida hacia los años treinta como síntesis (de ahí el segundo nombre) de los desarrollos mendelianos y el concepto darwiniano de selección natural. Sus creadores fueron Th. Dobzhansky (genético), E. Mayr (biogeógrafo y sistemático), G. Gaylord Simpson (paleontólogo), J. Huxley (biólogo) y G. Ledyard Stebbins (botánico). Uno de sus principales representantes actuales es Francisco J. Ayala, español de nacimiento, catedrático de la Universidad de California en Davis. A él se deben los intentos más logrados de modificar y ampliar gradualmente la teoría sintética, al compás de los descubrimientos de la biología molecular y la paleontología (les recomiendo, a este respecto, la lectura de G. Ledyard Stebbins y F. J. Ayala, «La evolución del Darwinismo», *Investigación y Ciencia*, septiembre, 1985).

Sobre neodarwinismo, en general, es interesante la lectura del libro de Th. Dobzhansky, F. J. Ayala y otros, *Evolución*, Barcelona, Omega, 1980.

73. Otra fuente de variaciones es el llamado «sobrecruzamiento». Los genes de un mismo cromosoma se llaman «ligados». No todos los genes ligados siguen estando juntos cuando se forman las células sexuales. Ello responde al hecho de que los cromosomas homólogos (los cromosomas que forman pareja) *intercambian segmentos* durante ese proceso (exactamente, hacia el final de la denominada «profase»).

74. «The phenomenon of industrial melanism in Lepidoptera», *Annual Review of Entomology*, 6, 1961, pp. 245-262. El ejemplo de la *Biston betularia*, por lo demás, es el que siempre se pone en el contexto del neodarwinismo, cuando se habla de «selección direccional»: selección que opera en un cierto sentido provocando un cambio directo continuo. Caso de que la selección natural opere así durante un largo período de tiempo se genera una *tendencia evolutiva*. Ejemplos paradigmáticos de tendencias evolutivas son el aumento de tamaño en la familia del caballo o el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.

75. Esta forma de expresarse es bastante característica de las teorías evolucionistas de todo cuño, particularmente del neodarwinismo. El lenguaje metafórico está a la orden del día en ellas. Es evidente que su uso entraña riesgos, particularmente de *antropomorfismo*: de estar atribuyendo intenciones o capacidades a la naturaleza inanimada o a la animal no-humana. De todos modos, ser demasiado estricto en estos casos puede ser, no sólo pedante, sino incluso insultante para el lector. Hablar metafóricamente, como se hace en este contexto, es un modo —la mayor parte de las veces— conveniente para evitar largos rodeos.

Pueden ustedes consultar a este respecto mi «Puesto el gen, puesto el engaño», *Arbor*, Madrid, enero 1986.

76. Sobre esta paradoja pueden ustedes consultar, de nuevo, el artículo mío que acabo de citar.

77. Lorenz ha sido una de las grandes personalidades científico-filosóficas de nuestro siglo. Uno de los fundadores de la moderna etología, ha desarrollado una profunda labor investigadora en el contexto de la fisiología de la conducta, tratando de poner al descubierto bases biológicas del comportamiento. Desde luego, no es, ni ha sido nunca, un *biologista simplón*.

Hablando en concreto del ser humano, aunque Lorenz ha considerado la agresividad como un instinto, jamás ha incurrido en la confusión de *innato* (los instintos lo son) con *inmodificable*. Siempre ha sido partidario de conocer las bases biológicas de la conducta, para que las prácticas educativas —de que se pudiera hacer uso para la *corrección* de algunas notas comportamentales, como la agresividad hipertrofiada misma del ser humano— tuvieran visos de éxito. El ser humano no es arcilla que infinitos ambientes puedan modelar de infinitas maneras diferentes. El ser humano, como organismo biológico, establece límites, cortapisas, a esas «infinitas» maneras de poder realizarse (sobre este tema, vean ustedes las secciones finales de este ensayo). Conviene conocer, en lo posible, esos límites biológicos, si se desea, en suma, no estar construyendo *castillos educativos en el aire*.

Sobre estos temas les recomiendo no sólo la lectura del famoso libro de Lorenz, *Sobre la agresión. El pretendido mal*, México, Siglo XXI, 1967, sino su obra más reciente, *La decadencia de lo humano*, Barcelona, Plaza y Janés, 1983.

Para acabar, sólo añadir lo siguiente. Lorenz fundó tras la

segunda guerra mundial, en el seno del Instituto Max Planck, unas instalaciones en Seewiesen (cerca de Starnberg), dedicadas al estudio de la fisiología de la conducta. Entre ellas, un laboratorio para la investigación concreta de la etología humana, que, desde 1970, dirige Irenäus Eibl-Eibesfeldt. Tratando de corroborar las hipótesis etológicas acerca de la conducta agresiva, este laboratorio ha efectuado numerosos trabajos de campo, estudiando pueblos primitivos como los eipo (papúas, Nueva Guinea), waicas (Orinoco) o los pacíficos san del Kalahari (!Ko, !Kung y Gw/i), entre bastantes otros más.

De Eibl-Eibesfeldt les recomiendo la lectura de *El hombre preprogramado*, Madrid, Alianza Universidad, 1977; *Etología*, Barcelona, Omega, 1980; *Amor y odio*, Barcelona, Salvat, 1986; y *Guerra y paz*, Barcelona, Salvat, 1987.

Sobre agresividad entre los eipo, hipótesis generales sobre la agresividad humana y sus mecanismos de inhibición, les aconsejo el artículo de W. Schiefenhövel, «La agresión y el control de la agresión: un ejemplo de Nueva Guinea y algunas consideraciones generales sobre etología humana», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986, pp. 309-327.

Sobre inhibición de la agresividad entre los pueblos san del Kalahari hablo extensamente en la prosecución de este ensayo, *La amenaza de las cavernas*, que espero que pueda ver pronto la luz.

78. Hago alusión al libro de Lorenz, *Sobre la agresión. El pretendido mal*, México, Siglo XXI, 1967.

79. Es así el principal mecanismo de la llamada «selección sexual». Se trata, por lo común, de una agresión altamente ritualizada. Una agresión que se manifiesta a través de comportamientos que tienden a disuadir al contrario. No tiene por qué llegar al choque real de los rivales (normalmente, machos que se disputan hembras). Mostrar los colmillos, las anteleras o, en general, la corpulencia puede ser suficiente para que uno de los dos rivales desista. Cuando ello no basta, la lucha es inevitable. Pero aun ésta no suele ser sangrienta y, excepto en contadísimas ocasiones, no concluye con la muerte del contrario.

80. A luchas continuas e infructuosas con los dominantes podríamos considerar, por el contrario, que se hallan abocados los «dominados», si adoptáramos una selección natural *ortodoxa*,

en la que la unidad de selección es el individuo y no el grupo. En efecto, si la unidad de selección fuera el individuo, sería inexplicable (bueno, los sociobiólogos, como cuento más tarde en el texto, lo «aclaran») que hubiera quienes cesasen en su lucha por procrear e incluso ayudasen a sus rivales en sus tareas de reproducción. Con estas prácticas estarían potenciando la presencia de genes *rivales* de los suyos en el acervo de genes de su población. Y, sin embargo, en la naturaleza son frecuentes los casos en que esas ayudas se dispensan.

81. De Ardrey tenemos traducido al castellano uno de sus últimos libros, muy representativo de su pensamiento, a saber: *La evolución del hombre. La hipótesis del cazador*, Madrid, Alianza, 1978. Este autor ha sido uno de los que más ha contribuido a popularizar la idea del *hombre como ser asesino por naturaleza*.

82. Desde el cine es *paradigmática* la labor que han hecho a este respecto directores como S. Kubrick (2001, *una odisea del espacio* o *La naranja mecánica*) o Sam Peckinpah (*Grupo salvaje*, *Perros de paja*,...).

Yo recuerdo siempre, con gran horror, el principio de 2001..., una película que habré visto unas diez veces. Un australopiteco se queda mirando un hueso. Le viene la gran idea. Lo deja caer sobre un cráneo, que se hace astillas bajo el golpe. Acompañado de los suyos se dirige al encuentro de una tribu de australopitecos rivales, que, antes, los habían desalojado de una charca. Con el hueso como arma, parte la cabeza al jefe del grupo *enemigo*. Disparando el hueso hacia los aires, se transforma, ¡ohhh...!, en una *majestuosa* nave espacial. La nave como arma. De aquí a ligar la guerra de las galaxias con el hueso, usado como instrumento mortífero por aquel australopiteco, sólo media un paso, que, desgraciadamente, los antropólogos *tremebundos* no dudan en dar.

83. Sobre el papel que tiene la distancia en estos casos, así como la impunidad de la acción se han hecho numerosos experimentos. Aunque sea anecdótico, quisiera recordar cómo una de las preocupaciones de los jefes de ambos bandos durante la guerra civil española fue evitar una confraternización entre las tropas que ocupaban trincheras muy cercanas. El intercambio de cigarrillos, canciones y noticias estaba a la orden del día.

84. «El “pequeño” paso que media entre enseñar los dientes y enviar misiles», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986, pp. 275-294.

85. R. Dart ha sido uno de los grandes pioneros en la búsqueda de orígenes africanos para el hombre. En 1925 descubrió el llamado «niño-mono» de Taung, restos de un australopiteco africano que venían a cuestionar las concepciones dominantes en la paleoantropología del momento. En ésta se aceptaba mayoritariamente la hipótesis del *origen europeo*, más exactamente *inglés*, del ser humano, suposición apoyada principalmente sobre los restos de una calavera del llamado «hombre de Piltdown». El «caso Piltdown» ha sido, con mucho, el *mayor fraude científico de todo el siglo XX*. Permítanme que les cuente algo al respecto.

El cráneo de esa calavera, cuyos primeros restos fueron hallados por Charles Dawson hacia 1908 en una cantera de piedra en Piltdown, en la costa sudeste de Inglaterra, no podía distinguirse apenas del perteneciente al hombre de hoy. La mandíbula, que lo acompañaba, era para muchos expertos claramente de simio. Hubo quien opinó que se habían mezclado en la reconstrucción de dicha calavera restos de dos animales distintos. Hubo quien creyó, en suma, que el padre de la criatura, Dawson, auxiliado muy probablemente por el famoso jesuita Teilhard de Chardin, había juntado piezas de dos especímenes de especies distintas y actuales. Sin que se quisiera decir que esa labor hubiera sido intencionada. Sin embargo, Arthur Smith Woodward, a la sazón conservador del departamento de Paleontología del Museo Británico y compañero de Dawson en sus excavaciones a partir de 1912, defendió en una serie de trabajos que se trataba de restos humanos prehistóricos, pertenecientes a un mismo individuo. Y la comunidad paleontológica asumió esta hipótesis con carácter casi general.

Hay que decir en este punto que el «hombre de Piltdown» se adecuaba muy bien a ciertas preconcepciones, corrientes en esa época, acerca del hombre. Por ejemplo, *indicaba a las claras* el origen europeo del ser humano; y su gran capacidad craneana *evidenciaba* el notable desarrollo intelectual del hombre desde un principio. Se trataba, dicho rotundamente, de la calavera de un hombre *blanco* y además *listo*.

En este contexto creo que resultará muy comprensible el terror que debió sobrecoger a las gentes que habían hallado en

Piltdown una garantía de «nobleza de origen», al conocer la hipótesis de Dart acerca del origen africano del ser humano, suposición apoyada en su descubrimiento de Taung. Ahora, el ser humano parecía descender de un *simio*, de escaso desarrollo craneal, y *encima africano*. El descubrimiento de Dart fue —es fácil comprenderlo— condenado como perteneciente al mundo de las *herejías científicas*. Y en él permaneció hasta 1955 —fecha nada lejana—, cuando la calavera de Piltdown se descompuso en las piezas que alguien (no digamos quién) alguna vez juntó (¿inconscientemente?): un cráneo humano *moderno*, envejecido con las técnicas apropiadas, y una mandíbula de simio.

Sobre estos temas les recomiendo la lectura una vez más de una obra de S. J. Gould. En este caso se trata de su libro *Dientes de gallina, y dedos de caballo*, Madrid, H. Blume, 1984 (en especial, su parte IV).

Lo curioso es que Dart, *reflexionando* luego sobre los muchos restos de australopitecos por él mismo hallados, contribuyó a crear una concepción del origen del ser humano —como cuento en el texto—, que venía a apoyar otro buen número de preconcepciones acerca de la naturaleza del ser humano.

86. En castellano está traducida una de las obras más interesantes que sobre las vidas y costumbres de chimpancés se han escrito. Me refiero al libro de J. Goodall, *En la senda del hombre*, Barcelona, Salvat, 1986.

87. A este respecto aconsejaría de nuevo la lectura de mi artículo «El “pequeño” paso que media entre enseñar los dientes y enviar misiles», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986 (en especial pp. 280-283).

88. Pido perdón por la inmodestia, pero consulten de nuevo el artículo mío que acabo de citar (en especial, pp. 282-283).

89. Se trata del mecanismo denominado por los sociobiólogos «selección familiar». Ésta —se dice— parte del *hecho de que* está en nuestro *interés reproductivo* ayudar a que engendren aquellos que comparten nuestros genes, de este modo *harán copias* de nuestros mismos genes (de algunos, claro está). Esa ayuda se dispensará *bajo condiciones*. *Tendrá lugar siempre que se gane más de lo que pueda perderse*. Con un ejemplo muy simple, mi hermano comparte el 50 % de mi dotación genética. Le

ayudará a reproducirse si mis propias posibilidades de hacerlo son muy bajas. Prestándole auxilio a él se lo estoy dando a algunos de mis genes.

Observen ustedes el marcado carácter *economicista* del lenguaje empleado por los sociobiólogos.

90. Se trata del mecanismo que los sociobiólogos denominan «manipulación paterna». Por él, un individuo puede ayudar a sus parientes próximos, porque está en el interés —como he dicho en el texto— reproductivo de sus padres que así lo haga. Ello —se dice— puede explicar por qué entre los himenópteros —en concreto, entre las abejas—, una vez establecido el nido, la reina fabrica *obreras* en lugar de *reproductoras*. Las *obreras* ayudan a criar la prole de la *reina*.

91. En concreto en su libro *El gen egoísta*, publicado entre nosotros inicialmente por la editorial Labor, Barcelona, 1979 y, muy recientemente, en 1985 por Salvat, Barcelona. Es, pues, un ensayo que —se supone, dado su sistema de distribución— debe haber llegado al gran público. Por cierto, debe haberlo hecho, cuando Dawkins mismo ha cambiado visiblemente de concepciones y la sociobiología, que encuentra en las páginas de *El gen egoísta* una magnífica exposición literaria, tiende —en mi opinión sin conseguirlo— hacia otros derroteros. Pero, en el texto les hablo de esto.

92. Dawkins no extiende (en *El gen egoísta*) la *determinación genética* al ámbito humano. Para él, una hormiga puede ser un lerdito robot, dirigido por sus genes. Pero un ser humano, no. La mayoría de las notas que resultan inusitadas en el ser humano se reducen a una palabra, según el propio Dawkins: «Cultura». El ser humano, en este sentido, no es una mera máquina de supervivencia, programada para preservar las «*egoístas*» moléculas replicadoras, conocidas como genes. El ser humano es un producto de la *coevolución* biológica y cultural. Y, ante todo, de lo último: de una evolución cultural, dice Dawkins, cuyas unidades de transmisión (los llamados por él «*memes*») pueden cambiar celéricamente en su salto de un cerebro a otro.

Lo lamentable es que otros autores, como, muy en particular, M. Ruse ni muestren la prudencia de Dawkins, ni respeten las intenciones de éste, al que acusan de contradecirse. En su obra *Sociobiología*, Madrid, Cátedra, 1983, escribe páginas *gloriosas* para el determinismo biológico más evidente y craso.

Remitiendo a R. Trivers, «Parental investment and sexual selection» en B. Campbell (ed.), *Sexual Selection and the Descent of Man 1871-1971*, Chicago, Aldine, 1972, dice cosas como estas: «Las hembras atractivas tienen que ofrecer menos que las no atractivas para atraer a los machos; de ahí que, como compensación, estas últimas incrementen la muestra sexual de lo que están dispuestas a permitir» (obra citada, p. 93). Prosigo con palabras de Ruse: «Como los machos pueden fecundar tan fácilmente, es decir, con tan poco esfuerzo, lo primero que se podría decir es que tendrán una tendencia a fecundar a todas las hembras disponibles a su alcance. Pero también, puesto que la prole humana requiere tanto esfuerzo en sacarla adelante, se puede predecir que los machos tratarán de buscar a alguien que haga el trabajo por ellos. Es decir, habrá una presión selectiva para el adulterio... E igualmente habrá una fuerte presión selectiva contra el que sea un cornudo» (obra citada, p. 92). Quien quiera más y, a la vez, desee comprobar si tergiverso, le ruego lea las páginas 90 a 96 del mencionado libro. No tienen desperdicio, se lo aseguro.

93. E.O. Wilson sistematizó y amplió en *Sociobiology. The New Synthesis*, Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press, 1975 (vertida al castellano bajo el título *Sociobiología. La nueva síntesis*, Barcelona, Omega, 1980) las tesis sociobiológicas, que venían desarrollándose tímidamente desde, más o menos, 1964. La sociobiología toma carta de existencia real con esta obra.

En *Sociobiología. La nueva síntesis* —y hago así de pasada alusión a algo que he dicho antes en el texto—, Wilson se permite, como él mismo dice, con carácter *altamente conjetural* abordar el caso humano. Introduce, de este modo, un fuerte hiato entre sus taxativas observaciones acerca de los animales no-humanos y sus especulaciones sobre el ser humano.

Esa separación durará poco tiempo. El propio Wilson, entre otros, se encargará de que así sea (pueden ustedes leer, a este respecto, su libro *Sobre la naturaleza humana*, México, Fondo de Cultura Económica, 1980).

94. Ha sido editada en Barcelona por Salvat. Y quiero decir algo al respecto. Esta puede ser una obra clásica, pero yo estoy casi seguro de que el lector (no ilustrado en estos temas) que ponga sus ojos en sus páginas puede quedar convencido de algo que los mismos sociobiólogos tratan hoy día de superar (con escaso éxito, me parece). Editar esta obra de Alexander con

casi diez años de retraso en una colección que se supone popular puede contribuir, tan sólo, a afianzar un modo de ver las cosas, una cosmovisión, a la que la ciencia misma ha comenzado a retirar su apoyo. Claro está que, en España, las cosas nos llegan siempre con algo de retraso. Se me ocurre decir (¿no sé por qué?) que la literatura sociobiológica comienza a difundirse entre el gran público casi al mismo tiempo que aparecen las primeras obras sobre ingeniería genética en que se cantan alabanzas a sistemas y formas de producción, cuestionadas —incluso como rentables— en los países de procedencia de las mismas sociobiología y tecnología genético-sintética. ¿Pura casualidad?

95. La verdad es que, antes de que *las estrellas* de la sociobiología escribieran sus primeros estudios *científicos* sobre el ser humano, los periodistas y literatos en general ya habían dado su opinión sobre el tema. Por ejemplo, el *New York Times* del 28 de mayo de 1975, anunciando la obra *Sociobiología. La nueva síntesis* de Wilson, remarcaba las *revolucionarias implicaciones de este libro para las sociedades humanas*. Lo que en *Sociobiología. La nueva síntesis* pertenece al reino de la especulación —la determinación genética del comportamiento humano— comienza a pasar en la propaganda por ser un *hecho*. De este modo se abre una vía hacia el lego, hacia el ciudadano común y corriente, no exenta de *espectacularidad*, ni de *morbo*. En esta línea *People Magazine*, en noviembre de 1975, titulaba uno de sus trabajos «La sociobiología es una nueva ciencia con nuevas ideas de por qué, a veces, nos comportamos como hombres de las cavernas». Dado el concepto de *hombre de las cavernas* que la *antropología tremebunda* ha consolidado ciertamente entre nosotros, ya pueden ustedes imaginar de qué va el artículo de *People*. Y no acaba todo aquí.

Un gran espaldarazo para la popularización de la sociobiología vendría de la mano de *House and Garden* y *Reader's Digest*, cuya amplia difusión no necesito destacar. En la primera, en febrero de 1976, se publicó un artículo titulado «Recuperando la naturaleza: nuestra esperanza de futuro». La naturaleza que hay que recuperar es *nuestra naturaleza biológica* en una perspectiva radicalmente extremista. Se defiende una visión biologista simplona del ser humano, que permite la *esperanza de futuro* de que habla el título del artículo. Esa esperanza está constituida por la existencia de la sociobiología que, poniendo al descubierto la verdadera naturaleza humana, puede permitir evidenciar las bases sobre las que debería intervenir para

erradicar el riesgo mismo de extinción a que, como especie, parecemos abocados. Claro está, si esas bases resultan ser genéticas y disponemos de medios para separar o *coser* genes, y la cosa está que arde acerca de nuestras posibilidades de supervivencia: ¿Qué convendrá hacer? Dése usted mismo la respuesta.

Quiero subrayar, de nuevo, la coincidencia de la sistematización de la sociobiología hacia 1975, la popularización de un biologismo craso a partir de ese mismo año y la aparición de voces pidiendo control social sobre la ingeniería genética. No me refiero al control de los propios científicos sobre sus actividades. Me refiero a estricto control social. En el texto hablo de este tema.

96. Les recomiendo que releen la nota 92.

97. Con ello nos *exhorta* Ruse en su nuevo libro *Tomándose a Darwin en serio*, Barcelona, Salvat, 1987.

98. *Sociobiología. La nueva síntesis*, Barcelona, Omega, 1980, p. 257.

99. Wilson se cuida mucho aquí de decir que se trata de meras especulaciones. Como digo en la nota 94, pronto se abandonó, en la popularización de estas ideas, el ámbito de las hipótesis para pasar a hablar de *hechos*.

100. La argumentación común en estos contextos (paradigmáticamente representada por J. Glober, *El hombre prefabricado. Problemas éticos de la ingeniería genética*, Barcelona, Ariel, 1986) es la que se efectúa aplicando lo que los lógicos denominan «silogismo disyuntivo». Es decir: se enuncia una tesis, por ejemplo: la agresividad desmedida del ser humano lo está abocando a la extinción. Luego se plantea (ahora comienza el silogismo disyuntivo) una alternativa: esa agresividad desmedida puede controlarse por medio de cambios sociales o cambios biológicos (genéticos). A continuación se pone de manifiesto que los cambios sociales han sido inefectivos para evitar, en particular, las guerras. A partir de aquí es evidente que se infiere que, si se quieren evitar las guerras, habrá que recurrir a cambios biológicos. Como la inferencia es tan obvia, los biologists simplones omiten hacerla. La dejan para el lector u oyente. Ellos se limitan a decir frases no-demasiado arriesgadas como: «Ya saben ustedes que disponemos hoy día de medios para intervenir los genotipos», etc. Subliminalmente, más

o menos —desde luego—, apoyan así la extracción de la conclusión por ellos deseada, a saber: usemos los medios de la ingeniería genética en una situación de emergencia como la descrita.

A mí lo que más me sorprende es que se pueda argumentar así, según sus propios autores por motivos *científicos*. Yo aceptaría esta clase de discursos si, de verdad, se hubieran localizado genes para rasgos comportamentales; si, de verdad, se supiera que esos rasgos tienen un carácter absolutamente independiente (de manera que, eliminar uno «indeseable» no conlleve eliminar otro —o más— «deseables»), etc. Es decir: si, de verdad, todo esto no fuera un montaje absolutamente *especulativo*, al que se intenta revestir del manto de la *ciencia*. Pero, sobre estos temas, hablo en el texto. (Les recomiendo, además, la lectura de mi artículo «Somos monos, pero menos», *Theoria*, San Sebastián, octubre 1986-enero 1987.)

101. Para Mooto Kimura, el más representativo defensor del *neutralismo*, hay variantes que surgen aleatoriamente y *subsisten porque no causan daño*.

En sí mismas, esas variantes génicas ni confieren ventajas, ni desventajas, al portador. Son neutras. Y, por ello mismo, pueden derivar por las poblaciones sin la criba de la selección. Éste no es, así, el *principio omnipotente* de la evolución que los neodarwinistas nos pintan.

Los neutralistas creen hallar un magnífico ejemplo corroborador de su hipótesis en el llamado «*reloj molecular*». El análisis de las divergencias moleculares entre compuestos orgánicos complejos (por ejemplo, el citocromo) de especies de un mismo linaje, ha arrojado en algunos casos un sorprendente resultado. A mayor tiempo transcurrido desde la separación, se ha detectado mayor cantidad de divergencias moleculares. Pero, además, hay una *aparente correspondencia lineal entre las divergencias moleculares y el tiempo pasado desde la separación*. Parece, en definitiva, como si las mutaciones genéticas se presentasen ¡con regularidad! y, asimismo, se incorporasen ¡de forma automática! sin restricciones selectivas.

Sobre la teoría neutralista pueden ustedes acudir a M. Kimura, «Teoría neutralista de la evolución molecular», *Investigación y Ciencia*, enero de 1980.

Los sociobiólogos podrían aducir, en su defensa, la manera en que Stebbins y Ayala han respondido a los neutralistas. Éstos postulan que la aparente constancia de la tasa de evolución

es incompatible con la noción neodarwinista de que el cambio molecular refleja la actividad de la selección natural. La intensidad de las presiones selectivas debe variar temporalmente. Por tanto —se dice que deben aseverar los neodarwinistas— cabe esperar tasas variables de evolución molecular. Es así que esto último *no sucede en todos los casos*. Luego: *no importan* (concluye el neutralista) *las presiones selectivas en todos los casos*. Stebbins y Ayala —en su artículo «La evolución del darwinismo», *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1985— replican considerando que la teoría sintética no obliga a que el ritmo de evolución sea tan irregular como suponen esos críticos. En tanto que la función de un gen (o de una proteína) sea la misma en diferentes linajes evolutivos, no tiene —dicen— por qué sorprendernos que evolucione con ritmos semejantes durante millones de años incluso, ya que las *restricciones funcionales a que esté sometido serán parecidas*.

De hecho, M. Ruse y E. D. Wilson, «Moral Philosophy as Applied Science», *Philosophy*, 61, 1986, pp. 173-192, se hacen eco de las críticas neutralistas, pero en lugar de resolverlas al modo de Stebbins y Ayala, parten diciendo que Kimura sustenta que la selección natural es el mecanismo básico de la evolución. Con ello, simplemente, no se dan cuenta de que ser el mecanismo básico no significa ser el único mecanismo.

102. Aunque no se trate de dos *biólogos del desarrollo* de profesión (el primero es paleontólogo; el segundo, genético de poblaciones) S. J. Gould y R. C. Lewontin son los autores de un magnífico artículo, en el que se inspira lo dicho por mí en el texto. Se trata de «The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist program», *Proceedings of the Royal Society of London*, B. 205, 1979, pp. 581-598.

103. Pueden ustedes consultar, a este respecto, la obra ya clásica de D'Arcy Thompson, *Sobre el crecimiento y la forma*, Madrid, H. Blume, 1980.

104. Para conocer más críticas, pueden ustedes recurrir a mi artículo «Somos monos, pero menos», *Theoria*, San Sebastián, octubre 1986-enero 1987.

105. B. Leith, en su libro *El legado de Darwin*, Barcelona, Salvat, 1986, es muy recomendable para todos estos temas (sobre todo, el capítulo 4).

Un ejemplo de cómo la «arquitectura» condiciona el resultado es el siguiente. Una concha de caracol es espiral. Puede cambiar de forma y tamaño en ciertos aspectos. Pero, hay una tajante barrera «arquitectónica» en el tamaño que puede alcanzar una espiral de carbonato de calcio, que es el material precisamente que constituye la concha.

106. Un artículo muy interesante a este respecto es el debido a J. D. Delius, «De los genes a la conducta», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986, pp. 295-307.

107. *The Blind Watchmaker*, Essex, Longman Scientific and Technical, 1986, p. 177 y ss.

108. Sobre este tema les recomiendo la lectura de mi artículo «Puesto el gen, puesto el engaño», *Arbor*, Madrid, enero 1986.

109. *Sociobiología*, Madrid, Cátedra, 1983, p. 297.

110. Me refiero al llamado «Sociobiology Study Group of Science for the People». De este grupo formaban parte, ciertamente, importantísimos científicos como Lewontin, Gould o Levins que, luego, en sus obras particulares, se apartaron bastante de la tónica que parecía presidir los escritos colectivos.

Sea como fuere, lo que pasó en 1975 fue que, a una reseña favorable del libro de Wilson publicada en la *New York Review* (7 de agosto de 1975), el mencionado grupo respondió con gran virulencia (13 de noviembre del mismo año) en ese mismo medio de comunicación, poniendo en línea la sociobiología con las teorías que suministraron base importante para el establecimiento de las cámaras de gas en la Alemania nazi. Y se armó una sonora trifulca.

En su réplica de 11 de diciembre de 1975, Wilson (también en la *New York Review*), luego de considerar «Irresponsable y totalmente falsa» la asociación de sus tesis científicas con la política genocida del nacionalsocialismo, viene a acusar a sus adversarios de «inquisidores», que tratan de coartar la libre investigación y la discusión «crucial para la buena salud de la comunidad científica». Se irá más lejos todavía, comparando la situación de los sociobiólogos a la vivida por Galileo bajo los teólogos.

Personalmente creo que los miembros del «Sociobiology

Study Group of Science for the People» fueron unos perfectos aliados-a-su-pesar de la sociobiología, contribuyendo —y mucho— a darle publicidad. Lo bien cierto es que entre ellos, la propaganda pagada por *Harvard University Press* (la editora de este libro de Wilson), los artículos de *House and Garden*, *People*, *Reader's Digest*, más los cócteles ofrecidos por la mencionada editorial se logró lo que, en principio, parece imposible: de un libro que, en formato normal, tendría más de 1.000 páginas, escrito por un especialista en hormigas y con instrumental matemático —me refiero, claro está, a *Sociobiología. La nueva síntesis*— se han vendido más de 100.000 ejemplares, al precio de 25 dólares. Hagan ustedes cálculos en pesetas y asómbrense. Y los datos no están actualizados (los conozco sólo hasta 1983).

111. Así se expresa, por ejemplo, el mismo Wilson, que, junto con Charles J. Lumsden, pasa por ser padre de este segundo intento sociobiológico. Sus inicios más claros habría que establecerlos en la obra de ambos autores, *Genes, Mind and Culture*, Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 1981. Su exposición, hasta el presente, más amplia y accesible se halla en el libro, también de ambos pensadores, *El fuego de Prometeo*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

112. Este motivo se aduce en las obras citadas en la nota anterior y, asimismo, en la producción posterior de la *segunda sociobiología*, como por ejemplo en: M. Ruse y E. D. Wilson., «The Evolution of Ethics», *New Scientist*, 17 octubre 1985; o en M. Ruse, «Evolución y Ética: una vieja relación reconsiderada», en J. Sanmartín y otros (compiladores), *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986, pp. 149-169.

Se sigue haciendo uso de un lenguaje *economicista*. La *culturización* de la naturaleza, hecha desde un entramado teórico-económico (es decir, hablar de la naturaleza con categorías del mundo de la cultura económica), sigue muy presente en los desarrollos sociobiológicos. Aunque, en honor a la verdad, en los primeros pasos de la sociobiología la cosa era muchísimo más patente. Así se hablaba de una selección *explotadora* del congénere: no se *coopera*, sino que se *explota* al compañero de fatigas sexuales; se *explota* al hijo, en un contexto de crianza cuyas coordenadas son *costes y beneficios* —los padres *invierten* en los hijos, si, con ello, *ganan más que pierden*, etc.—. *Explotación* por doquier. Una *explotación enraizada en los genes*, genes «egoístas». Sobre estos temas les recomiendo mi «Genes «eje-

cutivos" y ejecutivos "genéticos", en *Actas de la Universidad de Verano en Teruel*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, 1986.

113. Así se expresa, en concreto, M. Ruse, «The Evolution of Ethics», *New Scientist*, 17 de octubre de 1985. Dice rotundamente, por ejemplo, «Nuestro punto de partida es la ciencia». Con lo que, claro, quien lo critique se supone que no partirá de la ciencia. Y ya estamos en la de siempre: si unos son los científicos, los otros no les queda más remedio que ser los ideólogos. Y prosigue: «Dos proposiciones parece que se han establecido más allá de toda duda razonable. Primera: la conducta social de los animales se halla firmemente bajo el control de los genes y ha sido configurada en aquellas formas que confieren ventajas reproductivas dadas. Segunda: los seres humanos son animales. Darwin sabía que la primera aserción era verdadera, y una multitud de estudios recientes, desde la mosca de la fruta a las ranas, lo han confirmado repetidas veces. Darwin sabía también que la segunda aserción es verdadera; y la evidencia positiva sigue fluyendo desde todas las disciplinas biológicas. Genéticamente, somos una especie emparentada con los chimpancés, con los que hemos evolucionado desde hace más de 3,5 mil millones de años y de los que nos hemos separado hace unos 6 millones de años». ¿A que resulta sencillo saber qué va a defenderse a continuación? Han acertado.

114. Sobre las relaciones entre evolución y ética, en una línea prudentemente sociobiológica, les recomiendo a ustedes la lectura del ensayo de Camilo José Cela-Conde, *De dioses, genes y tiranos*, Madrid, Alianza Universidad, 1985. En una cosa estoy plenamente de acuerdo con Camilo: ha habido demasiados intentos de aproximarse a la ética y la sociología como si el ser humano no tuviera condicionantes biológicos, olvidando en suma *el animal que todos llevamos dentro*. Su obra establece diferentes niveles en la *acción humana* en los que la fuerza de esos condicionantes biológicos es, asimismo, distinta (desde total a prácticamente nula).

115. Sobre cómo compaginar *biología y flexibilidad* quizá, como expongo en mi artículo «Somos monos, pero menos», *Theoria*, San Sebastián, oct. 1986-ene. 1987, la neurobiología del futuro, a través de la corroboración de la hipótesis de construcción de metacircuitos neuronales, pueda arrojar alguna luz.

ÍNDICE

Introducción	11
1. LA VERDAD HABLA POR SUS BOCAS	15
Sobre el método científico	17
Sobre el dominio de la naturaleza	25
2. INGENIERÍA GENÉTICA. ¿SERVICIO O NEGOCIO?	37
La estirpe de Quimera	41
El posible zarpazo de Quimera	51
A la puerta del Edén	57
A la puerta del Hades	65
La delicada realidad del Dr. Jekyll	77
3. YA LO DIJO DARWIN	81
A cada cual lo suyo, según su material constituyente	87
Y el arma hizo al hombre	97
Es antes el huevo que la gallina	113
El rompecabezas corporal	125
Unas pocas palabras a modo de epílogo	143
Notas	152