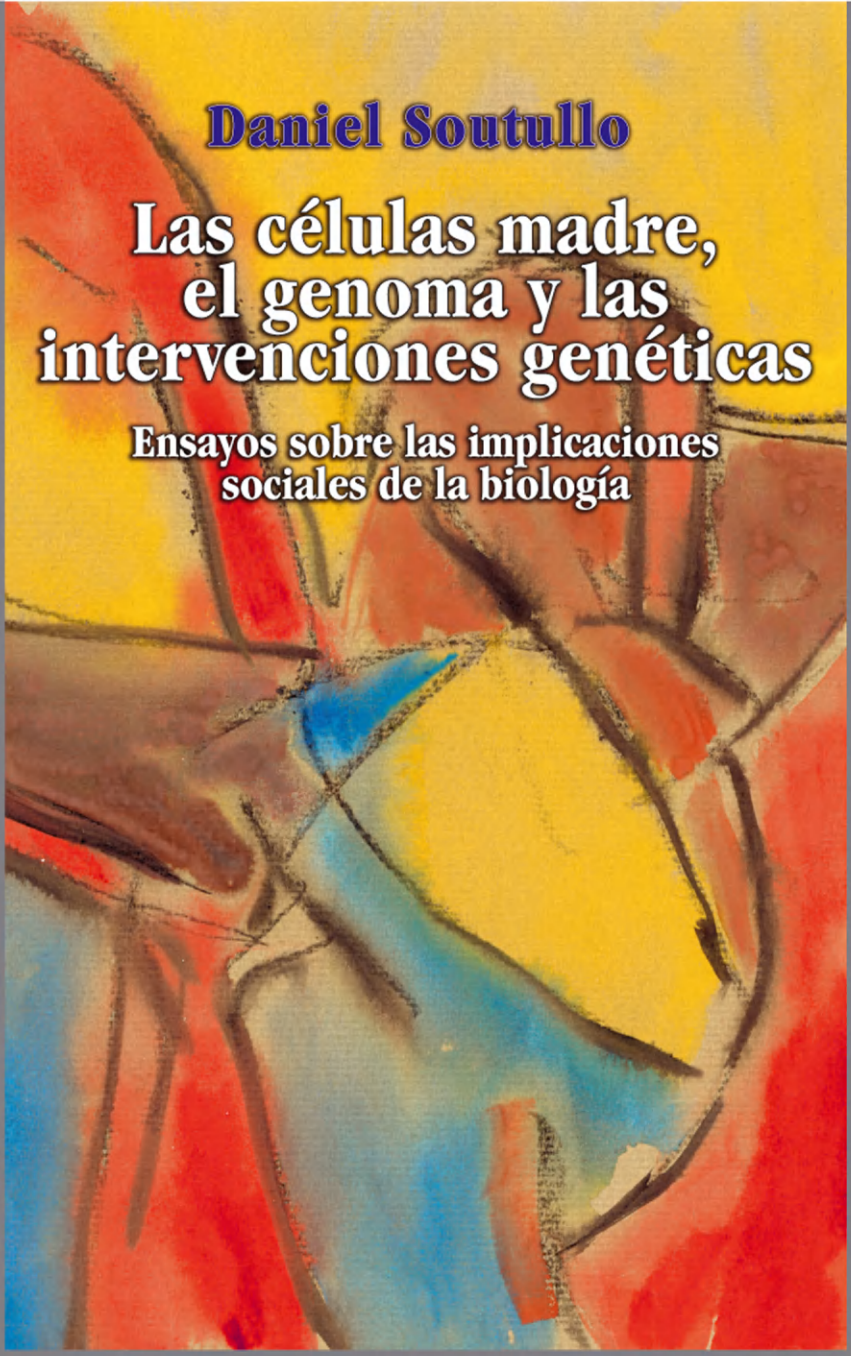
Daniel Soutullo

Las células madre, el genoma y las intervenciones genéticas

Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología



tAlAsA
Ediciones, s.l.

Las células madre, el genoma y las intervenciones genéticas

Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología

Las células madre, el genoma y las intervenciones genéticas

Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología

Daniel Soutullo

tAlAsA
Ediciones, s. l.

Esta obra ha sido editada con la ayuda de la Dirección General del Libro, Archivos y Bibliotecas del Ministerio de Cultura.

Portada: Equipo editorial.

© Para esta edición TALASA Ediciones S. L.

Queda rigurosamente prohibida sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reproducción y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante cualquier alquiler o préstamo públicos.

TALASA EDICIONES, S. L.
c/ San Felipe Neri, 4.
28013 MADRID
Telf.: 915 593 082.
Fax: 915 470 209.
Fax: 915 426 199.
Correo electrónico:
talasa@talasaediciones.com
www.talasaediciones.com

ISBN: 84-85781-99-6
Depósito Legal: M-15463-2006
Impreso por: Efca, S.A.

A las tres personas que más han marcado mi vida, en el pasado, en el presente y, probablemente también, en el futuro: mi compañera Olga, mi hijo (y suyo) Carlos y mi hermano Xosé. Los tres son únicos en un doble sentido; solamente hay uno en cada una de las tres categorías y son completamente únicos por su inapreciable valor para mí.

Índice

Prólogo 9

I. Células madre, clonación e investigación con embriones .. 13

1. El pensamiento biológico y los embriones humanos 15
2. Selección de embriones y principios de la bioética 31
3. Células madre: entre la ciencia, la política y la religión 43
4. Ley de «punto final» para la investigación con embriones 50
5. La clonación humana no reproductiva 58
6. Clonación (fraudulenta) humana no reproductiva en Corea . 66

II. El genoma humano 79

7. Objetivos y motivaciones del Proyecto Genoma Humano 81
8. El Proyecto Genoma Humano, sus aplicaciones y los intereses de las empresas 99
9. La Declaración de la ONU sobre el genoma humano 112

III. Intervenciones genéticas y eugenesia 121

10. Perspectivas de la terapia génica 123
11. El concepto de eugenesia y su evolución 140
12. Darwin, la eugenesia y el darwinismo social 176
13. Evolución y eugenesia 185
14. La pervivencia de la eugenesia 204
15. El pensamiento eugenésico en la actualidad 211

IV. Miscelánea 237

16. Determinismo y sociobiología humana 239
17. Armas biológicas y químicas: una historia de pesadilla 264
18. Ética de la investigación con animales 273
19. Stephen Jay Gould 297

Bibliografía 305

Prólogo

Este libro es continuación de otro anterior, también de ensayos, publicado hace ocho años, titulado *De Darwin al ADN*. La principal diferencia aparente reside en la extensión. Este es mucho más voluminoso, no solamente porque contiene más ensayos, sino también porque son, en general, bastante más largos. Me gustaría pensar que esa extensión superior es debida a una mayor profundidad en el análisis, sin que por ello la lectura accesible se vea perjudicada. Otra diferencia, más sustantiva, reside en parte de los temas tratados, que reflejan las polémicas habidas durante este tiempo en relación con las principales líneas de investigación en genética humana y biomedicina. Es el caso, por ejemplo, de las células madre y la investigación con embriones, que apenas estaba presente en el libro anterior.

El libro contiene diecinueve ensayos que fueron escritos en los últimos años, bien para ser publicados en alguna revista especializada o de divulgación, bien como texto de referencia de conferencias que he impartido en distintos foros. Aunque están agrupados en cuatro bloques bien diferenciados, todos ellos se asientan sobre dos pilares básicos. Éstos son la biología y la perspectiva ético-social.

Por lo que se refiere a la primera, casi todos los ensayos, con muy pocas excepciones, tratan de temas de biología humana. No tanto de cuestiones biológicas más o menos generales que tengan repercusiones sobre los seres humanos, como podría ser la problemática medioambiental, sino directamente de problemas de biología humana. Las excepciones corresponden a los tres últimos ensayos del libro: la ética de la investigación con animales, las armas químicas y biológicas y el esbozo biográfico del biólogo Stephen Jay Gould. Estos tres ensayos, si bien no abandonan la perspectiva

biológica, no se centran en problemas de biología humana, aunque sí se ocupan de las consecuencias sociales de los temas que tratan.

El segundo pilar, la perspectiva ético-social, es el principal hilo conductor de las preocupaciones que motivaron la realización de los ensayos y del libro como tal. No hace falta demasiada perspicacia para percibir que la biología, en particular la biología humana, tiene o puede tener importantes consecuencias sociales. La clonación, las manipulaciones genéticas, la problemática de las células troncales (madre) como potencial fuente de tejidos para su utilización futura en terapias de medicina regenerativa, tienen consecuencias sociales de gran alcance, ya sea por acción u omisión. Los medios de comunicación cada vez se ocupan más de estas cuestiones y de sus consecuencias, pero no siempre lo hacen con el rigor y la profundidad que merecen. Lo que persigue este libro es, precisamente, buscar un compromiso entre el rigor y la profundidad, por un lado, y la claridad expositiva y un cierto enfoque divulgativo, por otro. No siempre es fácil encontrar este justo término; las lectoras y lectores juzgarán si me he aproximado a ese objetivo.

La perspectiva desde la que he tratado de acercarme a la discusión de las consecuencias sociales de los problemas biológicos que se abordan ha sido, sobre todo, la de la bioética. Aunque esta perspectiva puede hacerse casi tan amplia como se desee, aquí me estoy refiriendo a una orientación más acotada y precisa; concretamente, la de la discusión acerca de las consecuencias morales de los problemas tratados. Con pocas excepciones, no se discuten aquí otros enfoques sugerentes desde una perspectiva social, como pueden ser el económico o el sociológico, más por limitaciones del autor que por carecer de interés para la discusión de los temas planteados.

Los ensayos, como he apuntado más arriba, están agrupados en cuatro bloques temáticos. El primero, de seis ensayos, se ocupa de las cuestiones más candentes de las discusiones bioética en los últimos años, la de los embriones humanos, las células madre y la clonación humana con fines distintos de la reproducción. El primero de los seis ensayos, de carácter más general y filosófico que los demás, intenta realizar una reflexión global sobre la caracterización de los embriones humanos desde el punto de vista biológico. Los siguientes son más coyunturales y se centran en cuestiones controvertidas, algunas de las cuales han tenido repercusiones jurídicas en la reforma de algunas leyes o de proyectos en vías de tramitación. Aunque el motivo concreto de la polémica que los ha

motivado esté, en algunos casos, superado, no lo están los criterios de discusión empleados. Es por ello por lo que se incluyen en el libro.

El segundo bloque está dedicado al genoma humano, otra de las áreas de investigación que más proyección ha alcanzado en los últimos años. En particular, se discute el proyecto genoma humano y sus consecuencias sociales y, desde una perspectiva más jurídica, la declaración de la ONU sobre el genoma humano como patrimonio de la humanidad.

El tercer bloque se ocupa de las intervenciones genéticas y de sus posibles implicaciones eugenésicas. La eugenesia, como doctrina social que persigue la selección genética de los seres humanos, ha sido mi principal tema de estudio en los últimos diez años, lo que se ha plasmado en un libro (*La eugenesia. Desde Galton hasta hoy*) y en diversos ensayos, la mayoría de los cuales forman parte de este tercer bloque temático. Las implicaciones eugenésicas de las intervenciones genéticas y de la biotecnología humana son uno de los principales caballos de batalla de las críticas que se han formulado a estas investigaciones científicas. Sin embargo, aunque hay trabajos admirables por la profundidad de sus análisis, la mayoría de las críticas suelen adolecer de un enfoque algo simplista y descontextualizado. En los ensayos de este libro que se ocupan de las cuestiones eugenésicas se ha procurado combinar una cierta perspectiva histórica con un análisis de cada técnica concreta, a fin de evitar un tratamiento excesivamente general y abstracto, procurando evitar los juicios sumarios. Se trataría de analizar las cuestiones sin dejar de lado las distintas facetas que presentan y teniendo en cuenta que existen claroscuros, que no siempre es acertado ni aconsejable una aceptación acrítica o una condena global y sumaria.

El último de los bloques es heterogéneo y agrupa cuatro ensayos de distinta naturaleza entre sí que incluyen una crítica de la sociobiología humana, una panorámica de las armas químicas y biológicas, una discusión de las cuestiones morales implicadas en la investigación con animales y, para terminar, un esbozo biográfico del biólogo norteamericano Stephen Jay Gould, que además fue un ensayista de gran calidad.

Para hacer más ligera la lectura he optado por prescindir de la mayoría de las referencias bibliográficas. Únicamente he conservado aquellas en las que se reproducen citas textuales de las obras. En esos casos aparece entre paréntesis el apellido del autor, el año de publicación y la página de la obra de donde ha sido extraída la

cita en cuestión. Las referencias completas de esas obras aparecen al final, en la bibliografía.

Mi agradecimiento para Sergio Suárez Bandín que, además de buen amigo siempre solícito, ha tenido la amabilidad de convertir, con su destreza habitual, unos dibujos y esquemas de andar por casa en ilustraciones dignas de tal nombre; y para Josean, editor de Talasa Ediciones, que ejerce de paciente «comadrona» de mis libros, con más paciencia y confianza de la que razonablemente debería esperar de su probada profesionalidad.

Solamente me resta acogerme a la benevolencia de los lectores que se decidan a dedicar algo de su tiempo a la lectura de estas páginas.

I. Células madre, clonación e investigación con embriones

1. El pensamiento biológico y los embriones humanos

Pocas cuestiones han sido más discutidas desde el punto de vista de la bioética que la valoración de los embriones humanos; a pesar de ello, pocas concitan menor acuerdo que ésta. Es casi un lugar común en los debates referirse a lo que se conoce como el «estatuto moral del embrión», esto es, la valoración ética sobre cuándo y por qué conferir humanidad a ese ente biológico. Sin embargo, muy poco se ha avanzado en el camino de lograr un consenso mínimo sobre cuál debe ser ese estatuto. Poco importa que la descripción de las características biológicas de los embriones y/o de las etapas evolutivas de su desarrollo sea ampliamente aceptada. Incluso en no pocos casos puede existir un importante acuerdo en cuanto a los principios éticos o bioéticos en los que sustentar la discusión y, empero, establecerse una total discrepancia en las conclusiones que se derivan de la aplicación de estos principios a la cuestión del estatuto moral de los embriones.

A pesar de que estoy convencido de que la controversia sobre el estatuto moral del embrión es irresoluble, creo que resulta útil preguntarse acerca de las razones de por qué resulta tan difícil alcanzar unos criterios de valoración comunes y la relación que tal dificultad guarda con la propia naturaleza biológica del embrión. Aunque en el desarrollo de mi argumentación utilizaré diversos ejemplos, todos ellos basados en la biología, mi enfoque de este problema es fundamentalmente metodológico. Aunque es la biología la que debe explicar en qué consiste la entidad física que llamamos embrión, el problema de su valoración moral no puede resolverse con argumentos biológicos. Éstos únicamente constituyen la base fáctica de conocimiento sobre la que se van a proyectar los argumentos morales que fundamentan las distintas valoraciones existentes.

Cuando analizamos cualquier problema hacemos uso de categorías. Si lo que estamos analizando es una entidad biológica, necesitamos recurrir a los conocimientos de la biología para situar el problema, pero en cualquier caso utilizamos categorías, en este caso categorías biológicas. Las categorías que empleamos no son realidades objetivas directamente extraídas del mundo natural, sino que, hasta cierto punto, son abstracciones, basadas en nuestro conocimiento de la realidad, que suponen una cierta idealización y delimitación artificial de los objetos de esa realidad que queremos aprehender. Esto no es necesariamente problemático para muchos de los conceptos y categorías que empleamos, siempre y cuando exista un consenso mínimo sobre el alcance que damos a los conceptos empleados. Así, por ejemplo, si hablamos de «seres vivos» en contraposición a la «materia inerte», no existe ninguna dificultad en asignar a la categoría de «ser vivo» casi cualquiera de los organismos que clasificamos en los distintos reinos de la naturaleza, desde las bacterias hasta los organismos pluricelulares. Por difícil que resulte dar una definición clara y no ambigua de «ser vivo», no existen mayores problemas a la hora de aplicarla a la inmensa mayoría de los organismos. Del mismo modo, no tenemos ninguna dificultad para asignar cualquier mineral a la categoría de «materia inerte» o «inanimada».

Tres ejemplos ilustrativos

Pero al clasificar ponemos límites y cuando consideramos las entidades que se sitúan cerca de esos límites o directamente sobre ellos, resulta problemático encuadrarlas en una u otra de las categorías empleadas. Pensemos en los virus. Durante mucho tiempo los libros de microbiología empezaban la sección correspondiente a los virus con una discusión acerca de si debían ser considerados seres vivos o no. En general, las conclusiones de unos y otros solían repartirse entre los defensores de aceptarlos como seres vivos y los contrarios a esta postura. Esto ocurría al margen de que en el desarrollo posterior de los capítulos dedicados a los virus las coincidencias fuesen prácticamente unánimes en casi todas las cuestiones tratadas por la mayoría de los libros.

¿Dónde reside el problema? Los virus se comportan como seres vivos únicamente cuando están en el interior de las células que parasitan. La única función que realizan en estas circunstancias es

la de reproducirse. Todas las especies de seres vivos se reproducen, y en esto los virus no se diferencian esencialmente de otros organismos. Pero es lo único que hacen. No poseen ninguna otra característica que los identifique como seres vivos. No se nutren, no poseen un metabolismo propio, no responden a estímulos. Pese a esta carencia de funciones vitales, la capacidad de reproducirse podría ser suficiente para considerarlos como seres vivos extremadamente simples.

Sin embargo, cuando están fuera de las células, como viriones aislados, los virus no presentan ninguna característica o función que nos permita considerarlos seres vivos. Incluso algunos pueden cristalizar (como el virus del mosaico del tabaco) al igual que lo hacen los minerales o algunas macromoléculas orgánicas. El problema no reside en los virus; el problema está en las categorías que empleamos, que constituyen una horma en la que los virus difícilmente encajan. Los virus están a caballo entre los organismos vivos y la materia inanimada, y nuestras categorías de clasificación no están pensadas para entidades fronterizas como ellos. Para las clasificaciones de la biología, y para el sentido común, cualquier entidad natural es un ser vivo o no lo es, pero no puede ser las dos cosas a un tiempo. Pero los virus sí lo son. Se trata de una cuestión de perspectiva. Es como el viejo problema de la botella medio llena o medio vacía. En realidad, la naturaleza presenta un continuo entre formas inanimadas y formas vivas. La casi totalidad de los seres vivos se encuadran en una parte de ese continuo que los sitúa sin ambigüedad dentro del dominio de lo vivo. Pero los virus se encuentran justamente en el límite. Son entidades macromoleculares con capacidad para reproducirse, lo que los sitúa en los límites de la vida. Considerarlos a un lado u otro de ese límite no deja de ser una arbitrariedad inconveniente derivada del uso de categorías discretas que sólo son aceptables cuando son aplicadas lejos de esos límites, donde las ambigüedades de clasificación desaparecen.

Otro ejemplo sumamente ilustrativo de las dificultades de aplicar categorías unívocas y estancas a algunas entidades que se resisten a ello por su naturaleza lo encontramos en el problema de la individualidad. Parece a simple vista tan claro y delimitado el concepto de «individuo» que resulta incluso difícil plantearnos la posibilidad de que una misma entidad pueda ser al mismo tiempo un individuo y varios. Pero, como veremos a continuación, así ocurre en algunos casos.

En un par de interesantes ensayos (Gould, 1985, pp. 63-95)[1], el biólogo norteamericano Stephen Gould abordaba con su habitual maestría esta cuestión. Los dos ejemplos que se citan a continuación están extraídos de esos ensayos. El primero se refiere a los hermanos siameses. Éstos, como se sabe, son gemelos monocigóticos que han nacido unidos por una parte de su cuerpo. A pesar de su identidad genética, nadie, ni el más extremo defensor del determinismo genético que podamos imaginar, se atrevería a afirmar que los gemelos monocigóticos que nacen separados constituyen el mismo individuo. El hecho de tener independencia física y poder desarrollar una historia propia, con sus contingencias ambientales influyendo en su desarrollo físico y en su personalidad, es más que suficiente para considerarlos individuos diferentes, personas distintas. Este mismo criterio puede ser aplicado a los siameses que tienen cuerpos distintos, completamente desarrollados, aunque unidos por una pequeña parte. El famoso caso de los hermanos Eng y Chang, originarios de Tailandia, de los cuales deriva el nombre de «siameses», ilustra perfectamente, y justifica también, el que



Los siameses Eng y Chang

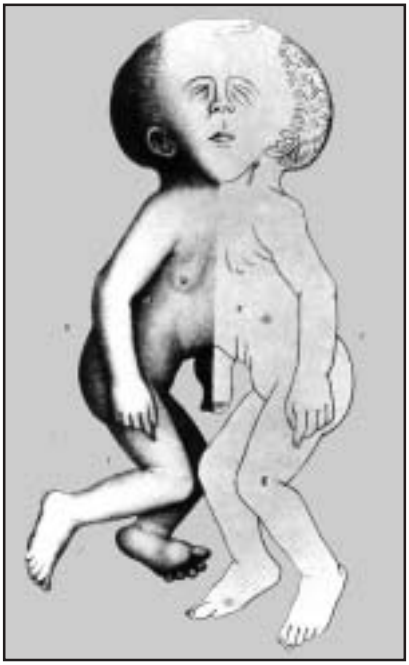


Ritta-Christina

con toda propiedad sean considerados dos individuos distintos, aunque permaneciesen unidos durante toda la vida. Ambos se casaron, tuvieron numerosos hijos cada uno y, por lo que sabemos de las crónicas de la época, tenían rasgos de carácter y personalidades bastante diferentes.

Pero se han dado casos en los que la situación es más confusa. Para ser más exactos, han existido casos, cierto que con una esperanza de vida muy reducida, en los que decantarse por uno o dos individuos resulta mucho más difícil, incluso imposible. Uno que generó una polémica a mediados del siglo XIX en Francia es el de Ritta y Christina, o Ritta-Christina (unidos los nombres), que fue una criatura (o dos) con una única parte inferior del cuerpo y con dos de cintura hacia arriba (véase la ilustración) que llegó a vivir durante varios meses. Dada la importancia que asignamos a la cabeza, en particular al cerebro, a la hora de asignar propiedades de individualidad a un organismo, quizás el veredicto mayoritario fue-

se el de que constituían dos individuos, aunque incompletos. Si a alguien este caso no le resulta de resolución problemática en cuanto a la individualidad, puede reparar ahora en la siguiente ilustración que representa una criatura (o dos), unidas por la parte superior y con dos medios cuerpos de cintura hacia abajo. ¿Cuál sería en este caso el veredicto?



La opinión de Stephen Gould, y la mía, es que la pregunta está mal planteada, porque en estos casos no podemos aplicar categorías discretas (un individuos, dos individuos) a una realidad situada en el punto medio de un continuo. Son uno y dos individuos al mismo tiempo. Aunque sean muy raros, y muy poco viables desde el punto de vista de su supervivencia, se han dado todo tipo de casos intermedios entre los dos extremos. En un extremo tendríamos un solo individuo, en el otro dos individuos, gemelos monocigóticos, completamente separados. Los casos de siameses registrados que están cerca de alguno de los extremos podemos incluirlos en cada una de las categorías extremas más próximas sin excesivos problemas. Pero a medida que nos acercamos al punto medio, la ambigüedad y, por consiguiente, la dificultad de decantarse hacia un lado o hacia el otro va en aumento y el grado de arbitrariedad a la hora de adoptar una decisión es mayor. En estos casos es la realidad la que se resiste a ser encuadrada en nuestras categorías estancas de clasificación.

El otro ejemplo discutido por Stephen Gould es el de la medusa *Physalia* o carabela portuguesa. Cada medusa constituye un superorganismo formado, a su vez, por una colonia entera de individuos que han perdido buena parte de su individualidad. La polémica que se desató entre algunos importantes naturalistas del siglo XIX acerca de si se trataba de un organismo (o superorganismo), o

de una colonia de individuos, no tiene solución. La realidad es que son las dos cosas a un tiempo y dependiendo de en qué criterios pongamos el acento tenderemos a inclinarnos hacia un lado u otro de la disyuntiva. Pero, en este caso, la colocación de ese acento es en buena medida arbitraria ya que depende de la perspectiva que se adopte. La carabela portuguesa se encuentra en el medio de un continuo entre dos extremos, constituidos por un organismo individual y una colonia completa de organismos. La naturaleza es así. No hay, por lo tanto, solución al dilema.

Distintas valoraciones del desarrollo embrionario humano

Podemos volver ahora a los embriones humanos. Éstos también se encuentran a medio camino de un continuo, el que va desde el óvulo fecundado hasta el individuo completamente formado al término del desarrollo embrionario, en el momento del nacimiento e incluso mucho después. En este caso la cuestión presenta una complicación adicional, ya que se trata de un continuo temporal, es decir, de una entidad biológica que va cambiando paulatinamente con el tiempo. Los estadios o etapas que reconocemos a lo largo de este desarrollo resultan hasta cierto punto arbitrarios. Es cierto que existen acontecimientos especialmente significativos que merecen ser destacados y reconocida su importancia, pero desde el punto de vista biológico no hay un acontecimiento único a lo largo del desarrollo que pueda ostentar el papel decisivo que nos permita realizar una valoración moral distintiva al embrión. O, si se prefiere, muchos acontecimientos pueden ser utilizados, con la misma propiedad, para otorgar la categoría moral relevante que se desee según las concepciones de cada quien.

Las personas que defienden que los embriones deben ser considerados como personas a todos los efectos, incluso desde el momento de la concepción, se sitúan en uno de los extremos, el que representa el inicio de ese continuo que es el desarrollo de un ser humano. Esta postura resulta poco satisfactoria desde varios puntos de vista. En primer lugar, un embrión experimenta un número muy importante de cambios durante el desarrollo embrionario. Estos cambios no implican solamente un crecimiento celular importante, sino que son de tal complejidad que hacen que, aun manteniendo la misma denominación a lo largo de todo el proceso, la realidad biológica de un embrión de seis días o de seis meses sea muy distinta en términos cualitativos. La utilización de distintas

denominaciones como «embrión preimplantatorio» con distintas fases (cigoto, mórula y blastocisto), «embrión postimplantatorio» y «feto» responde en buena medida a la necesidad de dar cuenta de la importancia de estos cambios y de las características distintivas que resultan de ellos. En cualquier caso, los embriones, sobre todo durante las primeras semanas del desarrollo, no poseen aún muchas de las características que reconocemos como genuinamente humanas.

Las potencialidades de los embriones

Algunas personas buscan salir de esta dificultad considerando a los embriones no por lo que son, sino por lo que llegarán a ser si las cosas se desenvuelven conforme al desarrollo normal esperado de los acontecimientos. Es decir, se trataría de considerar a los embriones como seres humanos completos porque, si nada lo impide, llegarán a serlo. Apreciar las potencialidades futuras de los embriones puede ser importante para realizar una valoración adecuada y ponderada de ellos, y debería llevarnos a no caer en la postura inadecuada de considerarlos como un simple grupo de células, sin distinción con cualesquiera otro que se pueda extraer del organismo. Pero resulta injustificado, no solamente en términos biológicos, considerar los embriones no por lo que son sino por lo que podrían llegar a ser. Si extraemos las consecuencias lógicas de este argumento llegaríamos a un absurdo completamente insostenible. Todos los seres humanos niños, jóvenes o viejos morirán y se convertirán inexorablemente en cadáveres, pero no por eso adoptamos la perspectiva de tratarlos directamente como tales. Lo que algo pueda llegar a ser en el futuro no está contenido con todas sus propiedades en el presente.

Una visión preformacionista

Esto nos lleva a una segunda forma de enfocar la cuestión. Hay personas que defienden que debemos considerar a los embriones igual que a los seres humanos desarrollados, no solamente porque llegarán a serlo en el futuro, sino porque todas las características propiamente humanas están ya presentes en el embrión desde el comienzo y no hacen más que manifestarse durante el desarrollo embrionario, sin que nada nuevo aparezca en el transcurso de éste. Este tipo de argumentación resulta no menos problemática que la

anterior y podría ser identificada como una forma moderna de preformacionismo.

El preformacionismo era una teoría acerca del desarrollo embrionario, en boga en los siglos XVII y XVIII, que postulaba que el futuro individuo estaba contenido completo en las células reproductoras, bien en el óvulo, bien en el espermatozoide. Esta criatura diminuta completamente formada, llamada homúnculo, no tenía más que crecer para convertirse en un ser humano. La diferencia entre el homúnculo y el ser humano resultante era simplemente de tamaño, ya que todos los órganos estaban ya completamente formados a escala en ese pequeño ser.

El moderno preformacionismo que sustenta que en el embrión están ya presentes todas las características humanas supone adoptar un punto de vista esencialista que elude considerar las implicaciones del desarrollo embrionario como un proceso de transformación continua en el tiempo.

El emergentismo del desarrollo embrionario

Frente a esta postura mantengo que, desde el punto de vista biológico, es necesario asumir una postura emergentista en cuanto al desarrollo embrionario. La emergencia se refiere a las propiedades nuevas que presentan ciertos sistemas a medida que van apareciendo niveles nuevos de mayor grado de organización o de complejidad. Esas nuevas propiedades no están presentes en los niveles inferiores y «emergen» en los superiores como consecuencia de ese mayor grado de organización. El físico Steven Weinberg la define del siguiente modo:

> Cuando ciertos fenómenos alcanzan un nivel suficiente de complejidad, «emergen» nuevos fenómenos que no existen para los constituyentes elementales de los que se compone el sistema. Por ejemplo, la superconductividad aparece en sólidos compuestos de grandes cantidades de ciertos átomos, pero la superconductividad carece de significado para los átomos individuales. De forma similar, la vida surge de la bioquímica, la bioquímica surge de la física atómica, y la física atómica surge de las propiedades de las partículas elementales tal y como se describen en el moderno modelo estándar. El fenómeno de la emergencia hasta cierto punto libera los fenómenos a gran escala de los detalles de lo que ocurre a pequeña escala (Weinberg, 2001, p.68).

Durante el desarrollo embrionario, a medida que se produce la diferenciación celular, con la formación primero de las distintas

capas embrionarias y la formación subsiguiente de distintos tejidos y órganos, en el embrión van emergiendo nuevas características y propiedades. Un blastocisto de pocos días y un feto de varios meses presentan un grado de organización, de complejidad y de características orgánicas muy distintos. Es en este sentido en el que hay que adoptar una perspectiva emergentista con respecto del desarrollo del embrión.

Un embrión no es un simple grupo de células

En el otro extremo de la valoración del embrión se sitúan quienes lo consideran como un grupo de células sin especial significación, por lo menos hasta bien avanzado el desarrollo. Esta postura tampoco resulta aceptable. Ninguna célula corporal, o grupo de células, tiene la capacidad de dar lugar a un nuevo individuo, mientras que un cigoto y las células totipotentes de los primeros estadios embrionarios sí la tienen. Al margen de estos casos, solamente en situaciones experimentales muy particulares puede inducirse esa capacidad. La clonación mediante transplante nuclear es una de las formas en las que se ha conseguido que el núcleo de una célula somática situado en el citoplasma de un óvulo enucleado sea reprogramado para que adquiera la capacidad de convertirse en el embrión de un nuevo organismo. Pero solamente en estas condiciones experimentales, completamente extraordinarias, puede hablarse de células con capacidad de originar un nuevo individuo. No deben confundirse, por lo tanto, las células embrionarias totipotentes, o un embrión completo, con un grupo de células o con cualquier órgano del cuerpo.

Tampoco resulta satisfactorio el negar toda especificidad a los embriones mediante el recurso de considerar que la capacidad reproductora está presente también en los óvulos y los espermatozoides. Ninguna célula reproductora por sí sola tiene esa capacidad. La hipotética partenogénesis de un óvulo, aún no alcanzada nunca en mamíferos, sería la única forma de que una célula reproductora pudiese iniciar el camino para convertirse en un nuevo individuo. Pero de momento se trata de una posibilidad puramente teórica, y de llegar algún día a alcanzarse sería algo completamente excepcional.

La perspectiva de enfocar la consideración de los embriones situando su valoración en uno u otro de los extremos de su desarrollo resulta inconsistente desde el punto de vista biológico, ya que

conduce a ignorar las implicaciones que tiene ese proceso continuo que termina transformando una célula en un organismo pluricelular acabado, con órganos y sistemas completamente funcionales. Desde el punto de vista biológico, un embrión humano no es ni un niño ni un simple grupo de células. Es preferible adoptar una perspectiva distinta y tratar de considerar a los embriones por lo que realmente son o, mejor aún, por lo que van siendo en cada fase a la largo del tiempo. Esto resulta difícil, ya que se trata de una realidad cambiante que va adquiriendo nuevas funciones y propiedades a medida que avanza el desarrollo.

¿Cuándo adquiere humanidad el embrión?

¿Existe un momento cualitativamente distintivo y relevante, desde el punto de vista biológico, que pueda ser usado como delimitador de un antes y un después en la formación y desarrollo del embrión? Si tal frontera pudiese ser establecida con criterios objetivos, una parte del problema de la discusión sobre los embriones podría ser resuelta y sería más fácil llegar a un cierto consenso acerca de su consideración, aunque esto no resuelva la cuestión de su valoración moral, ya que ésta no se limita a un simple problema de caracterización biológica y, por tanto, no puede ser resuelta con argumentos biológicos, por importantes que éstos puedan ser.

Ciertamente existen varios acontecimientos que pueden ser destacados en el proceso continuo del desarrollo embrionario. Pero ninguno por sí solo convierte a un embrión en un ser humano. Todos y cada uno son necesarios pero ninguno de ellos por separado es suficiente. Resulta completamente arbitrario colocar ese punto fronterizo en la fecundación, la anidación, el comienzo de la formación del sistema nervioso o en cualquier otro momento particularmente significativo del desarrollo. No porque estos sucesos no sean en sí mismos trascendentales sino porque ninguno lo es más que cualquier otro y son todos ellos integrados los que van a acabar originando un ser humano.

Evidentemente, no todos los sucesos del desarrollo tienen la misma relevancia. La formación del sistema nervioso y la aparición de las uñas de los dedos no son comparables por su importancia. Un individuo no puede vivir sin sistema nervioso pero sí podría nacer y vivir sin uñas. Pero polemizar entre distintos acontecimientos trascendentalmente necesarios tiene algo de discusión bizantina. Si se nos preguntase qué órgano es más importante para vivir, el

corazón, los pulmones o el hígado, no podríamos dar una respuesta a favor de cualquiera de ellos. Los tres son completamente necesarios, aunque ninguno en particular es suficiente para que un individuo se mantenga vivo en ausencia de los demás.

Los defensores de que los embriones deben ser considerados como personas siempre han postulado que la fecundación es el único acontecimiento verdaderamente definitorio para la aparición de un nuevo ser humano. Evidentemente, la fecundación del óvulo por el espermatozoide es un hecho de una gran relevancia en el comienzo del desarrollo embrionario que no es posible obviar. Pero también lo es la implantación o anidación del embrión en el útero, con la consiguiente formación de la placenta. En este sentido, debemos tener presente que durante los primeros días del desarrollo del embrión preimplantatorio, hasta el estadio de dieciséis células, aún no está definida su individualidad, ya que las células que lo constituyen, llamadas blastómeros (o morulómeros), son totipotentes y conservan la capacidad de originar un individuo completo cada una de ellas. Además, no todas ellas van a formar finalmente parte del embrión. Cuando a partir del quinto día el embrión se convierte en blastocisto, se diferencian dos tipos de células, las que están situadas en la parte externa (trofoblastos), llamada trofoectodermo, y las que forman la masa celular interna o embrioblasto, situadas en el interior de una cavidad llamada blastocele, pegadas a la pared interna del trofoectodermo. Éste originará la parte embrionaria de la placenta llamada corion. Por su parte, las células de la masa celular interna se diferenciarán en epiblasto e hipoblasto. El embrión definitivo se forma únicamente a partir del epiblasto, mientras que las células del hipoblasto pasarán a formar parte de las membranas extraembrionarias.

Se observa, a la luz de estos acontecimientos, que durante los primeros días de desarrollo embrionario aún no está fijado el destino de los distintos tipos celulares que van a originar el embrión, lo que relativiza la importancia de la fecundación como suceso trascendental único en la formación de aquél. Por el contrario, la importancia de la implantación se ve acentuada, además de por lo que acabamos de apuntar con respecto al destino de los distintos tipos celulares, por el hecho de que aproximadamente el 50% de los embriones preimplantatorios mueren antes de conseguir completar la anidación. J. R. Lacadena destaca que «la importancia de la anidación en el proceso embriológico es tan grande que, por ejem-

plo, la Sociedad Alemana de Ginecología considera que el embarazo empieza con el final de la anidación, no con la fecundación» (Lacadena, 2002, p. 56).

Algunos autores de inspiración católica, como Diego Gracia y Alonso Bedate, han defendido que el momento decisivo de la caracterización de un embrión como ser humano, es decir, cuando el embrión adquiere humanidad, es al finalizar la octava semana, en el tránsito de la fase de embrión a la de feto. Según Alonso Bedate, es durante esta época del desarrollo cuando se alcanza lo que denomina como suficiencia constitucional, ya que «todos los órganos internos están diseñados con especialización histológica, las características externas están ya establecidas, el mecanismo neuromuscular iniciado y la diferenciación sexual histológicamente y organogenéticamente dirigida» (ibíd., p. 68). Según este punto de vista, es la suficiencia constitucional definida en los términos anteriores la que confiere «humanidad» a un embrión humano.

Otros autores, como Morowitz y Trefil, realizándose exactamente la misma pregunta acerca de «cuándo un feto (o un embrión o un cigoto) adquiere humanidad» (Morowitz y Trefil, 1992, p. 22), llegan a conclusiones completamente distintas. Según su punto de vista, «la humanidad está asociada al desarrollo de la corteza cerebral» (ibíd., p. 110) o, más específicamente, «cuando la corteza existe como una entidad funcional» (ibíd., p. 127). Para ellos, en consecuencia, «el período desde las 25 semanas a las 32 semanas constituye el que identificaremos como el momento, durante el cual el feto adquiere la propiedad de humanidad» (ibíd., p. 127). Aunque mi opinión se incline hacia la segunda de las posiciones planteadas, debido a la importancia del desarrollo cerebral en lo que hace característicamente diferentes a los seres humanos de otros seres vivos, debo aceptar que no existen argumentos definitivos para resolver la cuestión de forma clara e inequívoca. Podrían señalarse otras posturas basadas en argumentos embriológicos sólidos acerca de que la humanidad de los embriones se alcanza en otros momentos distintos del desarrollo, incluso más próximos al nacimiento.

Dificultades conceptuales para caracterizar a los embriones

Estas distintas concepciones acerca de cuándo un embrión humano adquiere humanidad no están necesariamente basadas en dis-

tintas valoraciones morales acerca de él. Incluso aunque la discusión se mantenga dentro de los límites de las valoraciones biológicas, resulta muy difícil resolver satisfactoriamente la cuestión. Existen, como mínimo, dos razones para ello. La primera es la que he venido sustentando a lo largo de este artículo. Se refiere al hecho de que los embriones son entidades de transición, una posición biológica de difícil ubicación, sobre todo porque se trata de una situación cambiante en la que las características propiamente humanas no aparecen de golpe y completamente formadas en un momento dado. A medida que nos acercamos al final del desarrollo, las características humanas del embrión aparecen, si no completas, ya muy perfiladas, por lo que resulta bastante menos controvertido situarlo en un categoría definida, aceptada de forma casi unánime. Digo casi, porque hay algunas personas, como el filósofo Peter Singer, que consideran que incluso durante los primeros meses después del nacimiento no se puede hablar claramente de que los recién nacidos hayan alcanzado en todos los casos el estatus característico de la humanidad (Ruphy, 2000, pp. 96-98).

La segunda razón por la que resulta muy difícil alcanzar un criterio común acerca de cuáles son las características que definen la vida humana de un embrión estriba en que la expresión «vida humana» contiene varios significados distintos; es una expresión polisémica. La vida humana puede referirse al hecho incuestionable de que un cigoto es humano, por contraposición al de cualquier otra especie, ya que su desarrollo conduce al nacimiento de un nuevo ser humano. Los que así argumentan suelen decir que es el encuentro del material genético procedente de ambos progenitores lo que constituye el comienzo de una nueva vida humana. Por ejemplo, Lacadena se expresa, en este sentido, de la siguiente forma:

> En cuanto a la primera pregunta –cuándo empieza una nueva vida humana–, ningún científico dudaría en responder que en el momento de la fecundación; es decir, cuando de dos realidades distintas –el óvulo y el espermatozoide– surge un *tertium*, una realidad nueva y distinta –el cigoto– con una potencialidad propia y una autonomía genética, ya que, aunque dependa de la madre para subsistir, su desarrollo se va a realizar de acuerdo con su propio programa genético. Puesto que ese programa genético es específicamente humano y no de otra especie, la nueva vida surgida es, evidentemente, humana (Lacadena, 2002, p. 61).

No estoy convencido de que no exista ningún científico que no respondiese de forma distinta a la pregunta planteada. En cualquier

caso, aun aceptando que el comienzo se produce en la fecundación, de eso no se deduce directamente que un cigoto tenga vida humana. Depende de qué contenido demos a la expresión «vida humana». Indudablemente, los genes o el programa genético han de ser humanos para que el individuo lo sea. Eso es algo trivial. Sin embargo, salvo que asumamos un determinismo genético extremo, nadie definiría a un ser humano en términos exclusivamente genéticos. Los gemelos monocigóticos tienen exactamente el mismo programa genético y no constituyen la misma vida humana sino dos vidas humanas distintas. Tampoco está claro que podamos decir que un feto anencefálico tenga vida humana, no solamente porque su supervivencia no vaya a pasar de unas pocas horas o días después del nacimiento. Aunque no fuese así y pudiese vivir meses o años, la vida que le esperaría sería completamente vegetativa y, con independencia de la protección que quisiésemos otorgarle, su vida en nada se podría parecer a la de un ser humano. Ni a un nivel completamente primario podríamos decir que pudiera poseer sentimientos, ni humanos ni de cualquier otro tipo.

Los genes por sí solos no determinan un individuo, sea de la especie que sea. Evidentemente forman una parte muy importante de la ecuación que lleva al desarrollo de un organismo. Pero la expresión de los genes se realiza en interacción con una secuencia de ambientes. Los organismos son únicos, no solamente porque su genoma lo sea, sino porque lo que realmente es único es el organismo resultante de la interacción entre genes y ambiente. Sin un genoma humano no puede desarrollarse un ser humano, pero tampoco lo puede hacer en ausencia de una determinada gama de ambientes adecuados. Incluso después del nacimiento, cuando no hay duda de que estamos en presencia de un ser humano completo, sigue siendo necesario no solamente un ambiente físico propicio, sino un ambiente social sin el cual es imposible que el nuevo ser se desarrolle como ser humano.

Podemos hablar de vida humana a nivel genético, pero también podemos hacerlo, con no menos propiedad, a nivel del funcionamiento del sistema nervioso central o a nivel psicosocial. En consecuencia, referir los términos del debate sobre los embriones a la presencia o no de vida humana no ayuda a resolver la cuestión si no se precisa a cuáles de los distintos significados de la vida humana nos estamos refiriendo, ya que dependiendo del alcance que demos a esa expresión situaremos la vida humana en un momento u otro del desarrollo.

Por todos estos motivos, la polémica sobre la caracterización biológica de los embriones resulta, en la práctica, tan difícil de resolver. He procurado no referirme a valoraciones o a términos, como el de «persona», con connotaciones claramente morales, jurídicas o sociales, aunque soy consciente de que es imposible sustraerse completamente a ello. Los propios conceptos de «vida humana» o «humanidad» son imposibles de definir completamente en términos puramente biológicos. He intentado poner de manifiesto las dificultades conceptuales que existen para realizar una caracterización biológica de los embriones que nos permita definirlos utilizando esos términos, debido a la propia naturaleza fronteriza y dinámica del problema.

Pero aunque fuese posible llegar a un acuerdo en cuanto a la valoración biológica de los embriones humanos en sus distintas fases de desarrollo y la relación que esa valoración guarda con la adquisición de la «humanidad», eso no resolvería las cuestiones morales y jurídicas acerca del grado de protección que deberíamos otorgarles. No cabe duda de que un punto de vista común en torno a la caracterización biológica de los embriones ayudaría a situar los debates sobre el estatuto moral del embrión sobre bases más firmes y de una mayor racionalidad. Pero aun así creo que se trata de un problema básicamente irresoluble. Un problema que levanta encendidas pasiones, ya que no en vano estamos hablando de nuestra propia especie, de cómo en el transcurso de nuestro desarrollo prenatal nos acabamos convirtiendo en los seres humanos con pensamientos y sentimientos que finalmente llegamos a ser.

2. Selección de embriones y principios de la bioética

A medida que se desarrollan las investigaciones en biología celular, genética y embriología y se ponen a punto nuevas técnicas para plasmarlas en aplicaciones biomédicas, aparecen también nuevos casos problemáticos en los que se manifiesta cada vez de forma más acuciente la necesidad de avanzar en la reflexión de los problemas morales y jurídicos involucrados. En ocasiones, de la discusión de algunos de estos casos es posible extraer enseñanzas de carácter general que ayuden al establecimiento de nuevos y mejores criterios de actuación.

En este texto partiremos de una demanda concreta de un número reducido de familias, a partir de la cual intentaremos desarrollar una discusión que, teniendo como telón de fondo los principios que tradicionalmente informan la bioética, nos permita extraer algunas conclusiones que van más allá del caso concreto discutido.

En mayo de 2004 apareció una noticia en el diario *El País* (6 de mayo de 2004, p. 28) cuyo texto comenzaba así: «El Instituto Valenciano de Infertilidad (IVI) ha elevado al Ministerio de Sanidad la petición de cinco parejas que desean seleccionar la composición genética de sus futuros hijos. Todas tienen ya un hijo con una grave enfermedad de la sangre, y quieren que el próximo sea compatible para que pueda salvar a su hermano mediante un trasplante de médula».

¿Debe permitirse la selección de embriones que solicitan estas parejas? Este ensayo intentará dar respuesta a esta pregunta desde el punto de vista moral, aunque al final también se hará una breve referencia a la situación desde el punto de vista legal.

Para evaluar los problemas morales involucrados en este caso analizaremos la cuestión concreta que se plantea en relación con los principios de la bioética que, tradicionalmente, se han estableci-

do en los cuatro siguientes: 1) No maleficencia; 2) Beneficencia; 3) Justicia; y 4) Autonomía.

El principio de no maleficencia hace referencia a que en las intervenciones médicas (de investigación, diagnósticas o terapéuticas) no se debe infligir ningún daño o maleficio a las personas objeto de ellas. Ni siquiera en el caso de que de tales intervenciones se derivaran aplicaciones posteriores de utilidad para la colectividad, estaría justificado causar daño a los pacientes. En este sentido, la utilización de seres humanos como cobayas es contraria al principio de no maleficencia y es inmoral porque, siguiendo el precepto kantiano, ninguna persona puede ser utilizada solamente como medio para conseguir un fin, por legítimo y beneficioso que pueda ser el fin perseguido. Un ejemplo particularmente perverso y dramático de violación del principio de no maleficencia fue el ocurrido en Australia, entre 1945 y 1970, donde cientos de bebés y niños de orfanatos fueron utilizados para probar la efectividad de vacunas contra el herpes, la tos ferina y la gripe.

El principio de beneficencia es el reverso del de no maleficencia y se refiere a la necesidad de que las intervenciones sobre los pacientes deben perseguir su beneficio y su bienestar, es decir, deben ir encaminadas a la curación de las dolencias que padecen y a aliviar su sufrimiento. Aunque ambos principios están muy relacionados, «Beauchamp y Childress consideran que el de no maleficencia es un principio independiente del de beneficencia, ya que el deber de no dañar es más obligatorio e imperativo que el de beneficencia –que es el que exige promover el bien del enfermo–» (Gafo, 1998, p. 100). Uno de los principales problemas que plantea la aplicación del principio de beneficencia es el riesgo de adoptar una actitud paternalista cuando este principio se aplica sin el consentimiento del paciente e incluso contra su voluntad.

Por este motivo es necesario tener presente un tercer principio, el de autonomía, es decir, la capacidad de decisión de los pacientes ante los tratamientos a que puedan ser sometidos, dado que se asume que son (deben ser) personas autónomas, dueñas por tanto de sus actos y, en la medida de lo posible, de las decisiones que afectan a su salud y a su vida, sin más límite que su propia voluntad y responsabilidad. En la práctica médica, el principio de autonomía se materializa en el consentimiento informado que los pacientes deben expresar por escrito una vez que han sido debidamente informados del alcance de la intervención a la que se proyecta someter-

los, así como de sus riesgos y consecuencias previsibles y probables.

El cuarto principio, el de justicia, está relacionado con la distribución equitativa de los recursos en el ámbito de la asistencia sanitaria cuando éstos son limitados, sin que se puedan justificar discriminaciones «basadas en criterios económicos, sociales, raciales, religiosos, etc.» (ibíd., p. 104). También afectarían al principio de justicia las discriminaciones que pudieran sufrir terceras personas como consecuencia de intervenciones genéticas en el ámbito sanitario, o en otros ámbitos, de las que se pudiesen derivar beneficios para los sujetos objeto de la intervención. Las teorías morales basadas en la igualdad de oportunidades, como la teoría de la justicia de Rawls, dan una gran importancia a la articulación del principio de justicia.

Una buena parte de las controversias prácticas de la bioética derivan de la importancia relativa dada a cada uno de los cuatro principios citados. En general, en el ámbito anglosajón se le ha dado preponderancia al principio de autonomía sobre el de beneficencia, mientras que en Europa continental (sobre todo en los países latinos) la tendencia ha sido más bien la contraria. No es fácil realizar una jerarquización general de los principios bioéticos, ni tampoco constituye el objetivo del presente ensayo, por lo que no nos ocuparemos de esta cuestión aquí. Por el contrario, nuestra discusión se centrará en la aplicación concreta de los principios esbozados al problema específico de la selección de embriones demandada por las parejas con hijos enfermos.

Antes de pasar a considerar las cuestiones éticas que se plantean, conviene aclarar que de las cinco parejas solicitantes, en tres de ellas los hijos presentan una enfermedad hereditaria grave (talasemia o anemia de Falconi, según los casos), mientras que en las otras dos la enfermedad de los niños no es hereditaria sino adquirida. Para la discusión de los aspectos éticos, ambos casos no presentan diferencias relevantes y pueden ser discutidos conjuntamente. Sin embargo, desde el punto de vista legal convendría diferenciar ambos supuestos, ya que presentan algunas diferencias que es necesario tener presentes, sobre todo a la hora de especificar las condiciones de aplicabilidad del diagnóstico preimplantatorio.

Comencemos por una pregunta de ámbito general. ¿Es la selección de embriones solicitada contraria a alguno de los principios de la bioética? La respuesta, desde mi punto de vista, es negativa.

Debe recordarse que la selección de embriones, precedido de su diagnóstico preimplantatorio, es legal en nuestro país para evitar la transmisión de enfermedades hereditarias graves. Algunas de las parejas solicitantes, aunque no todas como acaba de ser apuntado, entran de lleno en este supuesto. La única novedad, en relación con su demanda, reside en que además de seleccionar a los embriones que no sean portadores de la enfermedad se pueda extender el criterio de selección también a las características de histocompatibilidad con sus hermanos enfermos para posibilitar un futuro trasplante a aquéllos. El principio de no maleficencia en relación con los embriones seleccionados no se vería afectado, ya que éstos no sufrirían daño alguno. Como la selección se realiza extrayendo y analizando una célula (blastómero) de cada embrión, éstos, en principio, no se ven afectados con este procedimiento.

Hay sectores contrarios que argumentan que es inmoral la selección de embriones porque eso significaría su instrumentalización, es decir, su utilización como medio para lograr un fin, lo que, pese a lo deseable que ese fin pueda ser, choca frontalmente con el precepto moral kantiano antes aludido. En ningún caso, afirman, el fin justifica los medios. Esta argumentación, en mi opinión, resulta muy poco convincente.

En primer lugar, la máxima de Kant no afirma que las personas no puedan ser medios para ciertos fines sino que no pueden ser utilizadas *únicamente* como medios. Esta precisión resulta crucial. En nuestra vida cotidiana continuamente recurrimos a otras personas para que, debido a su cualificación profesional, nos sirvan de medio para la consecución de algún fin. Cuando visitamos al médico lo hacemos primariamente para que nos sirva de medio eficaz para la curación o prevención de las enfermedades que padecemos. Eso, evidentemente, no degrada moralmente al médico. Una situación que viene muy al caso, en la que se pone claramente de manifiesto que el que una persona sirva de medio para un fin deseable no tiene por que ser forzosamente contrario a la moral, es la de las donaciones de órganos entre personas, por ejemplo la donación de un riñón entre hermanos o entre progenitor y descendiente. Obviamente, para que tal donación sea moralmente lícita, debe realizarse con plena consciencia de sus implicaciones y consecuencias y con el consentimiento libre, voluntario e informado tanto de la persona donante como de la receptora. En el caso que nos ocupa la donación futura que se proyecta no sería lesiva para los donantes, ya

que se trata de regenerar su médula ósea a partir de las células del cordón umbilical de sus hermanos histocompatibles. En cuanto a la decisión de iniciar el procedimiento debería ser adoptada por los padres, que son los únicos que tienen capacidad para ejercerla.

En segundo lugar, las motivaciones de una pareja para desear tener un hijo pueden ser, y de hecho son, muy diversas. Además de las parejas que tienen hijos reflexivamente sin ninguna motivación utilitarista, existen situaciones de todo tipo. Hay quienes se plantean tener un segundo hijo porque piensan que un hijo único tiene más probabilidad de resultar malcriado, o porque, en cualquier caso, es bueno para el primer hijo tener la compañía de un hermano. Otras lo hacen porque consideran que un hijo es un buen medio para superar los problemas que arrastran en su relación conyugal. Otras buscan tener quien los cuide en la vejez. Otras muchas, en fin, tienen hijos porque creen que es una especie de ley de vida tenerlos y no se plantean mayores reflexiones al respecto. El problema no son las motivaciones iniciales, por discutibles que éstas puedan ser. La verdadera cuestión es que esos hijos, una vez que nacen, sean realmente valorados y queridos por sí mismos, y eso ocurre en la gran mayoría de los casos independientemente de las motivaciones de partida.

Lo mismo puede decirse de los niños nacidos mediante selección embrionaria. No hay ninguna razón para pensar que no vayan a ser queridos y apreciados como personas por sí mismos. Es más, el hecho de que contribuyan decisivamente a la curación de sus hermanos gravemente enfermos puede que incluso les añada un plus de afectividad por parte de sus padres y hermanos.

El aspecto más controvertido de la polémica surge en relación con los embriones descartados después de la selección. En el caso aceptado por la ley, los embriones desechados son aquellos que no son aptos para la reproducción por ser portadores de la enfermedad hereditaria que se desea evitar, mientras que en la selección que ahora se solicita, serían descartados no solamente los portadores de la enfermedad, sino también aquellos otros que no sean compatibles para el trasplante que se pretende realizar con posterioridad. Aunque esta diferencia parece en principio nítida, en la realidad la situación es algo menos clara.

En primer lugar, porque con la selección que permite la ley también se pueden descartar embriones sanos que sean portadores de la enfermedad cuando ésta sea recesiva. Recordemos que una enfer-

medad genética recesiva es aquella que se manifiesta cuando el individuo posee dos copias (alelos) del gen de la enfermedad, recibidas respectivamente de cada uno de sus progenitores. Los individuos que solamente poseen una copia son sanos y no manifiestan la enfermedad, pero pueden transmitir el gen responsable de ella a sus descendientes. Cuando se realiza la selección de embriones mediante diagnóstico preimplantatorio, siempre que sea posible se seleccionan aquellos que no son portadores de ningún alelo del gen de la enfermedad para, de este modo, evitar no solamente que los individuos seleccionados puedan resultar enfermos, sino también para evitar la transmisión de la enfermedad a sus descendientes. De este modo, en la práctica de la selección mediante diagnóstico preimplantatorio también se descartan algunos embriones portadores sanos.

En segundo lugar, la selección embrionaria depende también del número de embriones que se fecunden. Antes de la entrada en vigor de la desafortunada reforma de la Ley de Reproducción Asistida llevada a cabo por el anterior Gobierno del Partido Popular no existía un límite al número de embriones a fecundar, por lo que en los tratamientos normales de fecundación asistida solían fecundarse un número bastante superior al de embriones posteriormente transferidos, que normalmente era de tres. Los embriones sobrantes eran crioconservados en nitrógeno líquido para eventuales tratamientos posteriores, bien de la propia pareja, bien de otras parejas mediante su donación. De modo semejante, en el diagnóstico preimplantatorio relacionado con la existencia de una enfermedad hereditaria, al realizar la selección, y desechar los embriones portadores de la enfermedad, de existir un número de embriones sanos superior al de los necesarios para su transferencia al útero materno, los sobrantes eran también congelados. Como se sabe, la existencia de decenas de miles de embriones sobrantes crioconservados generó una fuerte polémica entre los sectores favorables y contrarios a que pudiesen ser utilizados para investigación sobre células troncales embrionarias.

Del mismo modo, en el caso que nos ocupa, aquellos embriones sanos que no sean utilizados por no ser histocompatibles para el trasplante a sus hermanos enfermos podrían ser congelados para su uso posterior, mediante donación a otras parejas o incluso, aunque menos probable, podrían ser empleados por sus propios padres para tener más hijos en los que ya no sean necesarios nuevos trasplantes.

También sería posible que fuesen destinados a investigación como los otros embriones sobrantes, siempre que la ley sea de nuevo modificada para permitir estas posibilidades.

En último término, más allá de las distintas alternativas concretas que se puedan concebir para estos embriones, está el problema del estatuto moral del embrión, es decir, de la valoración moral de los embriones y de la protección que de ésta se derive. Parece claro que el fondo de la polémica reside en que las personas y grupos que consideran que los embriones deben ser tratados como personas a todos los efectos, bien porque crean que en realidad lo son, bien porque consideren que lo son potencialmente, no pueden concebir que sean sacrificados, cualesquiera sean las motivaciones que se persigan.

El problema está en que así como es fácil, al menos en nuestra cultura, ponerse de acuerdo en que todos los individuos de la especie humana nacidos son personas con todos los derechos inherentes a ellas, no es posible llegar a un consenso sobre el estatuto moral de los embriones. La causa radica en que la atribución de ese estatuto remite a un problema de índole metafísica y, en ese terreno, no hay forma de llegar a un acuerdo entre visiones contrapuestas. No es que no pueda caracterizarse desde un punto de vista biológico riguroso un embrión. El problema es que esta caracterización, aunque necesaria, no resulta suficiente para avanzar en el establecimiento de la categoría moral de los embriones. Aunque puede, en teoría, establecerse una discusión racional sobre este asunto, resulta extremadamente difícil, si no imposible, llegar a un consenso social amplio sobre esta cuestión.

Sin embargo, aunque no sea posible alcanzar ese consenso ético sobre la categoría moral del embrión, hay ciertas circunstancias que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de establecer unos criterios de actuación en esta materia. No puede haber dudas acerca de que los niños afectados de graves enfermedades debilitantes son personas que sufren como consecuencia de su enfermedad y que deberían ser asistidos por todos los medios disponibles a fin de curar sus dolencias o, cuando menos, paliar su sufrimiento cuanto sea posible. Tampoco deberían existir dudas de que, más allá de las consideraciones metafísicas acerca del valor ontológico de los embriones preimplantatorios, éstos ni sufren ni pueden sufrir, por la sencilla razón de que apenas han iniciado aún la diferenciación celular que da lugar a los distintos tejidos y, en última instancia, al

desarrollo del sistema nervioso. No son por tanto, en ningún sentido válido de la palabra, seres sensibles. Desde mi punto de vista, resulta un sinsentido moral dar prioridad a la protección de los embriones descartados procedentes de un diagnóstico preimplantatorio, amparándose en criterios morales basados en una metafísica particular, frente a la necesidad de ayuda médica a niños enfermos que podrían beneficiarse de tratamientos curativos merced al trasplante celular que la selección embrionaria puede permitir.

En lo referente al principio de beneficencia, la selección de embriones que se solicita responde a una necesidad clara de curar unas enfermedades para las que no hay disponibles tratamientos efectivos. Desde este punto de vista, el principio aludido permite, e incluso exige, la búsqueda de procedimientos terapéuticos que resulten eficaces. Los embriones seleccionados no obtienen ningún beneficio terapéutico, pero eso no resulta imprescindible desde el punto de vista del principio de beneficencia, como se puede comprender perfectamente si comparamos la situación con la práctica habitual de la donación de sangre. La selección de embriones sería, pues, aceptable si no son violados otros principios bioéticos en juego. Por su parte, la valoración del principio de beneficencia respecto de los embriones descartados entra dentro de las consideraciones que ya se han analizado en relación con ellos.

El principio de autonomía adquiere en el caso que estamos tratando una importancia particular. Obviamente, el consentimiento para la selección embrionaria no puede ser ejercido por los propios embriones, sean los seleccionados o los descartados. Tampoco podría ser ejercido por los niños nacidos procedentes de los embriones seleccionados, aquellos que tendrían que ejercer de donantes de sus hermanos enfermos, sobre todo si la donación se realiza, como sería previsible, a partir del cordón umbilical, justo después del nacimiento. Tendrían que ser los padres los que tomaran las decisiones correspondientes, en consonancia con los criterios de protección y tutela de los menores legalmente establecidos.

La importancia de la autonomía de los padres a la hora de decidir optar por la selección embrionaria proviene del hecho de que, como ya se ha indicado, no existe un consenso social acerca del estatuto moral de los embriones. Las distintas concepciones morales sobre este tema deben ser respetadas en la medida de lo posible, dejando a la libre elección de las parejas afectadas la decisión de optar por ese tratamiento como vía para la curación de las enferme-

dades padecidas por sus hijos. Del mismo modo que no sería aceptable que se impusiese esa alternativa a una pareja que tuviese un credo moral o religioso contrario a ella, tampoco sería aceptable desde un punto de vista moral y social la prohibición de realizar esa selección de embriones, y el consiguiente tratamiento, para aquellas parejas que así lo soliciten libremente, sobre todo cuando se trata de intentar salvar la vida de sus hijos enfermos. ¿Qué criterio ético puede ser reclamado para imponer la protección de los embriones descartados en detrimento de los niños enfermos, cuando no existen criterios objetivos para definir el estatuto moral de los embriones más allá de las particulares concepciones de cada contendiente en el debate?

Evidentemente, esta reclamación de autonomía no es contradictoria con el establecimiento de normas precisas para articular los casos en los cuales resulta lícito recurrir a estas técnicas por parte de las parejas solicitantes.

El criterio de justicia se ve afectado de forma un tanto indirecta. Estamos ante un problema que en el momento actual afecta a unas pocas familias, aunque en el fututo podría extenderse a un número mayor de casos. No se plantean cuestiones de prioridades en cuanto a infraestructuras o recursos humanos. Tampoco se formulan, de momento, problemas relacionados con recursos económicos públicos, ya que es en una clínica privada donde se realizaría todo el tratamiento. Los problemas de justicia aparecen en relación con los niños beneficiarios del eventual trasplante a partir de sus futuros hermanos donantes. Cabe considerar que las personas que padecen enfermedades graves y no son atendidas conforme a las posibilidades sanitarias existentes son objeto de una forma de discriminación. Es aquí donde el principio de justicia podría ser invocado para exigir el tratamiento.

La situación legal en relación con la selección de embriones con el fin de que sirvan para un trasplante no presenta, en principio, demasiados problemas de interpretación. De todos modos, está pendiente la elaboración de un dictamen al respecto por parte de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, el órgano consultivo que asesora al Ministerio de Sanidad en estas materias. En el momento de redactar este ensayo aún no se conocían las consideraciones de la Comisión sobre este asunto[2].

Todo lo referente al diagnóstico preimplantatorio y a la selección de embriones, así como a la investigación y experimentación

con ellos, está regulado por dos leyes, la Ley 35/1988, de 22 de noviembre, *sobre Técnicas de Reproducción Asistida* y la Ley 42/1988, de 28 de diciembre, *de donación y utilización de embriones y fetos humanos o de sus células, tejidos u órganos*. El artículo 12.1 de la primera de ellas, la 35/1988, dice que «toda intervención sobre el preembrión [expresión con la que se designa al embrión preimplantatorio en esta ley], vivo, *in vitro*, con fines diagnósticos, no podrá tener otra finalidad que la valoración de su viabilidad o no, o detección de enfermedades hereditarias, a fin de tratarlas, si ello es posible, o de desaconsejar su transferencia para procrear».

Por su parte, el artículo 8.2.a de la segunda de las leyes citadas, la 42/1988, especifica, entre otras cosas, que «la aplicación de la tecnología genética se podrá autorizar para la consecución de los fines y en los supuestos que a continuación se expresan: a) Con fines diagnósticos, que tendrán el carácter de diagnóstico prenatal, *in vitro* o *in vivo*, de enfermedades genéticas o hereditarias, para evitar su transmisión o para tratarlas o curarlas...».

De los artículos citados se concluye que la aplicación de cualquier tipo de diagnóstico realizado sobre los embriones *in vitro* debe ir exclusivamente encaminada a la detección de enfermedades hereditarias graves en ellos y que, además, éste es el único motivo legal que se contempla para desaconsejar su transferencia al útero. No es que no se permita la selección de embriones con una finalidad distinta a la de evitar la transmisión de una enfermedad genética o hereditaria grave; es que ni tan siquiera está permitida la realización de cualquier diagnóstico sobre los embriones con una finalidad distinta a ésta. Por lo tanto, desde el punto de vista legal, no es posible analizar la compatibilidad histológica entre los embriones preimplantatorios y sus hermanos enfermos y, en consecuencia, no hay abierta vía legal alguna para realizar una selección de embriones con este fin.

Solamente cabe la modificación de las leyes para dar cabida a los supuestos aquí discutidos[3]. Desde mi punto de vista, el análisis ético de estos casos, y consideraciones humanitarias y de solidaridad con los enfermos y sus familias, hacen aconsejable (e incluso exigen) mantener una actitud abierta y respetuosa con la pluralidad de opciones morales que sobre los embriones existen en nuestra sociedad. En consecuencia con ello, creo que se debería proceder a la modificación de la ley para ampliar a estos nuevos supuestos la práctica del diagnóstico preimplantatorio y la consiguiente selec-

ción de embriones que las familias afectadas solicitan con vistas al tratamiento de sus hijos enfermos.

Por lo que se refiere a la constitucionalidad de la modificación legal que aquí se propugna, existen varias sentencias del Tribunal Constitucional que podrían ser interpretadas en un sentido favorable a ella[4]. En estas sentencias, el Tribunal establece una diferencia, a la hora de otorgar protección jurídica, entre las personas nacidas y los embriones y, dentro de éstos, entre los preimplantatorios y los ya transferidos al útero materno. Según la doctrina del Tribunal Constitucional, aunque los embriones constituyen un bien jurídico constitucionalmente protegido por el artículo 15 de la Constitución Española no son titulares del derecho fundamental a la vida, derecho que solamente poseen las personas. Esta categoría a efectos jurídicos se adquiere con el nacimiento y, por lo tanto, no es aplicable a los embriones.

Esta distinta protección jurídica otorgada a los embriones y a los individuos nacidos es relevante a la hora de ponderar los intereses en juego en aquellos supuestos en los que la protección de la salud de las personas pueda ser contrapuesta a la salvaguarda de los embriones preimplantatorios, como en los casos discutidos en estas líneas, y podría ser resuelta en favor del derecho a la salud de los niños enfermos.

De todos modos, la aceptación de la selección de embriones solicitada no tiene por qué conllevar necesariamente el sacrificio de los embriones descartados. En la medida en que éstos sean sanos podrían ser conservados para nuevos tratamientos de fecundación *in vitro*, bien por las propias parejas, bien mediante su donación. Y aunque también cabría la posibilidad de que fuesen destinados a investigación con células troncales embrionarias, no se generaría un problema importante de acumulación de embriones sobrantes, ya que los casos aquí discutidos son raros y afectan a un número muy reducido de familias.

Una última consideración, para terminar. En ocasiones, entre las críticas que se formulan a la posible selección de embriones se cita que ésta podría ser considerada una forma de eugenesia y, por este mismo motivo, resultar éticamente condenable. Aunque delimitar el alcance del concepto de eugenesia no es fácil y suele ser motivo de polémica, puede aceptarse que, dado que el objetivo de la selección embrionaria es impedir la transmisión de una enfermedad hereditaria a la descendencia, puede ser considerada sin mayo-

res problemas como una forma de eugenesia negativa de carácter terapéutico.

La cuestión que se plantea es si por el hecho de conceptuar la selección embrionaria como eugenésica eso la convierte en intrínsecamente mala y rechazable. En mi opinión, la idea de que toda forma de eugenesia merece un rechazo moral debería ser seriamente cuestionada. Cierto es que la experiencia histórica de la eugenesia en los países en los que se puso en práctica es inequívoca en cuanto a su carácter discriminatorio y violador de los derechos humanos. También debe reconocerse que algunas de las aplicaciones potenciales, tanto presentes como futuras, de la tecnología genética pueden tener implicaciones eugenésicas que deben ser rechazadas por sus consecuencias discriminatorias. Pero las distintas formas que puede adoptar la eugenesia en la actualidad no constituyen un conjunto monolítico que pueda ser aceptado o rechazado globalmente. Es necesario realizar un análisis de las implicaciones de cada modalidad eugenésica y valorar sus consecuencias desde el punto de vista moral y social, en particular sus posibles consecuencias discriminatorias e injustas para las personas directa e indirectamente involucradas, incluso para la sociedad y la humanidad en su conjunto.

En el caso aquí discutido, hemos tratado de analizar desde un punto de vista moral los problemas involucrados, al margen de la etiqueta eugenésica, que en sí misma nada aporta a la clarificación de los problemas discutidos. Si la selección de embriones es moralmente aceptable, como aquí se defiende, lo es al margen de su carácter eugenésico. Por el mismo motivo, esa aceptación no ha de convertirse en una valoración general positiva de la eugenesia en cualquiera de sus manifestaciones, ya que pueden existir, y de hecho existen, formas de eugenesia que son manifiestamente rechazables desde el punto de vista moral por el menoscabo de los derechos de las personas que pueden ocasionar.

3. Células madre: entre la ciencia, la política y la religión

Las investigaciones en biotecnología y biomedicina y la bioética como disciplina que se ocupa de las consecuencias sociales y éticas de esas investigaciones están alcanzando en los últimos años un enorme desarrollo y una indudable repercusión pública. Últimamente, la investigación con las llamadas células madre embrionarias, una linea de trabajo que tiene cierta relación con algunas aplicaciones potenciales de la clonación, está siendo motivo de controversia política, social y ética.

Para entender el alcance de esta polémica conviene explicar primero qué son las células madre, de dónde proceden y cuáles son sus potencialidades terapéuticas.

Las células madre, o más correctamente células troncales, son células que poseen dos propiedades: 1) son capaces de dividirse permanentemente originando poblaciones de células hijas procedentes de ellas, y 2) son capaces de diferenciarse dando lugar a células de distintos tejidos corporales especializados.

Un organismo pluricelular, como un ser humano, se origina a partir de la unión de dos células reproductoras, el óvulo y el espermatozoide, que dan lugar a una nueva célula llamada cigoto, a partir de la cual se va a formar primero un embrión y, posteriormente, al finalizar la gestación, un nuevo individuo completamente formado. El cigoto se divide dando lugar primeramente a un embrión de dos células, después de cuatro, de ocho... y así sucesivamente hasta originar un organismo completo. Las células del embrión durante las primeras divisiones, hasta el estado de 16 células, mantienen la capacidad de originar, cada una de ellas, un individuo. Reciben por eso el nombre de *totipotentes*. Ésa es la razón de que si un embrión se separa en dos grupos de células antes de superar el estadio de 16 células origina dos gemelos monocigóticos, genéticamente iguales por proceder del mismo cigoto.

Desde el quinto día a partir de la fecundación hasta aproximadamente el decimocuarto, el embrión recibe el nombre de blastocisto y está formado por una capa exterior de células llamadas trofoblastos, que constituyen el trofoectodermo, y una cavidad interna llamada blastocele. A un lado de la pared interna del trofoectodermo, en el interior del blastocele, se sitúa un grupo de células llamado masa celular interna o embrioblasto. En este estadio las células del blastocisto ya presentan un cierto grado de especialización. El trofoectodermo pasará a formar parte de las membranas extraembrionarias que constituirán la placenta, y la masa celular interna originará al embrión propiamente dicho. Las células de la masa celular interna son *pluripotentes*, porque pueden originar todos los tejidos del organismo, pero no son totipotentes, porque no pueden dar lugar a un individuo completo, ya que no pueden originar la placenta que, como se ha dicho, se forma a partir de las células trofoblásticas.

Existen también en diversos tejidos de los individuos adultos células troncales que conservan una capacidad limitada de originar unos pocos tipos de células diferenciadas. Son llamadas por eso *multipotentes*. Las células de la médula ósea que originan los distintos tipos de células sanguíneas pertenecen a esta categoría.

Las células madre o troncales atrajeron la atención de los investigadores debido precisamente a sus capacidades antes comentadas. La capacidad de dividirse ilimitadamente las hace aptas para ser cultivadas en el laboratorio, y la capacidad de diferenciarse en un abanico amplio de tejidos distintos podría permitir que llegasen a ser empleadas para la realización de trasplantes de células de tejidos que no funcionan adecuadamente o que fueron dañados por alguna enfermedad. Enfermedades como la diabetes, Alzheimer, Parkinson, leucemia u otras podrían llegar a ser tratadas y quizás curadas de esta forma. Sin embargo, hay que aclarar que, por ahora, se trata de una posibilidad futura sin aplicaciones terapéuticas inminentes. La mayor parte de las investigaciones realizadas con éxito se han llevado a cabo con células madre de ratones y aún hay que verificar que las células humanas se comportan de la misma forma. Por otro lado, el proceso de transformación de las células madre en células de un tejido específico concreto, y no en cualquier otro de los potencialmente posibles, presenta dificultades y aún no se sabe como controlarlo con precisión. Además, las células troncales embrionarias, debido a su capacidad de proliferación, pueden dar

lugar en ocasiones a tumores que deberían ser evitados o eliminados antes de su utilización para posibles trasplantes. En consecuencia, lo que está sobre la mesa es la necesidad y la importancia de investigar en este campo para ver si las esperanzas depositadas en las potencialidades terapéuticas de las células madre llegan algún día a convertirse en una práctica clínica habitual. A pesar de todas estas dificultades las células troncales pluripotentes de origen embrionario son, en opinión de la mayoría de los especialistas en este campo, las que presentan mayores posibilidades de aplicación.

Quizás el principal problema que está en la base de la controversia suscitada reside en el origen de las células madre utilizadas. Las células troncales pluripotentes, de las que se pueden derivar los tejidos a trasplantar, proceden de la masa celular interna de blastocistos (embriones preimplantatorios de menos de 14 días). Para su extracción es necesario destruir esos embriones, razón por la cual las personas de creencias religiosas que consideran que los embriones deben ser tratados como personas a todos los efectos se oponen a la investigación con células madre embrionarias, incluso cuando algunas de estas personas reconocen la potencialidad terapéutica futura que podrían llegar a tener. Frente al uso de células madre de origen embrionario defienden la investigación con células madre procedentes de tejidos adultos.

Por lo que se refiere a estas últimas, su estado de conocimiento es aún muy rudimentario. Una buena parte de las investigaciones están centradas en indagar su existencia en los distintos tejidos e investigar su capacidad de transformación en diversos tejidos diferenciados. Estas investigaciones indican que son más difíciles de aislar y de cultivar que las de origen embrionario y que tienen una menor capacidad de división ilimitada en cultivo. También tienen una menor plasticidad que las células madre embrionarias para diferenciarse en células de distintos tejidos. En consecuencia, no está aún claro que puedan constituir una verdadera alternativa a las células embrionarias, por lo menos para algunas aplicaciones potenciales de estas últimas. A pesar de las limitaciones que se le suponen a las células troncales multipotentes procedentes de tejidos adultos, ya se han llevado a cabo experiencias con éxito en Alemania y en el Estado español, concretamente en Valladolid, para regenerar el tejido cardíaco dañado de pacientes que sufrieron un infarto de miocardio. El procedimiento consistió en obtener células cardíacas a partir de células madre de la médula ósea de los pro-

pios pacientes e inocularlas en una zona próxima a la lesión para, de esta forma, regenerar la zona lesionada.

La contradicción entre investigar con células embrionarias y células de tejidos adultos resulta a todas luces falsa. Las investigaciones aún no están lo suficientemente maduras para sacar conclusiones definitivas acerca de las posibilidades terapéuticas reales de unas y otras. Por lo que sabemos hasta ahora, las células embrionarias resultan bastante más prometedoras pero, en cualquier caso, la contraposición entre el uso de unas u otras células carece de sentido. A nadie con un mínimo de sensatez se le ocurriría contraponer la terapia quirúrgica y la quimioterapia para combatir un cáncer, cuando ambas son complementarias para alcanzar el mismo fin. Evidentemente, si las células madre adultas pudiesen cubrir todas las potencialidades que se le suponen a las células madre embrionarias, la polémica cesaría inmediatamente. Pero para poder extraer conclusiones fundamentadas, y no basadas en simples prejuicios, hay que investigar previamente con ambos tipos de células.

Los embriones a partir de los cuales se extraen las células troncales embrionarias que serían objeto de investigación pueden proceder de tres fuentes distintas: embriones sobrantes de tratamientos de fecundación *in vitro*, embriones expresamente fecundados para investigación y embriones obtenidos mediante la técnica de trasplante nuclear, la misma que se emplea para obtener animales mediante clonación. Este último procedimiento recibe el nombre de clonación no reproductiva y los embriones formados reciben el nombre de somáticos por no proceder de la unión de dos células reproductoras sino de la fusión de un óvulo enucleado con una célula de un tejido ya diferenciado (célula somática). Por el contrario, los embriones obtenidos mediante fecundación de un óvulo por un espermatozoide se llaman gaméticos.

Las clínicas de reproducción asistida donde se practica la fecundación *in vitro* conservan (en el momento de escribir este ensayo), congelados en nitrógeno líquido, un número aproximado de 100.000 embriones sobrantes de los tratamientos practicados. Fecundar un número mayor de embriones de los que se van a implantar en el útero de la mujer sometida a tratamiento es una práctica habitual y tiene como finalidad el que en caso de que el tratamiento no resulte exitoso, poder efectuar un segundo intento con los embriones sobrantes para evitar tener que repetir un proceso que re-

sulta largo y molesto para la mujer. La ley de reproducción asistida española de 1988 señala que los embriones que lleven más de cinco años congelados no podrán ser empleados para nuevos tratamientos de fecundación, pero no especifica qué hacer con ellos una vez superado este plazo de tiempo. Varios miles ya superaron el plazo de cinco años congelados.

En estas circunstancias, y dado que la alternativa de seguir aumentando su número y mantenerlos congelados a perpetuidad no hace más que agravar el problema, surge la cuestión polémica de decidir su destino. La Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, órgano consultivo formado por expertos en distintos campos que asesora al Ministerio de Sanidad, abordó esta cuestión en dos informes que ha elaborado hasta ahora. En el primer informe, la Comisión recomendó una serie de modificaciones legales encaminadas a: a) ampliar el plazo de congelación de los embriones hasta la edad fértil de la mujer; b) permitir la congelación de ovocitos (óvulos sin fecundar) como alternativa a la congelación de embriones; c) poner en práctica una serie de medidas que favorezcan la donación de embriones a parejas que puedan necesitarlos para tratamientos de fecundación *in vitro*; d) una vez puestas en práctica las medidas anteriores, proceder a la descongelación de los embriones sobrantes, lo que implicaría su destrucción. En este primer informe la Comisión no abordó la posibilidad de destinar los embriones sobrantes a la investigación en vez de destruirlos, cuestión que fue objeto de estudio en el segundo informe.

En ese segundo informe la Comisión, después de realizar un detallado estudio de los aspectos biológicos, éticos y legales de la investigación con los embriones sobrantes de la fecundación *in vitro*, recomendó la modificación de la Ley de Reproducción Asistida para permitir que los embriones que superasen el plazo legal de cinco años congelados pudiesen ser destinados a la investigación. Precisamente esta cuestión concreta de la posible utilización de los embriones sobrantes para investigar las posibilidades terapéuticas de las células troncales embrionarias es el principal motivo de controversia entre el Ministerio de Sanidad y los equipos de investigación que solicitan que se permita esa investigación. A los defensores de esta posibilidad se han unido las asociaciones de diabéticos que entregaron 1.300.000 firmas al Defensor del Pueblo para ejercer presión a favor de esa modificación legal. Los partidos de la oposición parlamentaria y la Junta de Andalucía se han sumado

también a esta postura. La Junta de Andalucía anunció la firma de un convenio de colaboración con Bernat Soria para que pueda seguir con sus investigaciones en esa comunidad, a pesar de la prohibición del Ministerio de Sanidad. Bernat Soria ha llevado a cabo una investigación pionera con células trocales embrionarias de ratón para su transformación en células pancreáticas productoras de insulina (células de los llamados *islotes de Langerhans* tipo ß). Si eso mismo pudiese ser realizado con células humanas se convertiría en una prometedora vía para el tratamiento futuro de la diabetes con la esperanza, a medio plazo, de su curación permanente.

La postura de los Ministerios de Sanidad y de Ciencia y Tecnología ha sido, hasta ahora, completamente contraria a la investigación con células madre embrionarias. Especialmente beligerante se ha mostrado la ministra de Sanidad, Ana Pastor, que llegó a afirmar que los que defienden la investigación con células madre embrionarias, ocultando sus riesgos, son unos irresponsables. Tal acusación de irresponsabilidad resulta incomprensible, cuando la propia Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, que asesora a su ministerio, hizo un detallado informe, en el que se ponderan las ventajas y los riesgos de este tipo de investigaciones y, después de valorar desde varias perspectivas (biológica, ética y jurídica) la cuestión, recomendó la autorización del uso de los embriones congelados de más de cinco años para las investigaciones con células madre embrionarias.

La postura de la ministra tampoco es congruente con la doctrina del Tribunal Constitucional sobre la protección que se debe otorgar a los embriones. El Tribunal estableció en dos sentencias de los años 1985 y 1996, respectivamente, que el embrión es un bien jurídico constitucionalmente protegido por el artículo 15 de la Constitución española, pero que no goza de la misma protección que los seres humanos ya nacidos. Incluso a efectos de otorgarles protección jurídica distingue claramente entre embriones preimplantatorios y los ya transferidos al útero materno (sentencia de 17 de junio de 1999).

La postura de la ministra no reconoce ni los argumentos jurídicos del Tribunal Constitucional, ni las recomendaciones de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, ni las demandas de la inmensa mayoría de la comunidad científica, ni tan siquiera los anhelos y esperanzas de curación de los enfermos. Únicamente responde a sus particulares creencias religiosas y morales, que no tienen por qué ser compartidas por la mayoría de la ciudadanía. Es

algo así como si un ministro pretendiese prohibir las transfusiones sanguíneas porque son contrarias a su particular credo religioso.

Sin embargo, la presión ejercida, con amplia repercusión en los medios de comunicación, está causando efecto y parece que la postura gubernamental ya ha comenzado a cambiar. No sabemos si es el preludio de una verdadera autorización para la investigación con células madre embrionarias o si se trata simplemente de ganar tiempo para una nueva defensa de sus posturas intransigentes. En poco tiempo lo sabremos.

Post scriptum

Los resultados de las elecciones generales del 14 de marzo de 2004 provocaron el acceso al Gobierno por parte del Partido Socialista y, en consecuencia, una nueva orientación de la política gubernamental en relación con la investigación con células troncales embrionarias. En la actualidad se está tramitando en el Parlamento un proyecto de nueva ley de reproducción humana asistida que, de aprobarse, permitirá que los embriones preimplantatorios sobrantes de los tratamientos de reproducción asistida puedan ser utilizados con fines de investigación, en particular, para derivar a partir de ellos cultivos de células troncales, de los que se puedan diferenciar distintos tejidos que, de tener éxito esas investigaciones, en el futuro pudiesen llegar a ser empleados para transplantes en enfermos que los necesitasen.

Estas consideraciones afectan también al contenido del ensayo siguiente. Sin embargo, los criterios bioéticos que se discuten a lo largo de estos dos ensayos y de todos los demás que forman parte del primer bloque del libro confío en que sigan teniendo vigencia a la hora de enfocar la problemática más general de la investigación con embriones y células madre.

4. Ley de «punto final» para la investigación con embriones

El 16 de octubre de 2004, el Congreso de los Diputados aprobó la reforma de la Ley sobre Técnicas de Reproducción Asistida propuesta por el Gobierno del Partido Popular en el mes de agosto anterior. Oficialmente, esta reforma de la ley pretendía resolver el problema de la acumulación de embriones sobrantes de los tratamientos de fecundación *in vitro* (FIV), al tiempo que abría una vía para la investigación con células troncales embrionarias procedentes de ellos.

Esta iniciativa legislativa gubernamental estuvo precedida de un fuerte debate sobre la conveniencia o no de emplear los embriones sobrantes para obtener cultivos de células troncales embrionarias con vistas a derivar de ellos líneas celulares de los distintos tipos de tejidos que existen en el organismo. La investigación con este tipo de células podría permitir en el futuro que fuesen empleadas para la realización de trasplantes que sirviesen para paliar o curar dolencias graves que hoy por hoy no tienen un tratamiento eficaz.

Aunque el Gobierno y la mayoría de los medios de comunicación presentaron esta reforma como un gran avance que vendría a satisfacer la fuerte demanda de la comunidad científica y de los colectivos de enfermos afectados (los enfermos de diabetes presentaron 1.300.000 firmas reclamando la legalización de este tipo de investigaciones) para que se permita investigar con células troncales de origen embrionario, en realidad esta es una ley de «punto final» respecto de la posibilidad de investigar con embriones, que tiene como objetivos centrales los siguientes:

1. Impedir que en los tratamientos de fecundación *in vitro* se generen más embriones de los que van a ser transferidos al útero de la mujer, para evitar que se produzcan embriones sobrantes.

2. Prohibir, a partir de la entrada en vigor de la Ley, cualquier tipo de investigación con embriones, en el caso de que, por algún motivo excepcional relacionado con el tratamiento, pudiesen originarse algunos embriones sobrantes.

3. Resolver el problema de los embriones sobrantes congelados, acumulados hasta el momento, permitiendo que, entre varias opciones, puedan ser empleados para investigación.

Los artículos de la Ley que se reformaron son el 4 y el 11; fue incluida también una disposición adicional única y cuatro disposiciones finales, la primera de ellas destinada a regular el tercero de los puntos enumerados, el del destino de los actuales embriones sobrantes crioconservados.

En el nuevo artículo 4 modificado se recoge lo siguiente:

> 1. [...] El tratamiento deberá evitar la gestación múltiple, la práctica de la reducción embrionaria y la generación de preembriones supernumerarios.
>
> 2. Sólo se autoriza la transferencia de un máximo de tres preembriones en una mujer en cada ciclo.
>
> 3. Se fecundará un máximo de tres ovocitos que puedan ser transferidos a la mujer en el mismo ciclo, excepto en los casos en los que lo impida la patología de base de los progenitores. [...]

Por su parte, el nuevo artículo 11 establece, entre otras cosas, lo siguiente:

> 3. Cuando en los casos excepcionales previstos en el apartado 3 del artículo 4, se hayan generado preembriones supernumerarios, serán crioconservados por un plazo equivalente a la vida fértil de la mujer con objeto de que se le puedan transferir en intentos posteriores. En estos casos, los progenitores deberán firmar un «Compromiso de Responsabilidad sobre sus preembriones crioconservados». En él se incluirá una cláusula por la que la pareja, o la mujer en su caso, otorgarán su consentimiento para que, en el supuesto de que los preembriones crioconservados no les fueran transferidos en el plazo previsto, sean donados con fines reproductivos como única alternativa.

Por último, en la disposición final primera se establece que:

> 1. Las parejas progenitoras, o la mujer en su caso, determinarán el destino de los preembriones humanos supernumerarios que hayan sido crioconservados con anterioridad a la entrada en vigor de esta Ley, pudiendo elegir entre las siguientes opciones: el mantenimiento de la crioconservación hasta que le sean transferidos [...]; la donación, sin

> ánimo de lucro, con fines reproductivos a otras parejas que estén en la lista de espera de Fecundación in Vitro [...]; el consentimiento para que las estructuras biológicas obtenidas en el momento de la descongelación puedan ser utilizadas con fines de investigación [...], sin que en ningún caso se proceda a la reanimación; o proceder a su descongelación sin otros fines.

En primer lugar, la limitación a tres del número de ovocitos a transferir en cada ciclo de fecundación *in vitro* se presenta como una disposición destinada a proteger a las mujeres, evitando la gestación múltiple y la práctica de la reducción embrionaria. Estos dos objetivos aparecen unidos a un tercero, aunque no tienen relación con él, consistente en evitar la generación de preembriones supernumerarios. Para conseguir este tercer objetivo se limitan a un máximo de tres los ovocitos que se pueden fecundar en cada ciclo, justamente aquéllos que pueden ser transferidos. De este modo, en principio, no se generarán embriones sobrantes[5].

La evitación de la formación de embriones sobrantes no guarda relación alguna con la protección de la salud de las mujeres. Más bien al contrario, es una medida que puede perjudicar seriamente a aquellas mujeres que, sometidas a un tratamiento de fecundación *in vitro*, no queden embarazadas en el primer intento y tengan que someterse a un segundo intento. Hasta el momento, dado que siempre se fecundaban más ovocitos que los que se transferían, no era necesario repetir el proceso de obtención de ovocitos, ya que podían ser usados los embriones sobrantes del primer intento. Por este motivo, no era necesario volver a pasar por un tratamiento que resulta muy duro tanto física como sicológicamente para las mujeres, debido a su duración y al uso de hormonas que estimulen la superovulación. Además, a causa de la repetición del tratamiento, este resultará bastante más largo y caro lo que, sin duda, supondrá una dificultad añadida para las mujeres que lo necesiten.

Como consecuencia, unas disposiciones que aparentemente se presentan como beneficiosas para las mujeres se convierten en lesivas para ellas, ya que el objetivo de evitar la formación de embriones supernumerarios prima sobre cualquier otra consideración de salud pública. Aunque se limitase a tres el número de embriones a transferir al útero en cada ciclo, para evitar los embarazos múltiples y posibles reducciones embrionarias posteriores[6], no había ninguna necesidad de imponer la misma limitación para los ovocitos a fecundar. El establecimiento de esta limitación únicamente puede

ser comprendido si la evitación de que se produzcan embriones sobrantes es más importante que cualquier otra consideración en relación con la salud de las mujeres sometidas a tratamiento.

La obsesión por evitar la formación de embriones sobrantes que pueda dar lugar a nuevas demandas de que se destinen a la investigación se pone nuevamente de manifiesto en el artículo 11. En aquellos casos excepcionales en los que se permita la fecundación de más de tres ovocitos, los progenitores estarán obligados a firmar un documento en el que se comprometen a donarlos con fines reproductivos *como única alternativa*, si finalmente no le son transferidos a la mujer. En este apartado, quizás más que en ningún otro, se pone de manifiesto que el verdadero objetivo de la reforma es evitar que los embriones puedan ser empleados para investigación, primero procurando evitar a toda costa que se produzcan embriones sobrantes y, segundo, en los casos excepcionales en que eso no sea posible, prohibiendo que puedan ser destinados a cualquier fin distinto de la reproducción.

Hay varios aspectos claramente criticables en esta actitud del Gobierno de cerrar todas las puertas, por una u otra vía, a que se pueda investigar con los embriones que se fecunden a partir de ahora. En primer lugar, es censurable que se exija a las parejas, como condición preceptiva, que suscriban un compromiso que les obligue a donar sus embriones sobrantes con fines reproductivos como única alternativa posible.

En segundo lugar, es difícilmente explicable que se diga en la exposición de motivos de la Ley que «cabe destacar especialmente los descubrimientos que se están produciendo en el ámbito de las células troncales procedentes de distintos tipos de tejidos. Los primeros descubrimientos realizados en este campo están abriendo enormes expectativas en la investigación biomédica y farmacológica, así como en relación a su potencial terapéutico para tratar graves enfermedades que ahora son incurables», mientras, por otro lado, se cierra la vía más importante para el desarrollo de estas investigaciones, que es precisamente la de la utilización de células troncales embrionarias procedentes de embriones de pocos días. Ni aun en casos excepcionales de embriones excedentarios se contempla la posibilidad de emplearlos para investigación. Dado que otras posibles vías para la obtención de embriones, como podrían ser la fecundación de ovocitos directamente para ese fin o la técnica de trasplante nuclear (la misma que se emplea para la clonación) para

la obtención de embriones llamados somáticos, están prohibidas y el Gobierno no tiene intención alguna de reformar la normativa para permitirlas, con esta modificación de la Ley sobre Técnicas de Reproducción Asistida se pretende cerrar definitivamente cualquier posibilidad futura de investigar con embriones.

Si tan importantes pueden llegar a ser, desde el punto de vista sanitario, las investigaciones con células troncales embrionarias, resulta incomprensible esta prohibición «a cal y canto», salvo que existan otros motivos no declarados derivados de la valoración moral de los embriones. De ser así, y hay indicios más que suficientes para suponer que así es, el Gobierno estaría intentando imponer unas concepciones morales particulares, propias suyas o de algún grupo de presión afín a él, por encima del interés general que, en este caso, está claramente a favor de la investigación con células troncales procedentes de los embriones sobrantes de los tratamientos de fecundación *in vitro*. No es casual, en este sentido, que el borrador de reforma de la Ley fuera conocido antes por la Conferencia Episcopal que por la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, el órgano consultivo encargado de asesorar al Gobierno en esta materia.

La inconsistencia de la postura gubernamental se manifiesta también si comparamos la negativa a investigar con los embriones que se formen desde la entrada en vigor de la Ley con la disposición referente a los embriones actualmente sobrantes de la fecundación *in vitro*, que se conservan congelados en número superior a los 40.000. El Gobierno estaba obligado a buscar una solución para estos embriones excedentarios. Para aquellos que no sean utilizados por las parejas respectivas ni terminen en una adopción, únicamente quedan dos salidas: o son destinados a la investigación o son descongelados, lo que equivale a su destrucción. Estas cuatro posibilidades son contempladas y aceptadas en la reforma de la Ley aprobada.

¿Por qué razón se acepta la investigación con embriones sobrantes generados hasta el momento y no se acepta con los que se puedan formar a partir de ahora? ¿Cuál es la distinción moral, si es que hay alguna, entre un caso y otro? Es cierto que en la Ley hasta ahora vigente había un vacío legal que impedía la posibilidad de que fueran destinados a la investigación, pero la disposición final primera de la Ley reformada, que viene a cubrir este vacío, acepta, entre otras posibilidades, que sean destinados a la investigación,

¿por qué no se acepta lo mismo para los embriones que se produzcan a partir de ahora?

Dado que, por incómodo que fuera[7], el Gobierno estaba obligado a arbitrar una salida para los miles de embriones sobrantes crioconservados, resultaba más coherente con el espíritu que anima esta reforma, aunque incomprensible para la mayoría de la opinión pública, que el Gobierno decidiera destruir todos aquellos embriones sobrantes que no fueran destinados a la reproducción, como ya habían propuesto algunos colectivos católicos ultraconservadores, en vez de hacer «borrón y cuenta nueva», permitiendo que se investigue con los embriones que existen actualmente y prohibiéndolo definitivamente a partir de la entrada en vigor de la modificación de la Ley. Abocado por la situación a tener que buscar una solución definitiva a este problema, la decisión adoptada resulta incoherente y contradictoria, al pretender dar satisfacción a dos posiciones básicamente incompatibles: por un lado, la presión de la comunidad científica, de los profesionales de las clínicas de fecundación *in vitro*, de los colectivos de enfermos y de la mayoría de la opinión pública, en el sentido de que se permita que los embriones puedan ser destinados a investigación en vez de proceder a su destrucción directa[8], lo que impediría extraer un potencial beneficio sanitario futuro de esas investigaciones; por otro lado, aceptar el punto de vista de los sectores confesionales más conservadores, en el sentido de considerar moralmente ilícita cualquier utilización de los embriones de pocos días que no vaya directamente encaminada a su nacimiento.

En el preámbulo de la reforma de la Ley sobre Técnicas de Reproducción Asistida se hace hincapié repetidamente en que el Gobierno siguió las recomendaciones de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida (CNRHA) y del Comité Asesor de Ética en la Investigación Científica y Técnica (CAEICT). Algunas de estas recomendaciones, recogidas en dos informes de la CNRHA y en un informe del CAEICT, efectivamente han sido seguidas por el Gobierno. Las más relevantes de ellas, entre las que han sido formuladas sobre este tema por estos dos órganos consultivos, fueron las siguientes:

a) La conveniencia de reducir el número de embriones sobrantes crioconservados, tomando como referencia las siguientes pautas, sucesivas y complementarias: 1) permitir la crioconservación de ovocitos; 2) ampliar el plazo legal para la utilización con fines

reproductivos de los embriones crioconservados, plazo que debería pasar de los cinco años actuales a la duración de la vida fértil de la mujer; 3) potenciar las donaciones de embriones sobrantes para las parejas que los necesiten; y 4) permitir la descongelación de los embriones excedentarios, una vez que se agoten las vías anteriores (1er informe anual de la CNRHA).

b) Recomendar que se permita la utilización controlada de los embriones sobrantes para la investigación con células troncales embrionarias, como alternativa a su destrucción (2º informe anual de la CNRHA e informe del CAEICT).

c) Que se modifique la Ley sobre Técnicas de Reproducción Asistida para dar cabida a las recomendaciones que se formulan (1º y 2º informes anuales de la CNRHA e Informe del CAEICT).

Sin embargo, ninguno de estos órganos consultivos recomendó que se limite el número de ovocitos a fecundar en cada ciclo de fecundación *in vitro*, ni que se prohíba la investigación con células troncales embrionarias procedentes de embriones excedentarios presentes o futuros. Es más, la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida se pronunció negativamente en su 1er informe sobre la cuestión de limitar el número de ovocitos a fecundar: «Se ha considerado la posibilidad de recomendar una modificación del número de óvulos a extraer y fecundar en cada caso en relación con el consentimiento formulado por la pareja para donar los embriones crioconservados que no fuesen utilizados para su procreación. *Esta pauta no ha sido considerada adecuada por la Comisión en el momento actual*»[9] (1er informe de la CNRHA, p. 25). Como se puede apreciar, la Comisión no solamente no recomendó limitar el número de ovocitos a fecundar, sino que recomendó explícitamente que no se limite, recomendación que ha sido completamente ignorada por el Gobierno.

Tampoco hubo ninguna recomendación ni por parte de la Comisión Nacional ni del Comité de Ética de que se prohíba la utilización futura de los embriones sobrantes para la investigación. Únicamente se manifestaron en el sentido de que era deseable que se reduzca el número de embriones acumulados.

En resumen, estamos en presencia de una reforma de la Ley que, empleando como coartada aportar una solución al problema de la enorme acumulación de embriones sobrantes congelados, limita de forma injustificada los derechos reproductivos de las mujeres que se sometan a partir de ahora a tratamientos de fecundación

in vitro, y puede que incluso perjudique su salud y, por otro lado, da un golpe de gracia a la posible investigación futura con embriones ya que, según la Ley reformada, una vez que se determine el destino de los actualmente crioconservados, ningún nuevo embrión podrá ser empleado en investigación y, en la práctica, puede suponer la cancelación definitiva de cualquier investigación futura en este campo, lo que supondría terminar con las esperanzas puestas en estas investigaciones por miles de enfermos hoy por hoy incurables. Se trata, pues, de una reforma muy regresiva desde ambos puntos de vista.

5. La clonación humana no reproductiva

Mucho se ha discutido en los últimos años acerca de la clonación humana e, indudablemente, seguirá dando que hablar en los próximos tiempos. La mayoría de las polémicas suscitadas en las distintas publicaciones que se han ocupado de ella se han centrado en los pros y contras de la clonación destinada al nacimiento de personas. No es de extrañar que sea así, puesto que esa es la cuestión más espinosa desde un punto de vista ético y social y la que, en consecuencia, más discusiones –y condenas– ha provocado. Sin embargo, hay otras modalidades o aplicaciones de la clonación que han merecido hasta ahora menos atención. Sin embargo, una de ellas, la clonación de células humanas destinadas a la obtención de tejidos para transplantes, está generando un importante debate al calor de la recomendación del comité científico que asesora al Gobierno británico en materia reproductiva de que se apruebe este tipo de clonación con fines terapéuticos (*El País*, 4 de abril de 2000, p. 32). Se trata de una técnica que puede llegar a tener una gran importancia por sus potencialidades para el tratamiento de algunas enfermedades graves y por la posibilidad efectiva de ponerla en práctica a corto plazo.

El procedimiento básico es el siguiente. Usando la técnica de clonación se obtiene un embrión mediante la introducción del núcleo de una célula de una persona donante (previsiblemente un enfermo necesitado de un trasplante) en un óvulo sin fecundar al que previamente le fue extraído su núcleo. Debidamente estimulado, comienza el desarrollo de este embrión que va aumentando su número de células hasta que, aproximadamente a los siete días desde la fecundación, se distingue una zona externa denominada trofoectodermo –que, si el embrión llegara a implantarse en un útero, daría lugar a la placenta– y una «masa celular interna» que, de

continuar el desarrollo embrionario, daría lugar a los tejidos del nuevo individuo. En esta fase del desarrollo el embrión recibe el nombre de blastocisto. En este momento se toman algunas células de la masa interna y se cultivan por separado. Este cultivo celular puede conservarse dividiéndose permanentemente en condiciones de laboratorio. Además, a esta altura del desarrollo las células no están diferenciadas, es decir, aún no comenzaron a especializarse para dar lugar a los distintos tejidos. Por esta razón reciben el nombre de células pluripotentes, es decir, células madre o troncales que conservan la capacidad de desarrollarse hacia cualquiera de los tejidos que componen el organismo (muscular, nervioso, epitelial, etc.), dependiendo de las señales que reciban durante su desarrollo posterior. Dada esta capacidad de convertirse en cualquier tejido corporal, podrían ser utilizadas para la preparación de cultivos de tejidos específicos destinados a la realización de trasplantes. Las células de estos tejidos cultivados son genéticamente idénticas a la célula donante del núcleo y, por lo tanto, no manifestarían ningún tipo de rechazo en el caso de ser trasplantadas a la persona donante.

Dos aclaraciones son necesarias para evitar confusiones. La primera es que con este tipo de clonación no se persigue el nacimiento de ninguna persona genéticamente igual a otra preexistente. Es, como se ha dicho, una clonación no reproductiva, que no va acompañada de la implantación de los embriones obtenidos para comenzar un embarazo. Es más, los embriones son destruidos como consecuencia de la recogida de las células de la masa interna para la realización del cultivo. Por consiguiente, no debe ser confundida con cualquier otra modalidad de clonación reproductiva destinada a conseguir el nacimiento de personas con las características genéticas de otras. La segunda aclaración es que esta técnica está destinada a la obtención de tejidos para trasplantes pero no de órganos, que no aparecen en el desarrollo embrionario hasta bastante después. No se trata, pues, de tomar órganos ya formados de un embrión o de un feto, sino de cultivar tejidos a partir de células indiferenciadas de un embrión preimplantatorio. La posibilidad de llegar a obtener órganos bien formados aún no es posible e implica problemas algo distintos de los que nos estamos ocupando aquí.

Este procedimiento que se acaba de describir brevemente se sitúa en un hipotético escenario futuro, aunque podría llegar a ser factible en un plazo de tiempo de varios años. Quedan en este camino algunos problemas importantes por resolver. Uno de ellos es

que, aunque ya se han hecho experiencias de laboratorio con resultados esperanzadores, no se sabe aún como controlar el proceso de diferenciación celular para dirigirlo hacia la formación de un tejido concreto. No menos problemática es la propiedad que presentan las células madre embrionarias (por lo menos las de ratón) de originar tumores cuando son inyectadas en un animal adulto, es decir, tienen propiedades cancerosas. Se necesita, pues, un mecanismo de seguridad para eliminar completamente las células madre que pudiesen quedar en los tejidos diferenciados, formados a partir de ellas, antes de ser usados para un trasplante.

Existe un acuerdo casi unánime en que esta técnica de clonación podría suponer un enorme avance en materia de trasplantes de tejidos, que permitiría salvar muchas vidas de personas que de otro modo no podrían obtener un tejido compatible. Piénsese, por ejemplo, en un posible trasplante de médula ósea para combatir una leucemia. Sin embargo, a pesar de las enormes potencialidades terapéuticas que esta técnica encierra, se han formulado reservas éticas bastante fuertes, derivadas del hecho de que durante el procedimiento de obtención de las células madre, los embriones utilizados son destruidos. Aquellas personas que consideran que los embriones merecen una consideración equivalente a la de cualquier persona argumentan que los seres humanos son fines en sí mismos y no meros medios para la obtención de un fin, por muy loable que pudiese ser este fin, y que, en consecuencia, no deben ser utilizados aunque sea con el objetivo de salvar la vida de personas enfermas que, de otra forma, podrían morir a causa de su enfermedad.

Mi opinión es abiertamente favorable al uso futuro de esta técnica de clonación con fines terapéuticos y, por consiguiente, no comparto la línea argumental crítica que se acaba de esbozar. Piénsese que no estamos hablando de la utilización de fetos más o menos formados, sino de embriones preimplantatorios, constituidos por una masa celular indiferenciada, en la que las células tienen capacidad de desarrollarse para dar un tejido cualquiera del organismo. A medida que se vayan diferenciando van perdiendo esa potencialidad para convertirse en ese nuevo tejido de una manera, por lo general, irreversible. Cierto que hay personas que consideran que el instante de la fecundación es el momento relevante de la formación de un nuevo ser y que es a partir de ese momento en el que hay que establecer la barrera de su consideración humana a todos los efectos. Pero no todo el mundo piensa así. Otras perso-

nas, incluso de convicciones religiosas católicas, estiman que el momento verdaderamente definitorio es el de la individualización e implantación del embrión en el útero, entre la segunda y la tercera semana desde la fecundación, que es cuando comienza con propiedad el embarazo. Una buena parte de los embriones formados después de la fecundación no llegan a implantarse y son eliminados por un proceso natural normalmente imperceptible. Además, es en el estado de blastocisto cuando ya está separada la masa celular interna, que constituirá el embrión propiamente dicho, de la capa externa, que formará la placenta extraembrionaria. Antes de esta primera diferenciación aún no está establecido qué células del embrión preimplantatorio se destinarán a la formación del nuevo individuo. Otras personas sitúan la frontera de la consideración humana del embrión en el desarrollo del sistema nervioso del feto; otras, cuando el feto es capaz de vida independiente, fuera del útero materno; y otras, en fin, en el instante del nacimiento.

Desde un punto de vista biológico, el proceso que da lugar a la formación de un nuevo individuo es un continuo en el que privilegiar unos momentos con respecto de otros es, hasta cierto punto, arbitrario. Todos los estadios son importantes, incluso podríamos decir que trascendentales, desde la fecundación hasta el nacimiento. Sin embargo, la cuestión de establecer qué momento del desarrollo debe ser reconocido como decisivo a efectos de otorgar categoría humana al embrión no es un problema biológico, sino moral y jurídico. La «persona» no es una categoría biológica sino social. El conocimiento biológico es necesario pero no es suficiente para establecerla y delimitarla. En consecuencia con esto, la biología no tiene la respuesta a la controvertida cuestión de en qué momento un embrión humano debe ser considerado una persona con los derechos que le son inherentes. En la mayoría de los casos, los argumentos biológicos, más allá de las pertinentes aclaraciones sobre las características y propiedades del desarrollo embrionario, suele ser usados *ad hoc*, para apoyar una posición moral previa. Las distintas posiciones morales presentes en nuestra sociedad acerca de los embriones humanos pueden ser discutibles, pero todas ellas son respetables. Creo que no hay ninguna filosofía moral que pueda arrogarse la superioridad a la hora de decidir el estatuto moral del embrión. Por eso, en una sociedad pluralista y democrática, lo más razonable en un caso como éste es respetar las convicciones individuales y la libertad personal a la hora de decidir una norma

de actuación colectiva, máxime cuando los beneficios para la salud de las personas implicadas pueden llegar a ser decisivos para salvarles la vida.

Una consideración equivalente de los embriones (al menos en las primeras etapas) a fetos, más desarrollados, resulta bastante problemática. Si extremásemos la idea de la protección de los embriones de pocos días, deberíamos impugnar también el diagnóstico preimplantatorio[10], ya que un blastómero aislado tiene todas las potencialidades de un embrión completo. Es más, una vez separado del resto del embrión, podría ser considerado un embrión por sí mismo, ya que únicamente carece de la zona pelúcida que lo rodea. En este supuesto, una protección extensiva de los embriones llevaría a prohibir la utilización con fines diagnósticos de un blastómero aislado, ya que ese diagnóstico conlleva su destrucción y, en consecuencia, el sacrificio de un «posible embrión» en beneficio de otro.

Desde el punto de vista jurídico, el Tribunal Constitucional, para establecer la protección de que deben gozar los embriones, se ha basado en la distinción entre la vida como bien jurídico protegido y la vida como derecho fundamental. Hecha esta distinción, ha considerado que el embrión es un bien jurídico constitucionalmente protegido por el artículo 15 de la Constitución española, pero que no debe gozar de la misma protección que los seres humanos ya nacidos[11]. Es decir, aunque el embrión es un bien a proteger jurídicamente no puede considerarse persona –categoría que se adquiere con el nacimiento–, de lo que se deriva que no puede ser considerado como titular del derecho fundamental a la vida. En consecuencia, cuando entran en conflicto posibles derechos de los embriones con los de personas ya nacidas, estos últimos, en principio, prevalecen a la hora de obtener protección jurídica[12]. En esto precisamente se basa la legislación española para regular la interrupción voluntaria del embarazo. Parece obvio también que prácticamente en ninguna legislación de ningún país se considera que matar un embrión sea un homicidio, merecedor, por tanto, de una condena de esa gravedad.

Estas consideraciones resultan relevantes a la hora de valorar en sus justos términos la cuestión de la clonación no reproductiva como método terapéutico, frente a la protección de la que puedan gozar los embriones. Estamos hablando de un método con un potencial terapéutico que podría salvar la vida de personas que no gozan de otra alternativa de curación, por lo menos en el momento

actual. Que se sacrifiquen embriones preimplantatorios creados con esta única finalidad para investigar y eventualmente llegar a salvar a estos enfermos es algo que quizá para algunas personas no resulta aceptable. Estas personas en ningún caso deberían ser forzadas a acogerse a esta alternativa, aunque su vida esté en juego. Pero no parece razonable que los que no comparten esas mismas convicciones morales con respecto a los embriones no se puedan beneficiar de esta posibilidad terapéutica cuando de salvar su vida se trata. Con ello se haría efectivo el derecho de las personas a tener acceso a los progresos de la biología, la genética y la medicina, reconocido por la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos aprobada por la Unesco y, posteriormente, por la ONU[13].

Esta utilización de los embriones con una finalidad distinta e incluso contraria a su propia supervivencia aparece en la propia legislación española, asociada al tratamiento de la infertilidad, como parte de la regulación actual de la reproducción asistida. Durante el tratamiento de fecundación *in vitro* se crean más embriones de los que después van a ser transferidos al útero de la mujer, de forma que, como mínimo, una parte de los embriones sobrantes tarde o temprano tendrán que ser destruidos[14]. Se puede aducir que la finalidad primaria de la creación de los embriones no es la de su destrucción, sino la de servir para un tratamiento que tendrá como resultado el nacimiento de alguno de ellos. Si, en el transcurso de aquél, algunos embriones se pierden, es una consecuencia no buscada *a priori*.

Este argumento podría ser aceptable si fuese inevitable la creación de ese número excedentario de embriones para llevar adelante el tratamiento. Pero tal cosa no es en absoluto imprescindible. De hecho, la legislación alemana prohíbe taxativamente la creación de un número superior de embriones a los que se van a transferir, para impedir que puedan existir embriones sobrantes. El único motivo que justifica la creación de un exceso de embriones no es garantizar el tratamiento, sino únicamente no tener que repetir todo el proceso, en el caso de que en un primer intento los resultados fuesen negativos. Teniendo un cierto número de embriones en reserva, lo que se persigue es no hacer pasar de nuevo a la mujer por un tratamiento que resulta incómodo y duro desde un punto de vista sicológico, y que puede tener efectos secundarios, como consecuencia de la estimulación hormonal a la que es sometida para la obtención de los óvulos con los que se práctica la fecundación *in vitro*.

Si lo prioritario fuese conseguir resolver el problema de infertilidad respetando lo más posible la vida de los embriones, podría haberse optado por no permitir la creación de más embriones de los que van a ser transferidos al útero en cada ciclo de fecundación *in vitro*, de forma que no existan embriones sobrantes. La ley española permite, creo que razonablemente, que se puedan crear embriones de más, aunque no sean imprescindibles para llevar adelante el tratamiento y aunque, como consecuencia, algunos de ellos estén inevitablemente destinados a ser eliminados[15]. La Ley de Reproducción Asistida da prioridad, en este caso, no solamente a resolver un problema de infertilidad, sino también a garantizar la comodidad física y sicológica de la mujer frente al tratamiento, en detrimento de la vida de los embriones sobrantes que pueden llegar a ser desechados. También la Comisión Nacional de Reproducción Asistida en su primer informe anual, aunque recomienda reducir el número de embriones crioconservados, ha rehusado, después de someterlo a consideración, a establecer pautas numéricas fijas para el número de embriones a obtener durante el tratamiento de FIV.

¿Por qué no se adopta un criterio –en cuanto a la utilización de los embriones– semejante al de la FIV o al del diagnóstico preimplantatorio, antes comentados, para la clonación no reproductiva, cuando con ésta podrían llegar a ser salvadas las vidas de personas que sufren dolencias que pueden resultar mortales y que, en algunos casos, no tienen otra alternativa de tratamiento? Creo, como he tratado de argumentar, que existen razones fundadas para considerarlo así y que, por el contrario, no hay impedimentos éticos ni, quizá, tampoco jurídicos suficientes para no abrir la vía a la legalización de esta modalidad de clonación no reproductiva. De hecho, la mayoría de la comunidad científica es abiertamente favorable a la experimentación con embriones con esta finalidad.

En la actualidad, el Código Penal español prohíbe «la fecundación de óvulos humanos con cualquier fin distinto a la procreación humana» (Código Penal, art. 161.1). Hay que entender que la creación de embriones por clonación, aunque no provengan de una fecundación, está incluida en este precepto. En esta prohibición la legislación española es más restrictiva que el Convenio sobre Derechos Humanos y Biomedicina del Consejo de Europa, que el Estado español suscribió en su día. Este Convenio establece en su artículo 18.2 la prohibición de «constituir embriones humanos con fines

de experimentación». Repárese en que únicamente prohíbe crear embriones destinados a la experimentación pero no a otras finalidades como la terapéutica que, en rigor, no debe ser entendida como experimentación en sentido estricto. La experimentación no tiene por qué ir directamente encaminada a un fin terapéutico directo, pudiendo estar orientada a la investigación básica. Por lo tanto, la referencia del Código Penal a cualquier fin distinto a la procreación humana es mucho más restrictiva que la que se refiere únicamente a fines de experimentación. Con un simple retoque en el artículo 161.1 del Código Penal[16], para equipararlo a la formulación del Convenio de Biomedicina[17], el uso de la clonación no reproductiva con finalidad terapéutica dejaría de estar prohibido, lo que abriría una ventana a la esperanza para personas con dolencias graves que pudieran, en el futuro, acogerse a este tipo de tratamiento.

El problema de la experimentación necesaria para que el cultivo de tejidos pueda realizarse con la eficacia y seguridad necesarias, antes de su utilización directa en tratamientos, podría resolverse no creando embriones directamente para este fin, sino recurriendo a la utilización de aquellos embriones actualmente crioconservados que ya han superado el límite de cinco años que establece la Ley de Reproducción Asistida para su posible utilización. Siempre será preferible el uso de los embriones sobrantes con fines de investigación que su destrucción directa. Esta posibilidad también ha sido recomendada por la Comisión Nacional de Reproducción Asistida en su segundo informe anual.

El problema de la necesidad de clonar embriones para establecer los cultivos celulares para eventuales trasplantes desaparecería si fuese posible obtener los cultivos celulares a partir de células madre inmaduras, obtenidas a partir de algunos tejidos diferenciados. De llegar a ser esto posible se lograría el mismo resultado sin necesidad de clonar embriones. No cabe duda de que una solución así sería preferible, ya que eliminaría las reservas que sobre la utilización de embriones existen en la actualidad. Pero no sabemos cuándo (de ser posible) podremos llegar a contar con un procedimiento como éste para realizar trasplantes de tejidos. Mientras tanto, la opción de recurrir a la clonación no reproductiva de embriones aquí defendida me parece, además de razonable, la más factible para avanzar en el tratamiento de algunas enfermedades graves y combatir el sufrimiento que producen.

6. Clonación (fraudulenta) humana no reproductiva en Corea

El ensayo que viene a continuación explica un famoso experimento de clonación no reproductiva humana realizado en Corea por Woo-suk Hwang y publicado en la prestigiosa científica *Science*, en 2004, y comenta algunas de sus consecuencias y de las cuestiones morales que se han debatido al calor de este tipo de investigaciones. Aunque la discusión conserva todo su vigor, un elemento de gran trascendencia y enorme impacto mediático ha alterado sustancialmente el marco de la discusión. Se trata del descubrimiento de que este experimento, así como otro posterior, también de clonación no reproductiva pero utilizando núcleos de células procedentes de enfermos, constituyeron un enorme fraude. Por lo que se ha dado a conocer, en ninguno de los dos experimentos se han llegado a clonar células humanas mediante trasplante nuclear.

Aunque en sí mismo el fraude realizado podría ser un buen objeto de análisis, me limitaré a algunas breves consideraciones al respecto. En primer lugar, el fraude no invalida la línea de investigación en clonación no reproductiva humana y células troncales embrionarias, aunque hace retroceder el alcance de los descubrimientos como mínimo un par de años. Los avances realizados en ratones parecen muy firmes y, por lo que se refiere a los humanos, un grupo investigador británico de la Universidad de Newcastle ya había conseguido la obtención de un embrión clónico en el año 2005.

En segundo lugar, toda la discusión sobre las implicaciones sociales y morales de este tipo de investigaciones no se ve alterada en absoluto. En los próximos años, con toda seguridad se logrará obtener líneas de células troncales (madre) embrionarias procedentes de embriones humanos mediante trasplante nuclear (clónicos), bien procedentes de células de personas sanas, bien procedentes de enfermos, con vistas a un uso futuro en procedimientos de medicina regenerativa. Por este motivo, creo que todas las reflexiones que se realizan en la segunda parte del ensayo al calor de lo que se conocía

de este experimento continúan siendo válidas por más que el experimento resultase fraudulento.

Por lo que se refiere al fraude en sí, ni es el primero en la historia de la biología y tan siquiera en la más corta historia de la investigación en clonación. En relación con esta última, a principios de los años ochenta el científico suizo Karl Illmensee se vio envuelto en un caso de fraude por la clonación de tres ratones, que parece ser que nunca consiguió realizar. ¿Qué pudo llevar al coreano Hwang a falsificar sus trabajos, cuando normalmente los fraudes tarde o temprano acaban saliendo a la luz y, con ello, se arruina la carrera del que los comete?

En mi opinión, más allá de la ambición por la fama y el reconocimiento y tal vez de la codicia por el dinero, está la circunstancia de que en esta ocasión existía una probabilidad no despreciable de que el fraude no llegase a ser descubierto nunca. Debido al importante desarrollo alcanzado por la técnica de clonación mediante trasplante nuclear (téngase en cuenta que el mismo Hwang consiguió clonar un perro, pero esta vez de forma real no fraudulenta) es cuestión de muy poco tiempo que se llegue a conseguir la obtención de líneas de células troncales humanas derivadas de embriones clonados.

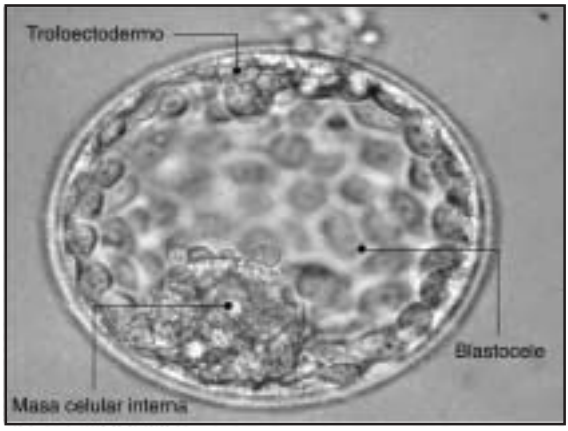
Si esto resultase cierto a corto plazo, cosa que parece muy plausible, nadie pondría en duda los resultados de Hwang, pero a él le seguiría correspondiendo el mérito principal ante la comunidad científica internacional de haber sido el primero en conseguir tamaño logro científico y los honores consiguientes (tal vez el mismísimo premio Nobel) también serían suyos. De hecho, nadie había puesto en entredicho el primero de sus dos trabajos fraudulentos hasta que no se dio publicidad al fraude del segundo de ellos.

A posteriori resulta fácil decir que estaba cantado que antes o después todo se descubriría, pero no tenía por qué haber sido necesariamente así. Cierto es que existían riesgos de que se descubriese el montaje, si tenemos en cuenta que era una investigación en la que participaba un número elevado de personas y que, tal vez, varias de ellas podrían tener algún conocimiento de que no todo era limpio y transparente pero, a diferencia de otros fraudes que acaban siendo descubiertos debido a la imposibilidad material de reproducir los resultados, en esta ocasión el hecho de que esa condición podría haberse soslayado daba una verosimilitud al trabajo fraudulento que en otros casos no existía.

Sea como fuere, este acontecimiento ha causado un daño importante a la investigación científica y a la ya antes polémica historia de la clonación. El primero de los experimentos fraudulentos del coreano Hwang es el que se explica a continuación.

Aún no se habían apagado los ecos de la reforma de la Ley de Técnicas de Reproducción Asistida, aprobada definitivamente por el Congreso de los Diputados el 16 de octubre de 2004, reforma con la que el Gobierno del PP pretendía regular y, sobre todo, limitar el uso, para fines de investigación, de los embriones sobrantes de los tratamientos de fecundación *in vitro*, cuando saltó a los medios de comunicación la noticia. Un grupo de investigadores surcoreanos, de la Universidad Nacional de Seúl, consiguieron establecer un cultivo de células madre (troncales) embrionarias, obtenidas a partir de blastocistos humanos (embriones preimplantatorios de menos de catorce días) creados mediante la técnica de trasplante nuclear. La sensación creada y el tratamiento mediático dado a la noticia hicieron recordar el requetefamoso y ya histórico caso del nacimiento de la oveja clónica *Dolly*.

El experimento consistió en introducir núcleos de células corporales procedentes de dieciséis mujeres donantes en 242 óvulos, procedentes de las mismas mujeres, a los que se les había extraído el núcleo (enucleados), que se convirtieron en treinta embriones que alcanzaron la fase de blastocisto, aproximadamente cinco o seis días después de realizado el trasplante.



Blastocisto humano

Los blastocistos son embriones preimplantatorios formados por una capa externa de células (llamada trofoectodermo) que rodea una cavidad interna (el blastocele). En el interior de esa cavidad (véase la figura), pegada a la cara interna del trofoectodermo, hay un grupo de células que constituyen la llamada masa celular interna (o embrioblasto). Las células de la masa celular interna del blastocisto son las que durante el desarrollo embrionario, que tiene lugar durante la gestación, dan lugar al embrión que se convertirá en el futuro individuo, mientras que las células del trofoectodermo formarán parte de las membranas extraembrionarias, entre las que se incluye la placenta.

Las células de la masa celular interna del blastocisto son células madre, o troncales, porque tienen la doble capacidad de dividirse permanentemente cuando son extraídas y cultivadas y de transformarse (diferenciarse en el lenguaje técnico) en células de los distintos tejidos del individuo adulto, como células musculares, pancreáticas, nerviosas, intestinales, etc. Por esta última característica de poder originar todos los tejidos corporales del individuo reciben el nombre de *pluripotentes*.

En el experimento, de los treinta blastocistos formados, los científicos coreanos pudieron extraer las células de la masa celular interna de veinte de ellos, a partir de las cuales consiguieron establecer una sola línea de células madre pluripotentes. La eficiencia de cada paso del experimento se ilustra en la tabla adjunta. La eficiencia global del experimento fue del 0,4%.

Eficiencia del experimento de clonación de Corea	
Nº de mujeres donantes	16
Nº de ovocitos empleados	242
Blastocistos formados	30 (12,4%)
Extracción de masa celular	20 (66,7%)
Líneas celulares obtenidas	1 (5,0%)

La técnica de trasplante nuclear usada fue la misma que se había empleado con *Dolly* y que es utilizada habitualmente para obtener individuos clónicos, pero en esta ocasión no se perseguía esa finalidad sino únicamente utilizar las células de la masa celular interna de estos blastocistos para establecer cultivos de células

madre, con la consiguiente destrucción de aquéllos, lo que impedía su eventual utilización con fines reproductivos. Por este motivo a este tipo de experimento se la llama de *clonación no reproductiva*, en contraposición a la *clonación reproductiva*, que da lugar a individuos genéticamente idénticos a los que aportaron los núcleos de las células empleadas en el trasplante nuclear.

Lo novedoso del experimento, desde el punto de vista científico, no es el uso de la técnica de trasplante nuclear, que durante estos últimos años ha sido profusamente empleada para clonar animales de un buen número de especies de mamíferos, incluyendo ovejas, vacas, cerdos, ratones y monos. Tampoco constituye una novedad el establecimiento de cultivos de células madre embrionarias humanas procedentes de blastocistos (sobrantes de los programas de fecundación *in vitro*), de los que pudieron obtenerse en el laboratorio células diferenciadas de distintos tejidos corporales.

Por otro lado, no es la primera vez que se logra combinar la técnica de trasplante nuclear para la formación de embriones clónicos con el establecimiento de líneas de células madre pluripotentes de las que obtener células diferenciadas de los distintos tejidos corporales, hecho que se ha conseguido realizar en ratones en abril de 2002. Además, en este último caso citado se fue incluso un paso más allá, al modificar genéticamente las células madre, con la introducción de un gen para corregir un defecto genético que impedía el correcto funcionamiento del sistema inmunológico de los ratones. A partir de las células madre modificadas se obtuvieron células de la médula ósea formadoras de los linfocitos del sistema inmune, que fueron trasplantadas a los ratones enfermos a los que les fue recompuesta la función normal de su sistema inmune, en lo que podríamos llamar con propiedad una verdadera *clonación terapéutica*.

La novedad científica del experimento coreano consistió en obtener por primera vez en humanos células de distintos tejidos (óseas, musculares y nerviosas) a partir de células madre pluripotentes procedentes de blastocistos obtenidos mediante trasplante nuclear (clonación no reproductiva). No se puede considerar una clonación terapéutica porque las células resultantes no fueron trasplantadas a individuos para corregir ninguna enfermedad. No ha habido, pues, aún ninguna aplicación terapéutica que, como veremos enseguida, resultaría muy prematura en humanos, pese a ser ya ensayada con éxito, como acabamos de comentar, en ratones.

Era muy importante comprobar que esto se podía hacer empleando células humanas. Las conclusiones extraídas de los modelos animales, aunque muy útiles, no siempre son directamente aplicables a los humanos, por lo que era necesario comprobar no solamente que se podían obtener blastocistos clónicos, sino también que a partir de ellos podían cultivarse células madre pluripotentes con capacidad para transformarse en células de varios tejidos corporales. Esto se pone especialmente de manifiesto si tenemos en cuenta que, a diferencia de los ocurrido con los ratones, en el experimento coreano los únicos blastocistos obtenidos fueron los que resultaron de trasplantar núcleos de células a ovocitos extraídos de la misma persona, pero el trasplante no funcionó cuando el ovocito y el núcleo trasplantado procedían de mujeres distintas.

Tampoco se consiguió ningún blastocisto masculino, lo cual podría ser una consecuencia del problema que acabamos de comentar. Si solamente prosperan los blastocistos que proceden de la unión de ovocitos y núcleos de la misma persona donante, al ser los ovocitos aportados exclusivamente por mujeres, no sabemos si la imposibilidad de obtener blastocistos masculinos fue debida a la incompatibilidad entre el ovocito y el núcleo procedentes de personas distintas o bien a que los núcleos masculinos no eran aptos por sí mismos para la clonación, independientemente del origen de los ovocitos. Son interrogantes que el tiempo y nuevas experiencias irán desvelando.

El único experimento de clonación no reproductiva en humanos realizado hasta ahora fue publicado en 2001 y resultó más un fracaso que un éxito, ya que únicamente se obtuvieron tres embriones que llegaron hasta el estadio de seis células, muy anterior a la fase de blastocisto, que es cuando se pueden extraer las células de la masa celular interna para establecer el cultivo de células madre pluripotentes. Por el contrario, en el experimento del grupo coreano el resultado puede considerarse un éxito, aunque la eficiencia del procedimiento fue de un limitado 0,4%.

Si por algo levanta grandes expectativas la investigación con células madre procedentes de embriones clónicos es por las posibilidades terapéuticas que en el futuro se puedan derivar de ellas. Sería un importante avance si se consiguiese una fuente de células de un tejido que pudiesen ser trasplantadas a la persona enferma para recomponer la función normal de ese órgano o tejido sin que, además, se produzca ningún tipo de problema de rechazo por parte

del organismo receptor. La llamada medicina regenerativa podría ser una realidad que salvase muchas vidas de personas enfermas que, hoy por hoy, no tienen ninguna alternativa médica satisfactoria. Enfermedades como la diabetes, el Parkinson o la esclerosis múltiple, entre otras, que suponen una gran carga de sufrimiento para las personas que las padecen y también para sus familias, podrían llegar a ser curadas mediante este tipo de terapia regenerativa.

Sin embargo, aún estamos lejos no sólo de las aplicaciones clínicas generalizadas de la clonación no reproductiva, sino incluso de la experimentación directa de los trasplantes en seres humanos para comprobar su eficacia terapéutica. Varios son los problemas que aún deben ser superados para alcanzar esas metas tan ambiciosas. Pero todos ellos necesitan, para ser resueltos, de investigaciones extensas con células embrionarias humanas. Algunos de los más relevantes son los siguientes:

En primer lugar, aún se sabe muy poco sobre cómo controlar el proceso de diferenciación de las células madre en células de los distintos tejidos corporales. Para que el trasplante al paciente se pudiera realizar sería necesario disponer de un cultivo homogéneo de células del tejido que se quiere trasplantar cosa que, hoy por hoy, aún no se controla suficientemente. En los cultivos que se obtienen en la actualidad en el laboratorio aparecen mezcladas las células madre con las células diferenciadas de distintos tejidos de forma un tanto desordenada.

Un segundo problema guarda una estrecha relación con lo que acabamos de comentar. Las experiencias con animales nos indican que si las células madre indiferenciadas son trasplantadas a un individuo originan tumores cancerosos (teratocarcinomas). Esta es la razón por la cual el tejido trasplantado debe estar completamente diferenciado sin que se conserven en su interior células madre que podrían evolucionar a tumores en el interior del organismo receptor. Obviamente, mientras los problemas de seguridad de la técnica no sean resueltos satisfactoriamente, no estaremos en situación de dar el salto al uso clínico de la clonación no reproductiva con una finalidad terapéutica.

Un tercer problema que conviene considerar es el de la eficiencia del proceso. La eficiencia global del experimento coreano fue del 0,4%, ya que obtuvieron una sola línea de células madre a partir de 242 ovocitos empleados al comienzo del experimento. Se puede

mejorar esta eficiencia si tenemos en cuenta que en el experimento comentado se ensayaron catorce condiciones ambientales distintas y que en la más favorable de ellas se emplearon 66 ovocitos para obtener la única línea celular resultante del experimento, con una eficiencia del 1,5%. Si en experiencias futuras se tomara como punto de partida la situación ambiental más favorable de este experimento, aun en ese caso se necesitarían 66 ovocitos como mínimo para establecer cada línea celular, lo que resultaría una limitación muy importante a la hora de generalizar el procedimiento desde el punto de vista clínico.

Un cuarto problema es conseguir que las células trasplantadas al paciente funcionen correctamente y de forma permanente en el interior del organismo. No es suficiente con que no sean rechazadas por las defensas del organismo receptor sino que deben ser completamente funcionales *in vivo* y sobrevivir a largo plazo e incluso regenerar el tejido en el que se vayan a implantar. Hay datos esperanzadores de que todo eso puede ser factible pero aún tiene que ser comprobado mediante experimentos rigurosos y seguros. Falta, pues, aún mucho camino que recorrer antes de que la medicina regenerativa basada en estas técnicas pueda llegar a ser una realidad.

Resulta cuando menos llamativo que estos experimentos, que tantas expectativas de aplicaciones terapéuticas futuras despiertan, generen, al mismo tiempo, una fuerte controversia. Aunque la polémica tiene un componente científico y otro ético o moral, que inmediatamente vamos a comentar, en el fondo todo se reduce a la valoración moral de los embriones de pocos días (blastocistos) empleados para la obtención de las células troncales que, como consecuencia de la extracción de su masa celular interna, son destruidos en el curso del experimento.

El aspecto científico de la polémica se centra en si la investigación con células madre pluripotenciales procedentes de embriones puede y debe ser reorientada hacia la investigación con células madre procedentes de los tejidos adultos del individuo. En los tejidos corporales también existen células madre en pequeño número, encargadas de la renovación en la medida en que las células de ese tejido vayan muriéndose. Estas células madre tienen una plasticidad limitada, es decir, únicamente son capaces de diferenciarse en un número pequeño de tipos celulares, normalmente los propios de ese tejido, auque, en ocasiones, con la estimulación adecuada, pueden

dar lugar a células de algunos otros tejidos distintos. Como, a diferencia de las células madre embrionarias, no pueden originar todos los tipos celulares del organismo sino solamente un número reducido de ellos, reciben el nombre de *multipotentes*, frente a la denominación de pluripotentes con la que se designa a las células madre embrionarias.

Las células madre adultas son peor conocidas que las embrionarias y los interrogantes abiertos acerca de las condiciones de su cultivo y de las posibilidades de aplicación en tratamientos de medicina regenerativa son aún mayores que los que se tienen con respecto de las células madre extraídas de los embriones. Si las posibilidades de aplicación terapéutica para trasplantes de las células madre adultas llegasen a ser las mismas que las de las células madre embrionarias, no sería necesario el uso de embriones, ni sobrantes de tratamientos de fecundación *in vitro* ni clonados mediante transferencia nuclear, que tienen que ser destruidos para la obtención de las células madre correspondientes. Además, presentarían la ventaja, al igual que las células madre procedentes de embriones clonados a partir de las células del propio paciente, de no presentar ningún tipo de rechazo inmunológico, ya que podrían ser cultivadas a partir de los tejidos del paciente que se quiere tratar.

Por las investigaciones desarrolladas hasta ahora, las células madre adultas presentan mayores dificultades y problemas que las embrionarias y parecen tener, en principio, unas menores posibilidades de aplicaciones terapéuticas futuras que las primeras. En concreto, las células madre adultas son mucho más difíciles de aislar y de cultivar que las embrionarias; además, su capacidad de permanecer dividiéndose en cultivo de forma permanente resulta bastante reducida.

Otra limitación reside en que su capacidad de diferenciarse en células de distintos tejidos también es bastante escasa lo que, de nuevo, reduce sus posibilidades para eventuales tratamientos. Además, la capacidad de las células madre adultas de transformarse en células diferenciadas de un tejido distinto al de procedencia tiene lugar, en la mayoría de los casos, mediante su fusión con células del tejido de destino. Esto da lugar a células con un número de cromosomas doble del característico del organismo, lo que podría hacerlas inservibles para su funcionamiento normal. A pesar de esto, ya se han empleado en algunos tratamientos pioneros para

regenerar tejido cardíaco después de un infarto de miocardio, con resultados en principio positivos y esperanzadores de cara al futuro.

En cualquier caso, y dada la situación de conocimiento precario en el que aún se encuentran las investigaciones con células madre de una u otra procedencia, lo más sensato y razonable es apoyar la investigación con los dos tipos de células y, como consecuencia de estas investigaciones, ir evaluando con más datos y mayor conocimiento de causa las posibilidades reales de unas y otras. Visto desde esta perspectiva, la polémica científica sobre las células madre embrionarias y la clonación no reproductiva resulta más bien artificial y viene a ocultar la verdadera controversia que, como antes he apuntado, reside en la valoración de los embriones de pocos días.

No puedo abordar aquí una discusión sobre la consideración que deben merecer los embriones preimplantatorios (véase el ensayo número 1). Como es sabido, los sectores confesionales más conservadores, con la Iglesia católica a la cabeza, defienden que deben ser considerados como personas a todos los efectos y, como consecuencia, no debe permitirse ninguna intervención, por beneficiosa que pueda resultar para terceras personas, que implique la destrucción de los embriones.

Como es evidente, no todo el mundo comparte este punto de vista. Vivimos en una sociedad plural y esta pluralidad se manifiesta también, como no podía ser de otro modo, en las concepciones morales acerca de los embriones. La gran mayoría de la comunidad científica y buena parte de la sociedad consideran que los embriones, aunque puedan merecer una especial consideración, no son personas y, por lo tanto, no deben gozar de la misma protección que éstas. La utilización de embriones debería estar permitida cuando media una finalidad terapéutica presente o futura.

Conviene recordar que esta opinión también es compartida por sectores católicos con posiciones más abiertas y menos dogmáticas que las representadas por la jerarquía oficial católica. Por ejemplo, el biólogo molecular y sacerdote jesuita Carlos Alonso Bedate defiende que los embriones de menos de dos meses no tienen lo que él llama «suficiencia constitucional» y que, por ello, no deben merecer la consideración moral de personas. El mismo punto de vista es apoyado por el catedrático de historia de la medicina Diego Gracia y por la profesora de filosofía moral Lydia Feito Grande, ambos también católicos.

En cualquier caso, la moral católica, aunque respetable y muy influyente en nuestra sociedad, no deja de ser un punto de vista más entre otros, que únicamente vincula a los propios católicos. Otros puntos de vista morales son tan respetables y dignos de consideración como el católico. Desde esta perspectiva, la ética y la bioética, si quieren ser representativas de la sociedad en la que vivimos, deben ser laicas y no basadas en ningún tipo de confesionalismo religioso.

Las investigaciones con embriones y la clonación no reproductiva para la obtención de embriones clónicos de los que derivar líneas de células madre embrionarias deberían ser permitidas. Estas investigaciones pueden ser un bien para toda la sociedad, en primer lugar, para los enfermos de dolencias graves hoy por hoy incurables, que tienen derecho a beneficiarse de los avances de la ciencia y de la medicina para mejorar su salud y su calidad de vida. Si en el futuro llegan a ser posibles los trasplantes de tejidos procedentes de células madre embrionarias, aquellas personas que mantengan reticencias morales pueden, si quieren, renunciar a beneficiarse de ellos. Sin embargo, resultaría una imposición intransigente y, desde mi punto de vista, inadmisible impedir que aquellas otras personas que no comparten los mismos reparos morales frente a los embriones no puedan acogerse a estos tratamientos y beneficiarse de ellos.

Si es un bien moral perseguir el bienestar de las personas, debería ser considerado inmoral dejar de hacerlo o ponerle obstáculos impidiendo las investigaciones conducentes a ese fin. La protección y ayuda que la medicina debe proporcionar a las personas enfermas, con todas la técnicas que el progreso científico pone a su alcance, es, según creo, un imperativo moral de orden superior a la protección que puedan merecer los embriones preimplantatorios. Si éstos tuviesen que ser protegidos a toda costa, no solamente habría que prohibir la clonación no reproductiva y la investigación con células madre embrionarias, sino también la interrupción del embarazo, legal en varios supuestos en nuestro país, e incluso el dispositivo intrauterino (DIU), de uso generalizado que, como es sabido, impide la implantación del embrión en el útero provocando, como consecuencia, su muerte.

Aunque hoy en día la clonación no reproductiva no es legal en nuestro país ni tampoco está permitida por el Convenio Europeo de Biomedicina de Oviedo, que fue firmado por el Estado español y entró en vigor en el año 2000, algunos países como Reino Unido tienen aprobadas normas que permiten la clonación no reproductiva

de embriones humanos. Sin duda, pese a los obstáculos ideológico-religiosos, estas investigaciones van a seguir desarrollándose. Es de desear que también aquí la intransigencia eclesiástica y la gubernamental del Partido Popular vayan cediendo terreno ante una visión laica, progresista y humanitaria de los avances científicos para que la perspectiva de la medicina regenerativa pueda ser una realidad en un futuro no muy alejado.

II. El genoma humano

7. Objetivos y motivaciones del Proyecto Genoma Humano

Este ensayo fue escrito inicialmente en diciembre de 1997, como texto de una conferencia sobre el Proyecto Genoma Humano. Posteriormente, fue actualizado para nuevas conferencias, conservando siempre el esquema inicial. Ahora que ya se ha completado el proceso de secuenciación del genoma, algunos de los datos manejados en este texto han quedado superados por el tiempo y los acontecimientos. Sin embargo, creo que el texto sigue siendo útil en varios sentidos. En primer lugar, para hacerse una idea global, aunque sea retrospectiva, de lo que era el Proyecto Genoma Humano y de sus objetivos fundamentales. En segundo lugar, la discusión sobre las aplicaciones y problemas que se derivan del proyecto sigue teniendo valor en muchos aspectos importantes, aunque no en todos; como ejemplo de los que han perdido vigencia figuran algunas de las críticas a la puesta en marcha del proyecto. En tercer lugar, el proyecto no se puede dar por terminado completamente y algunos problemas que hace años tan sólo estaban esbozados pueden cobrar mayor actualidad a medida que las aplicaciones y consecuencias del proyecto comiencen a materializarse. Por estos motivos, se incluye este ensayo en el libro, manteniendo lo esencial del texto original y retocando y actualizando únicamente los datos que han quedado obsoletos, con la esperanza de que pueda resultar todavía útil a sus lectores y lectoras.

Este ensayo pretende ser una aproximación, sobre todo didáctica, al Proyecto Genoma Humano y a su problemática. Su estructura responde a esa intención didáctica y se aparta algo del modelo de otros ensayos de este libro. Este esquema, como de libro de texto, no es demasiado elegante, pero puede resultar cómodo y útil para las personas menos familiarizadas con temas de biología. Aunque en los medios de comunicación se ha hablado mucho de este pro-

yecto, en la mayoría de los casos la falta de rigor es notoria. También en la mayoría de las informaciones falta una exposición de conjunto sobre algunos de sus aspectos esenciales. Por último, se echa en falta en muchas exposiciones una mirada crítica sobre el proyecto, que yo considero muy importante para poder juzgarlo en su contexto histórico y social. Dado que el Proyecto Genoma Humano es el proyecto de investigación más ambicioso que se ha puesto en marcha en el campo de la biología, puede tener unas repercusiones sociales de gran alcance, repercusiones que pueden condicionar la vida cotidiana de las personas de una forma mucho más profunda de lo que podamos suponer.

Como primera aproximación, podemos definir el Proyecto Genoma Humano como el intento de secuenciación de todo el ADN humano, el material genético de nuestras células, responsable de los caracteres hereditarios.

Para ilustrar la envergadura del proyecto, veamos algunos datos numéricos:

Los 3.289 millones de nucleótidos que constituyen el genoma humano completo traducidos a libros supondrían, a 10.000 caracteres por página, 300 tomos de 1.000 páginas cada uno, lo que equivale a 30 colecciones completas de la *Enciclopedia Británica* o a 200 guías telefónicas de Barcelona. Se tardarían 26 años en leerlos, leyendo sin descanso durante 24 horas diarias.

El número de genes estimados es de 31.000, lo que supone, aproximadamente, el 1,5% del total del genoma. El 98,5% restante no cumple ninguna función conocida, y la mayoría de él tal vez no cumpla ninguna función en absoluto, por lo que se le llama impropiamente «ADN basura».

Si tomásemos dos seres humanos al azar las diferencias genéticas entre ellos estarían entre el 0,1 y el 0,5% del total de nucleótidos del genoma, una cantidad más bien insignificante comparada con los casi 3.300 millones del genoma completo. Además, la mayor parte de las diferencias residen en el llamado ADN basura, mientras que en el ADN codificante de genes, estas diferencias son bastante más reducidas.

La secuenciación del genoma humano, es decir, la determinación precisa del orden que ocupan los 3.289 millones de nucleótidos en las cadenas de ADN que forman los cromosomas, ha sido una tarea de una envergadura enorme. Abordar un trabajo de tal magnitud requería, como mínimo, tres cosas:

1. Una tecnología de secuenciación automática e informática lo suficientemente potente y veloz como para realizarlo en un plazo de tiempo razonable. Esta tecnología está en la actualidad plenamente desarrollada, aunque sigue perfeccionándose continuamente.

2. Una inversión económica muy elevada en comparación con lo que suelen ser los proyectos de investigación normales en biología. En un principio se calculó que costaría entre 3.000 y 10.000 millones de dólares. A medida que la tecnología de secuenciación fue perfeccionándose y haciéndose más veloz, también fue abaratándose su coste. Hasta comienzos del año 2000 la inversión pública de los Estados Unidos en el Proyecto Genoma Humano fue de unos 2.000 millones de dólares.

3. Un número importante de laboratorios de distintos países trabajando coordinadamente en el Proyecto. Resulta casi imposible que un solo equipo o un pequeño número de ellos pudiera realizar tan ingente labor.

Objetivos y plazos del Proyecto Genoma Humano

Los objetivos iniciales del Proyecto Genoma Humano pueden desglosarse en los siguientes:

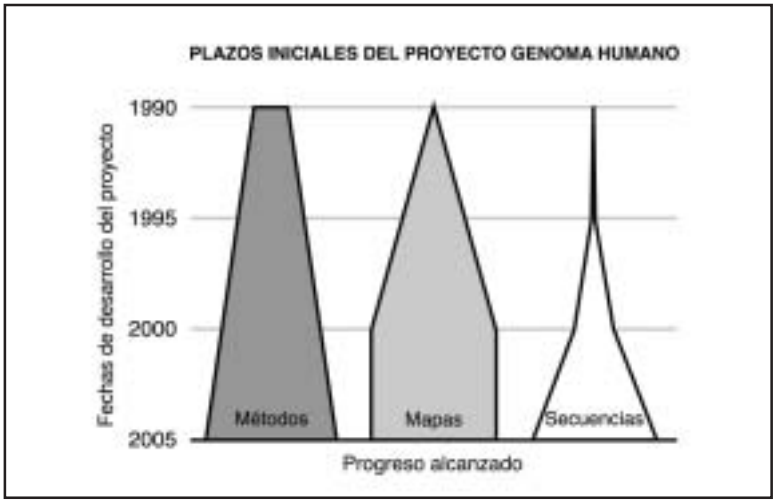
1. Completar los mapas del genoma.
2. Determinar la secuencia de nucleótidos completa.
3. Encontrar todos los genes.
4. Desarrollar los métodos y la tecnología informática y de secuenciación automática necesaria.

Un mapa genético sirve para disponer a lo largo de los cromosomas los genes y otras secuencias de ADN que resulten de interés, con sus distancias respectivas, de la misma forma que un mapa de carreteras representa sobre un plano el trazado de las carreteras y las distancias entre las ciudades atravesadas por ellas. Para poder abordar la secuenciación a gran escala, es necesario disponer previamente de mapas muy detallados del genoma. La razón de esto radica en que los fragmentos de ADN que se van a secuenciar no pueden tener una longitud superior a unos pocos miles de nucleótidos. Por consiguiente, es necesario romper los cromosomas en cientos de miles de fragmentos que, después de secuenciados, deben ser recompuestos en sus posiciones originales en los cromosomas siguiendo las indicaciones del mapa. Además, los mapas son un objetivo en sí mismo, de tanta importancia si cabe

como la propia secuenciación, ya que permiten la identificación de los genes en los cromosomas.

La secuenciación se lleva a cabo de forma automática, con máquinas secuenciadoras, complementadas con potentes programas informáticos que permitan tratar la ingente cantidad de información obtenida a partir de los mapas y de los fragmentos secuenciados. Una vez establecida la secuencia, es necesario dar sentido a toda esa información, determinando su función. En esta dirección, un objetivo de especial importancia consiste en encontrar y situar todos los genes en los cromosomas.

Oficialmente, el Proyecto dio comienzo el 1º de octubre de 1990 y el plazo inicialmente estimado de realización fue de 15 años. Si dividimos los objetivos en la siguiente terna: mapas, secuencia y métodos (informáticos y técnicos), los ritmos esperados de avance aparecen gráficamente representados en la ilustración (adaptada de Oliva, 1996, p. 68). Sin embargo, debido al desarrollo constante de la tecnología de secuenciación automática, estos plazos fueron revisados a la baja en varias ocasiones. En el año 2000 ya se había completado un borrador suyo, tanto por un consorcio público internacional, como por la empresa privada Celera Genomics. En 2005 ya estaba prácticamente concluida la secuenciación definitiva del genoma humano completo.



Justificación del Proyecto

El Proyecto Genoma Humano y su justificación científica y económica resultaron muy polémicos, especialmente en sus etapas iniciales. Es interesante preguntarse acerca de cuáles fueron las verdaderas motivaciones para embarcarse en un proyecto de tanta envergadura, que exige una importante financiación pública y privada y un esfuerzo concertado a nivel internacional. Sus protagonistas aducían las siguientes razones:

1. Erradicar el cáncer. Este objetivo fue formulado por el premio Nobel Renato Dulbecco en un famoso artículo de la revista *Science* en 1986 y supuso el lanzamiento de la idea de embarcarse en el Proyecto Genoma Humano.

2. Erradicar todas las enfermedades hereditarias e, incluso, no hereditarias. Esta ampliación del horizonte terapéutico fue tomando cuerpo en los años posteriores como respuesta a las críticas que iban apareciendo sobre la poca utilidad sanitaria que se podía esperar del proyecto.

3. Ampliar conocimientos fundamentales en ciencia básica, como puede ser conocer todos los genes humanos y sus interrelaciones o alcanzar un conocimiento detallado de la historia evolutiva de la humanidad.

4. Aumentar el conocimiento de nuestra propia especie: diversidad genética humana, base genética de las diferencias fisiológicas o de conducta, etc.

En realidad, no está claro que esas sean realmente las principales razones que impulsaron la puesta en marcha del Proyecto Genoma. En mi opinión, las razones fundamentales tienen más que ver con intereses económicos. Son estos intereses los que motivaron la entrada de algunas empresas privadas en la carrera de la secuenciación. También influyó la lucha por el control de una tecnología de vanguardia que determinará la forma de realización de la investigación biológica en el futuro y de sus principales aplicaciones. Secundariamente, creo que influyó también la extendida que está una concepción muy determinista de la biología humana, es decir, una concepción que hace depender del funcionamiento de los genes la fisiología, las enfermedades e incluso el comportamiento de los seres humanos.

Sería ingenuo pensar que en una sociedad con una economía capitalista, fundamentada en la lógica del beneficio económico, toda

la investigación podría hacerse únicamente con fines altruistas aunque, obviamente, sería deseable que fuese así. En cualquier caso, es importante tener en cuenta el tipo de sociedad en la que vivimos, en la que la rentabilidad económica es el móvil dominante de la mayoría de las actividades, sobre todo de aquellas que requieren fuertes inversiones y que pueden producir mayores beneficios. La investigación científica no es ajena a estos condicionamientos. Pero incluso cuando la investigación se realiza con una finalidad fundamentalmente económica, pueden derivarse en ocasiones beneficios sociales, aunque, obviamente, no siempre es así. Sin embargo, es importante tener en cuenta todas estas motivaciones y condicionamientos, porque pueden tener consecuencias negativas que es muy importante evaluar y criticar y, en la medida de lo posible, controlar.

Algunos hechos y declaraciones son bastante indicativos de los verdaderos motivos que impulsaron el Proyecto Genoma Humano desde el comienzo. En este sentido, empresas farmacéuticas y biotecnológicas muy importantes, como la Perkin-Elmer, entraron en la carrera de la secuenciación del genoma humano. Para eso realizaron fuertes inversiones, al tiempo que mantienen en secreto sus trabajos y solicitan patentes de las secuencias genéticas que obtienen. También resulta muy ilustrativo que la mayoría de los investigadores que encabezaron la carrera del Proyecto Genoma estuviesen ligados científica y/o financieramente a empresas privadas de biotecnología (Walter Gilbert, James Watson, Craig Venter, etc.).

El 20 de junio de 1991 los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) estadounidenses presentaron una solicitud de patente de más de 300 secuencias de ADN de las que se desconocía por completo su función biológica. A principios de 1992 presentaron una segunda solicitud que añadía más de 2.000 secuencias adicionales de las que también se desconocía por completo su función biológica. En junio de 1992, los NIH presentaron solicitudes para estas mismas secuencias en Japón, Canadá, Australia y la Oficina Europea de Patentes. Entre 1981 y 1995 se concedieron 1.175 patentes sobre secuencias genéticas humanas a 300 organizaciones públicas y privadas. Muchas de estas patentes han sido otorgadas por la Oficina Europea de Patentes, pero un 70% a petición de empresas de Estados Unidos y de Japón. La Oficina de Patentes de los Estados Unidos sólo protege un 16% de todo lo patentado en el mundo.

James Watson, que durante años fue el director de la oficina para el Proyecto Genoma Humano de los NIH, ha declarado con respecto a la competencia internacional suscitada por el Proyecto:

> Va en contra de los intereses nacionales norteamericanos desvelar el genoma humano y pasárselo gratuitamente al resto del mundo.
>
> Los japoneses deberían empezar a darse cuenta de que por el hecho de que sonrían constantemente no les vamos a considerar buena gente. Las personas que sonríen ocultan con frecuencia dagas bajo la ropa. Son básicamente individuos inferiores... A los japoneses les gusta pensar ahora que van a dominar el mundo. Pero si los Estados Unidos se ponen en marcha, se las vamos a hacer pasar canutas. Yo personalmente dispondría ahora de todos nuestros misiles apuntando a Tokio. Primero destruiría la mayoría de ellos, pero me quedaría con un par con lo que les haría saber que todavía me acuerdo de Pearl Harbor (Shapiro, 1991, pp. 271-272).

Ante hechos y declaraciones como estos parece que lo que realmente está en juego en el Proyecto Genoma es el control del desarrollo de la biotecnología a nivel mundial y el control de sus aplicaciones comerciales. Además, es dudoso que, como veremos a continuación, las expectativas sanitarias de erradicar las enfermedades genéticas se puedan cumplir, sobre todo en un plazo breve de años. Esto ya era bien sabido al comienzo del proyecto, por lo que no parece que ésta pueda ser la razón fundamental para que la secuenciación del genoma sea considerada, en un plazo breve de tiempo, un objetivo prioritario de sanidad pública.

En lo referente al determinismo biológico que inspira algunas de las posibles aplicaciones sociales futuras del Proyecto, es especialmente significativa la actitud de Daniel Koshland, ex editor de la prestigiosa revista científica norteamericana *Science*, que afirmó en un editorial de la revista que el Proyecto Genoma ayudará a resolver problemas como la pobreza. Esta afirmación parece evocar los postulados del movimiento eugenésico norteamericano de la primera mitad del siglo XX, con su pretensión de resolver los problemas sociales mediante la erradicación de los genes considerados defectuosos, procediendo para ello a la esterilización de sus portadores.

La oposición al Proyecto

La oposición al Proyecto se hizo patente desde distintos sectores de la comunidad científica, sobre todo en sus fases iniciales. Las razones esgrimidas en contra fueron bastante dispares, depen-

diendo de los intereses y de las preocupaciones de los críticos. Resumidamente, los argumentos principales fueron los siguientes:

1. **Proyecto de gran ciencia.** Necesitará grandes sumas de dinero y grandes instalaciones, limitará la autonomía de los investigadores y estará dominado por burócratas y políticos con ansia de poder. Hasta ahora la investigación biológica se ha realizado en laboratorios pequeños o de nivel medio, y los resultados han sido muy buenos. A este respecto, se ha comparado el Proyecto Genoma con otros macroproyectos de investigación, como el telescopio espacial Hubble, el transbordador espacial o, incluso, el Proyecto Apolo. Para hacernos una idea aproximada de su envergadura relativa, es útil comparar su coste estimado con los de otros grandes proyectos de investigación científica. El resultado, que aparece en el siguiente cuadro, sitúa al Proyecto Genoma Humano en una posición intermedia, a cierta distancia de los mayores proyectos espaciales:

Coste económico comparativo del Proyecto Genoma Humano

Proyecto de investigación	Coste económico (dólares)
Telescopio espacial Hubble	1.550 millones
Transbordador espacial	3.000 millones
Proyecto Genoma Humano	**3.000 – 10.000 millones**
Gran acelerador de partículas	8.000 – 8.300 millones
Proyecto Apolo	30.000 millones
Estación orbital espacial	23.000 – 40.000 millones

2. **Fondos.** Dada la envergadura económica del Proyecto, existe la preocupación de que su financiación pudiese ir en detrimento de otras investigaciones. Los más críticos creían que los fondos destinados a él impedirían que se dedicasen a otras áreas de mucho más interés científico y de utilidad social. De hecho, el número de becas para proyectos de investigación otorgadas por los NIH (Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos) se redujo desde 1987 hasta 1990 un 28% aproximadamente, pasando de 6.446 a 4.663 becas.

3. **Carácter científico.** Hay biólogos que consideraron y aún consideran que el Proyecto Genoma no es verdadera ciencia. En

todo caso, podría considerarse un trabajo de ingeniería, pero que no aporta grandes novedades desde el punto de vista de la investigación. Incluso se llegó a decir que es un trabajo monótono y repetitivo, sin la menor creatividad ni interés científico.

4. **ADN «basura».** Otra de las críticas tenía que ver con el objetivo de abordar la secuenciación completa del genoma. Una buena parte de los críticos, sobre todo algunos investigadores en biología molecular, creían que, debido a que la mayor parte del ADN no contiene información hereditaria, secuenciarlo era una pérdida de tiempo. Aceptaban que el Proyecto Genoma Humano tendría sentido si la investigación se centrase en la secuenciación del ADN que codifica los genes, que no supone más del 3% del total. Creían que desde el punto de vista de sus aplicaciones terapéuticas este es el único ADN que presenta interés. En contra de este punto de vista, se argumentaba que el genoma completo tiene interés evolutivo, ya que las secuencias no codificadoras son las que presentan mayor variación y, en consecuencia, son las que aportan mayor información sobre la historia evolutiva de los seres humanos.

5. **Interpretación de los datos.** Otra de las consideraciones críticas que se hicieron también tenía relación con la orientación concreta del Proyecto y no tanto con su impugnación total. Se argumentaba que iba a aportar una ingente cantidad de información que no seríamos capaces de interpretar significativamente. Conocer las funciones de todos los genes puede tardar bastantes años y las interrelaciones entre ellos todavía más. Sería mucho mejor invertir el dinero en un proyecto multidisciplinar acerca del funcionamiento genético humano y no la secuenciación en bruto de los más de 3.000 millones de nucleótidos.

6. **Eugenesia.** Este tipo de críticas fue, tal vez, el más radical, y su enfoque el más social y político. A la vista de las declaraciones de algunos entusiastas del Proyecto, que veían en él mucho más que aplicaciones científicas o médicas y que lo concebían también como un proyecto de ingeniería social que podía transformar el futuro de la humanidad, se levantaron voces recordando la historia opresiva y cruel de la eugenesia norteamericana, o incluso la experiencia del holocausto nazi. En este sentido, se criticó que en las motivaciones de algunos se escondía un programa eugenésico destinado a pobres, enfermos y desamparados, portadores de genes defectuosos. El comentario anterior del ex editor de *Science* se puso como ejemplo paradigmático de este tipo de programa eugenésico.

7. **Determinismo biológico.** Dado el acento marcadamente determinista que presidía las opiniones de la mayor parte de los profesionales de la biología molecular, algunos críticos, como el prestigioso genetista Richard Lewontin, la socióloga Dorothy Nelkin o la historiadora Evelyn Fox Keller, orientaron sus objeciones en el sentido de considerar que la importancia del Proyecto Genoma reside no tanto en lo que de hecho podría revelar sobre la biología, o en que resultase en última instancia en un programa terapéutico viable para una u otra enfermedad, como en su intento de validación y confirmación del determinismo biológico como explicación de todas las variaciones sociales e individuales.

Las críticas que se acaban de esbozar son bastante dispares y no tienen todas ellas el mismo carácter. Tampoco la entidad y alcance de cada una de ellas es comparable. Al ir transcurriendo el tiempo e ir desarrollándose el proyecto hasta su culminación, la mayoría de las críticas fueron amainando y algunas de ellas prácticamente desaparecieron. Otras mantienen su vigencia. El grupo de personas críticas dentro de la comunidad científica también perdió entidad, o por lo menos actividad y repercusión pública. El análisis de algunas de las aplicaciones prácticas y de sus consecuencias sociales en distintos ámbitos nos puede permitir hacernos una idea de la justeza y/o actualidad de algunas de esas críticas. Lo que sí podemos decir ya es que con la perspectiva de estos pocos años las críticas de corte científico y metodológico no sólo han sido superadas por el tiempo, sino que eran en su mayoría muy exageradas o simplemente infundadas. Las de corte más social, todavía es pronto para evaluar hasta que punto eran justas, aunque no podemos descartar el fundamento de algunas de ellas.

Aplicaciones prácticas, consecuencias sociales y problemas éticos

Al hablar de aplicaciones prácticas y posibles beneficios para la humanidad forzosamente debemos hacerlo en futuro ya que esos beneficios aún no existen en la actualidad. Comentaré, seguidamente, un catálogo parcial de las potenciales aplicaciones futuras y de los problemas involucrados en ellas.

Avances en ciencia básica

Entre otras posibles líneas de investigación podemos citar: mayor conocimiento de los mecanismos genéticos humanos, incluyendo las interacciones entre genes; avances en el conocimiento de los mecanismos genéticos de muchas enfermedades, en especial del cáncer; estudios sobre la evolución humana basados en comparaciones de secuencias de monos antropomorfos y seres humanos; conocimiento del papel desempeñado por el ADN no codificante (ADN basura); avances en la comprensión de los mecanismos de la diferenciación celular y del envejecimiento celular; mayor conocimiento de la diversidad genética humana, individual y de grupos.

Algunas de estas líneas de investigación dependerán de desarrollos paralelos en otras áreas de la biología, pero no cabe duda de que la consecución del cartografiado y la secuenciación del genoma humano significarán, a medio y largo plazo, un impulso sin precedentes para muchos de estos campos de investigación.

Aplicaciones médicas

Las aplicaciones médicas pueden dividirse en diagnósticas y terapéuticas, y estas últimas pueden ser directas (como la terapia génica) e indirectas (obtención de nuevos fármacos).

La puesta a punto de diagnósticos para gran cantidad de enfermedades genéticas será un hecho en unos pocos años. En algunos casos permitirá la detección precoz de enfermedades o incluso la predicción de dolencias que se desarrollarán pasados un buen número de años (como ya es el caso del test para la enfermedad de Huntington). Esto será de aplicación sobre todo a enfermedades causadas por la acción de un único gen.

En otros casos, se tratará de pruebas que estimarán la predisposición de los individuos a contraer determinadas enfermedades. En estos casos la estimación será de naturaleza estadística y dependerá sobre todo de factores ambientales el que tal predisposición llegue a materializarse en una dolencia con síntomas clínicos (por ejemplo, ciertas formas de cáncer).

El conocimiento de la base genética de muchas enfermedades permitirá el diseño de una nueva generación de fármacos y vacunas de acción específica, en función de la acción concreta del gen dañado. Asimismo, se desarrollará la posibilidad de una acción directa

en forma de terapia génica que incorpore en las células copias sanas de genes defectuosos. Estas posibilidades terapéuticas, de momento, se están desarrollando de un modo mucho más lento de lo que en un principio se esperaba.

Problemas asociados a las aplicaciones médicas

El principal problema es que para la mayoría de esas enfermedades susceptibles de diagnóstico genético no existirá ningún tratamiento durante un buen número de años. Pueden pasar incluso décadas hasta que se puedan ir poniendo a punto terapias para la mayoría de ellas. Téngase en cuenta que el conocimiento de la base molecular de una enfermedad no aporta necesariamente una vía para su tratamiento, salvo que pensemos en la opción más radical de la terapia génica, cosa que hasta ahora ha dado unos frutos muy reducidos. Pero, indudablemente, el camino para combatir muchas enfermedades hereditarias mediante terapia génica (por lo menos las monogénicas) tarde o temprano se andará.

El problema es que mientras no se haya recorrido este camino y la distancia entre diagnóstico y terapia siga siendo muy grande se presentarán dilemas de difícil resolución, como ya ocurre actualmente con la enfermedad de Huntington, en el sentido de si deben realizarse diagnósticos de enfermedades que no tienen tratamiento. Esto es especialmente problemático en el caso de las enfermedades multifactoriales, en las que el diagnóstico tan sólo aporta una probabilidad estadística de llegar a contraer la enfermedad, subordinada a que se den también cierto número de condiciones ambientales. Este es el caso, por ejemplo, del diagnóstico de la mayor parte de los tipos de cáncer.

También pueden producirse situaciones problemáticas asociadas a diagnósticos o posibles tratamientos de rasgos que no son patológicos, pero que pueden llegar a ser considerados como tales, sobre todo si existe una presión social en ese sentido e intereses económicos importantes en juego.

Para estimar las repercusiones que el proyecto tendrá sobre la erradicación de las enfermedades humanas, debemos considerar que éstas constituyen tan sólo una pequeña fracción del conjunto de enfermedades que afectan a la humanidad. Además, hay que tener en cuenta que las de mayor incidencia de entre las enfermedades genéticas son las multifactoriales, es decir, las causadas por la ac-

ción conjunta de varios genes y de factores ambientales. No está claro que para muchas de ellas puedan ponerse en práctica protocolos de terapia génica, ni aun a largo plazo.

En comparación con las enfermedades infecciosas, la incidencia de las enfermedades genéticas es muy baja. Solamente 50 enfermedades son responsables de un 90 por ciento de las dolencias y las muertes de los seres humanos. Tres de estas enfermedades, la tuberculosis, el cólera y la malaria causan 20 millones de muertes anuales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 1993 murieron 12,2 millones de niños menores de 5 años en los países pobres. Más del 95 por ciento de esas muertes pudieron haberse evitado.

El hecho de destacar estos datos no debe hacernos pensar que la lucha contra las enfermedades genéticas y la carga de sufrimiento que provocan carece de importancia. Aunque sólo afectasen a una parte insignificante de la población estaría justificado preocuparse por su curación, ya que no parece éticamente procedente estimar el sufrimiento humano únicamente en términos estadísticos. Todo el mundo debe tener derecho a una vida digna y a una atención sanitaria adecuada. El privar de este derecho a los que sufren una enfermedad hereditaria rara, solamente porque son pocos, es profundamente discriminatorio e injusto.

Si destacamos estos datos es para poner de manifiesto que el objetivo de erradicar las enfermedades que más incidencia tienen para la humanidad no depende en lo fundamental del desarrollo del Proyecto Genoma Humano. Asociar el proyecto a la erradicación de las enfermedades a nivel mundial, podría ser considerado como propaganda interesada.

Discriminación genética

Las pruebas diagnósticas pueden hacerse extensivas a predisposiciones genéticas no necesariamente patológicas con consecuencias discriminatorias para sus portadores, sobre todo en los terrenos laboral y de cobertura de seguros de enfermedad y de vida. En Estados Unidos, desde finales de los años ochenta del siglo pasado el número de empresas que han usado mecanismos de selección genética entre sus empleados ha ido en aumento. Esta misma práctica ha empezado a ponerse en marcha por parte de las compañías de seguros, sobre los solicitantes de pólizas de enfermedad o de

vida[18]. En 1999, el Gobierno británico aprobó una norma por la que a partir del mes de septiembre del año 2000 las compañías de seguros pueden realizar pruebas genéticas a sus futuros clientes.

Aunque los comités de bioética hacen mucho hincapié en que la confidencialidad genética debe ser respetada y salvaguardada y de que nadie debe ser sometido contra su voluntad a un examen genético, resulta imposible asegurar la confidencialidad y, en la medida en que el Proyecto Genoma Humano se complete con la identificación de todos los genes, los casos de violación de la intimidad genética y discriminaciones derivadas de ella pueden llegar a ser habituales. Gracias a las nuevas técnicas de amplificación del ADN se podrán realizar análisis genéticos a partir de muestras diminutas. Por ejemplo, en el laboratorio de Cetus (una compañía biotecnológica norteamericana) se obtuvieron secuencias de ADN de la solapa de un sobre que alguien había lamido antes de cerrarlo. Podrían obtenerse igualmente de la empuñadura de una puerta o de un guante después de un apretón de manos.

Se suele argüir que la discriminación de personas o grupos sociales existe en nuestras sociedades sin necesidad de echar mano de los genes. Esto es indudablemente cierto. Pero la historia de la genética humana y de la eugenesia nos muestra que las diferencias genéticas entre los individuos han sido utilizadas reiteradamente como excusa para la discriminación. No es necesario que existan genes que determinen diferencias intelectuales entre las personas; la mera suposición de que pueda haberlos puede ser utilizada para la discriminación de los portadores de secuencias genéticas supuestamente responsables de la inferioridad. Los test de inteligencia, que como sabemos no sirven para medir la inteligencia innata de las personas, han sido utilizados profusamente para la discriminación de pobres, grupos étnicos y otros colectivos. Es precisamente el contexto de una sociedad injusta, discriminatoria e insolidaria lo que puede propiciar que la diversidad genética pueda convertirse en injusticia social.

En relación con posibles situaciones de discriminación, también está el problema del establecimiento de bancos de datos genéticos, no solamente de personas con antecedentes penales, sino incluso de la población general. Las dificultades para mantener la confidencialidad y la privacidad de los datos, así como su posible uso, también podrían dar lugar a situaciones de discriminación o de explotación comercial de dudosa licitud. Islandia, por ejemplo, de-

cidió poner en manos de una empresa privada los datos genéticos de todos sus habitantes, en principio con fines médicos.

Explotación económica de los datos del genoma

A medida que se van identificando genes y otras secuencias de ADN humano, se están patentando, incluso sin conocerse la función que desempeñan. Lo que se pretende con esta estrategia es asegurar los derechos sobre la comercialización de las futuras aplicaciones una vez que se vaya conociendo la función de los genes. Algunas de estas aplicaciones serían, por ejemplo, pruebas para el diagnóstico de enfermedades, aplicaciones para terapia génica, etc.

Esto puede ocasionar varios problemas. Uno de ello podría ser dificultar el avance de la investigación en la medida en que se ocultan datos o haya que pagar sumas elevadas para poder utilizarlos. Otro, que se comercialicen, sobre todo, aquellas aplicaciones que tengan mayor rentabilidad económica, aunque no sean prioritarias desde un punto de vista médico o social, en detrimento de otras aplicaciones socialmente necesarias pero económicamente poco atractivas (vacuna de la malaria). Un tercero, que se presenten ante la población pruebas de diagnóstico genético y ciertos tratamientos terapéuticos como beneficiosos para mejorar la salud de las personas, es decir, como avances ineludibles en medicina preventiva, cuando no lo sean e, incluso, puedan ser prejudiciales (caso de la prueba del cáncer de mama aplicado no a la población de riesgo sino con carácter general o el uso de la hormona del crecimiento para aumentar la estatura de niños perfectamente normales).

Desde el punto de vista de la explotación comercial del genoma, resulta decepcionante el artículo 4º de la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos aprobada por la Unesco y por la Asamblea General de la ONU, que dice: «El genoma humano en su estado natural no puede dar lugar a beneficios económicos». Es una declaración puramente retórica, que en absoluto impide la explotación comercial del genoma humano, ya que ésta, de hacerse, nunca se realiza en su estado natural.

Pruebas forenses y judiciales

El uso forense en pruebas de paternidad y en el análisis de muestras de pelo o sangre como prueba judicial ya se viene usando desde hace años. La secuenciación del genoma hará que se generalicen

aún más. El uso de pruebas de ADN con fines judiciales presenta problemas derivados de la tendencia a identificar probabilidad estadística con certeza absoluta. La dificultad de establecer los valores de referencia de la población con la que comparar las muestras, los problemas derivados de la toma de muestras, de su tratamiento y de la lectura estandarizada de los resultados dieron lugar hace algunos años a una fuerte polémica en los Estados Unidos sobre el grado de fiabilidad de las pruebas de ADN para establecer la culpabilidad de los acusados. En medio de esta polémica se denunciaron casos de discriminación de ciertos grupos étnicos asociados a este tipo de pruebas.

Las pruebas de paternidad han sido utilizadas también con otros propósitos loables, como por ejemplo para la identificación de los hijos de los desaparecidos durante la dictadura militar argentina. Como es sabido, muchos de estos niños fueron raptados y adoptados por familias, en algunos casos por los propios torturadores. Durante los primeros años de la década de los noventa del siglo pasado se logró identificar a 48 de los 210 niños cuyo secuestro al nacer o en la primera infancia había sido probado.

Problemas ideológicos

Ya hemos comentado al hablar de los motivos para poner en marcha el Proyecto Genoma Humano que las ideas deterministas sobre el funcionamiento del organismo y sobre la conducta humana pudieron jugar algún papel, en el sentido de crear expectativas, creo que infundadas, sobre la importancia del proyecto para aclarar algunas incógnitas sobre predisposiciones a enfermedades complejas o a comportamientos humanos no necesariamente patológicos.

Efectivamente, existe una fuerte tendencia a buscar en los genes todo tipo de explicaciones de la diversidad humana, ya sea las tendencias sexuales, las diferencias en inteligencia, el alcoholismo, la agresividad o las enfermedades mentales, como la esquizofrenia o el síndrome bipolar (maníaco-depresivo). Explicaciones de este tipo son habituales tanto fuera como dentro de la comunidad científica, especialmente entre los sicólogos, los sociobiólogos y los biólogos moleculares. A juzgar por las declaraciones de muchos de los impulsores o divulgadores del Proyecto Genoma, la idea de identificar a los seres humanos con el funcionamiento de sus genes es bastante común. En uno de los muchos libros dedicados a él se puede leer: «Dentro de esas cadenas [se refiere al ADN] está la

llave de todo lo que un organismo es y hace» (Lee, 1991, p. 12). En otro de los más conocidos se afirma: «Cuando este esfuerzo haya llegado a buen puerto [...], comprenderemos nuestros organismos como ahora comprendemos un automóvil y estaremos calificados para su mantenimiento, reparación o incluso rediseño» (Shapiro, 1991, p. XXVI). Los propios protagonistas del Proyecto se han expresado en el mismo sentido reiteradamente: James Watson lo ha definido como un trabajo encaminado a «descubrir qué es el hombre» (Newell, 1989, p. 128), y Walter Gilbert lo ha llamado, en expresión que ya se ha hecho célebre, el Santo Grial: «La secuencia humana total es el "Santo Grial" de la genética humana. Será un instrumento incomparable de la función humana» (Shapiro, 1991, p. 226).

No creo que las motivaciones ideológicas hayan jugado un papel muy importante en la puesta en marcha del proyecto. Sin embargo, creo que esta retórica filosófica juega un papel importante en la justificación de la empresa, en el sentido de que podremos encontrar explicaciones a muchos de los interrogantes que la humanidad se ha venido haciendo acerca de aquello que nos hace humanos; o bien de las diferencias entre las personas para características tales como la inteligencia, las inclinaciones sexuales, el comportamiento violento u otras por el estilo. De la misma forma, creo que a la hora de presentar los resultados y sus posibles aplicaciones se manifestará, como ya está ocurriendo en la actualidad, un intento de sustentar viejas concepciones del determinismo biológico con ropas nuevas de la tecnología del ADN.

Mi opinión es muy contraria al determinismo biológico y dudo mucho que el conocimiento de la secuencia completa de nuestros genes sea la clave definitiva para una mejor comprensión de lo que nos hace humanos. En cualquier caso, la investigación no debe ser impugnada porque de ella se pudiesen derivar, hipotéticamente, conclusiones que no sean de nuestro gusto. La discriminación humana no radica en las diferencias biológicas entre los individuos sino en utilizar estas diferencias para establecer categorías con distinto valor social que sirvan para jerarquizar y discriminar a las personas o a los grupos sociales.

Las concepciones del determinismo biológico presentan problemas que van más allá de la mera discusión académica sobre la importancia de la determinación genética. En la medida en que se hace recaer sobre los genes la causa preponderante, cuando no única, de ciertos caracteres, o de ciertas enfermedades, se infravalora

o simplemente se ignora el papel de otros factores de gran importancia. Por ejemplo, si se pone el acento en que el principal riesgo de contraer determinado tipo de cáncer radica en poseer genes de susceptibilidad para él, esto no solamente puede ir en detrimento de una educación de las personas sobre la importancia de adoptar estilos de vida más sanos, sino que podría favorecer que se dé menos importancia a los factores ambientales que inciden sobre el desarrollo de los tumores, haciendo recaer la responsabilidad principal de la enfermedad sobre los propios enfermos y no sobre las condiciones de vida insalubres que propician una mayor incidencia de estas enfermedades.

El determinismo biológico no solamente es falso en lo que atañe a la conducta humana. En lo referente a las causas de las enfermedades, incluidas las que tienen un componente genético es, como mínimo, unilateral. Al desconsiderar los factores ambientales es, también, exculpatorio, ya que oculta las causas que determinan esos mismos factores. Además, educa en la discutible idea de que el bienestar humano depende, no de factores sociales diversos (incluido el avance de la ciencia), sino casi en exclusiva del desarrollo tecnológico, porque es la única terapia que nos puede liberar de la tiranía de nuestros genes.

La secuenciación del genoma humano resultaba inevitable, pero tal vez una perspectiva a más largo plazo presentaría menos aspectos negativos desde algunos puntos de vista. El Proyecto Genoma Humano tuvo, y aún conserva, aspectos polémicos y controvertidos. Su envergadura e importancia hacen que los condicionamientos típicos de la investigación en la sociedad industrial capitalista aparezcan en este caso de una forma quizás más clara que en otras áreas de la biología o de la ciencia en general. Pero no cabe duda de que también presenta aspectos de mucho interés.

La investigación genética es apasionante y puede contribuir a mejorar la vida de las personas. Que realmente lo haga depende sobre todo del contexto social en el que se desarrolle. Como he tratado de poner de manifiesto, el Proyecto Genoma Humano se mueve precisamente en esa disyuntiva de grandes expectativas, pero con importantes condicionamientos, por los intereses, sobre todo económicos, en juego. De lo que no cabe duda es de que casi nada está siendo igual en la investigación biológica, y tal vez también en la medicina del futuro, una vez que el proyecto ha sido completado.

8. El Proyecto Genoma Humano, sus aplicaciones y los intereses de las empresas

Aunque existen algunos acontecimientos que le precedieron, se suele situar el lanzamiento de la idea de secuenciar el genoma humano completo en la publicación, en la revista *Science*, en marzo de 1986, de un artículo del premio Nobel Renato Dulbecco en el que planteaba que la lucha por erradicar el cáncer sólo sería eficaz si se abordaba la secuenciación completa del genoma humano. Entre 1986 y 1990 el Departamento de Energía (DOE) y los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) de los Estados Unidos fueron organizando, primero por separado y posteriormente de forma conjunta, la puesta en marcha de lo que finalmente se conoció como Proyecto Genoma Humano, proyecto que oficialmente dio comienzo en octubre de 1990 con un plazo de realización inicialmente previsto de 15 años, es decir, para ser completado en 2005, aunque posteriormente este plazo fue adelantado al año 2003. La dirección del consorcio público del Proyecto Genoma Humano fue encomendada a James Watson, que la ejerció hasta 1993, siendo sustituido desde entonces por Francis Collins. Aunque la mayor parte de la realización corrió a cargo de laboratorios estadounidenses, el proyecto tuvo desde el comienzo un carácter internacional, con participación en él de centros de Reino Unido, Francia, Alemania, Japón y China. En conjunto, veinte centros de investigación de estos seis países efectuaron el trabajo repartiéndose los cromosomas que cada uno debía de secuenciar. En el Reino Unido, el trabajo de secuenciación se llevó a cabo en el Sanger Centre, el principal laboratorio público de biología molecular del país, y su financiación corrió a cargo de la fundación Welcome, que es la fundación médica con más recursos económicos del mundo, con una activo que ascendía en 1992 a más de 20.000 millones de dólares.

En 1998, la empresa privada Celera Genomics, dependiente de PE Corporation, presidida por el biólogo molecular Craig Venter que anteriormente había trabajado en el consorcio público de Proyecto Genoma Humano, anunció públicamente que iba a intentar la secuenciación completa del genoma humano utilizando una nueva estrategia de secuenciación, llamada *shotgun*, consistente en trocear el genoma en unos 50 millones de fragmentos, someterlos a secuenciación automática y recomponer el conjunto mediante un programa informático que aprovechase la potencia de nuevos ordenadores de gran capacidad de cómputo.

Después de una fuerte competencia, con intercambio de acusaciones mutuas entre el consorcio público y Celera Genomics, se llegó a un principio de acuerdo para hacer pública de forma conjunta la culminación del proyecto, hecho que tuvo lugar el 26 de junio de 2000 en la Casa Blanca con la presencia, entre otros, de Francis Collins, Craig Venter y Bill Clinton, a la sazón presidente de los Estados Unidos.

Para entender el alcance científico del proyecto, debe recordarse que la información genética de las células está contenida en las moléculas de ADN que forman parte de los cromosomas, que son estructuras filiformes alojadas en el núcleo de las células. Los cromosomas son visibles al microscopio durante la división celular. Cada cromosoma posee una sola molécula de ADN, que puede contener varios miles de genes. El ADN está constituido por dos largas cadenas lineales enrolladas en espiral, que es popularmente conocida como la doble hélice. Los eslabones de las cadenas de ADN son unas moléculas relativamente pequeñas llamadas nucleótidos, de las que existen cuatro tipos distintos en el ADN. Las diferencias entre estos cuatro tipos residen en la única parte variable de los nucleótidos, llamada base nitrogenada. Como hay cuatro bases nitrogenadas diferentes, existen cuatro tipos de nucleótidos distintos en el ADN, dependiendo de la base nitrogenada particular que tenga cada uno de ellos. Los nombres de las bases nitrogenadas del ADN son adenina, guanina, citosina y timina. Estas cuatro bases se representan por las letras A, G, C y T, respectivamente, que también sirven para designar a los nucleótidos correspondientes.

La información genética está contenida en el orden en el que están colocados los nucleótidos a lo largo de la cadena de ADN. Esta ordenación se denomina secuencia. La secuencia de nucleótidos

suministra el patrón de información para que la célula fabrique proteínas, las moléculas encargadas de la mayor parte de la actividad celular, incluida la realización de las reacciones metabólicas que permiten el funcionamiento normal de las células y, por extensión, de todo el organismo. Aunque hay algunas excepciones a esta definición, podemos considerar un gen como un fragmento de ADN que contiene la información para la fabricación de una proteína (o de parte de una proteína). Cada gen tiene desde unos pocos cientos hasta miles o incluso cientos de miles de nucleótidos. Dado que cada cromosoma tiene miles de genes, la longitud total de un cromosoma humano es de varios millones de nucleótidos, siendo el cromosoma 1 el más largo con unos 263 millones de nucleótidos de longitud (aproximadamente el 8,3% del genoma).

El Proyecto Genoma Humano tenía como meta la secuenciación completa del genoma, es decir, la determinación de la secuencia de los aproximadamente 3.200 millones de nucleótidos que constituyen el ADN de los 23 cromosomas humanos (24 si consideramos separadamente los cromosomas sexuales X e Y).

Aunque, como hemos apuntado más arriba, en junio de 2000 fue hecha pública oficialmente la culminación del proyecto, en realidad éste aún no se había completado definitivamente en esa fecha. Lo que se presentó en ese momento fue un borrador que abarcaba aproximadamente el 95% del genoma, con un nivel de errores de secuenciación todavía demasiado elevado como para poder ser considerado suficientemente fiable. La conclusión definitiva del proyecto en lo que hace a la secuenciación se alcanzó en el año 2003. Además, a día de hoy, casi dos años después de aquella presentación, la localización de muchos genes sigue siendo incierta y ni tan siquiera sabemos cuántos genes humanos existen, variando las últimas estimaciones entre treinta y cuarenta mil (31.000 en el caso del PGH y 39.000 en el de Celera Genomics), pero de momento no son más que estimaciones aproximadas.

Motivaciones médicas y económicas en el Proyecto Genoma Humano

Un proyecto tan ambicioso científica y económicamente como el Proyecto Genoma Humano tenía que contar con buenas y poderosas razones que justificasen su puesta en marcha. Para que las asignaciones de fondos públicos necesarias (unos 3.000 millones

de dólares en total según la estimación inicial de Walter Gilbert) fuesen aprobadas por los organismos correspondientes, era muy importante que la utilidad social en forma de aplicaciones médicas fuese asumida no solamente por los responsables políticos, sino también por la opinión pública.

La primera justificación ofrecida por R. Dulbecco fue, como hemos señalado, la necesidad de una estrategia eficaz para la erradicación del cáncer. Sin embargo, este motivo resultó insuficiente a la vista de las críticas formuladas por algunos investigadores de prestigio y de las reticencias surgidas en algunos responsables políticos. Muy pronto, los objetivos proclamados del proyecto se extendieron no solamente a la posibilidad de combatir otras enfermedades de base genética, sino incluso al conjunto de enfermedades que aquejan a la humanidad. James Watson, refiriéndose a sus puntos de vista en 1985 escribiría de forma muy clara: «Durante los meses siguientes mis recelos iniciales se desvanecieron, y yo quería iniciar el proyecto tan pronto como fuera posible. Para entonces consideraba que éste tenía dos objetivos principales. Era evidente que la razón primera, y la más fácil de vender al público, sería su capacidad de acelerar enormemente el ritmo al que podrían encontrarse los genes causantes de enfermedades» (Watson, 2000, 2001, p. 217).

Aunque, como trataré de argumentar a continuación, las razones de tipo médico no fueron, en mi opinión, las motivaciones principales para la puesta en marcha del proyecto, no debemos creer que éstas hayan sido empleadas como simple propaganda para facilitar su aceptación pública. Las aplicaciones terapéuticas y aún más las diagnósticas, aunque no inminentes en lo que se refiere a las primeras, serán importantes en el futuro y pueden ser fuente, a su vez, de importantes beneficios económicos. Además, la ideología del determinismo genético goza de gran aceptación en el seno de la comunidad científica, en particular entre los biólogos moleculares. Esta ideología, que implica una tendencia a situar a los genes como los agentes causales principales del comportamiento humano, también se extiende al terreno biosanitario, hasta el punto de considerar que todas las dolencias humanas pueden ser reducidas a sus determinantes genéticos. En este sentido, el premio Nobel Paul Berg manifestó en una ocasión (y no ha sido el único en expresarse en este sentido): «Pueden estar sentados aquí durante una hora, y no me harán llegar a la conclusión de que cualquier

enfermedad en que piensen no es genética» (Kaku, 1997, p. 215). Este punto de vista lleva implícita la aceptación de poner en un primer plano la secuenciación del genoma por las aplicaciones terapéuticas que puede permitir, aunque esas aplicaciones se sitúen en un horizonte un tanto lejano en el tiempo. El argumento implícito es que si todas las dolencias tienen una causa genética, su erradicación efectiva no puede venir sino del conocimiento de los genes y, en última instancia, de la terapia génica que este conocimiento puede llegar a permitir.

Las justificaciones de tipo sanitario fueron completadas con otras de orden científico, como la posibilidad de ampliar espectacularmente el conocimiento del funcionamiento de nuestro organismo a nivel genético y desentrañar muchas de las interacciones entre genes, hasta el día de hoy muy mal conocidas; un conocimiento detallado de la historia evolutiva de la humanidad o avanzar en la comprensión de la base genética de las diferencias fisiológicas o de conducta entre individuos.

Sin embargo, pese a la importancia que se pueda otorgar a la ideología del determinismo genético, es difícil de aceptar que fuese realmente la creencia en las posibilidades terapéuticas u otras de índole científica las principales motivaciones para la puesta en marcha del Proyecto Genoma Humano, toda vez que se asumía que las aplicaciones prácticas de tipo sanitario derivadas del conocimiento del genoma podrían demorarse en el tiempo bastante años o tal vez décadas.

Más allá de las aplicaciones futuras, algunas de ellas potencialmente muy importantes, parece que han sido consideraciones de naturaleza económica las más relevantes en el lanzamiento y posterior desarrollo del proyecto. En primer lugar, desde los primeros años de su puesta en marcha se empezaron a realizar solicitudes de patentes de fragmentos de ADN, no solamente de genes, parcial o totalmente secuenciados. En 1991, cuando trabajaba para el Proyecto Genoma Humano público, Craig Venter puso a punto la técnica de las etiquetas de secuencias expresadas (EST en su acrónimo inglés). Con esta técnica, Venter describió en pocos meses miles de EST obtenidas de distintos tejidos humanos. El 20 de junio de 1991, los NIH presentaron una solicitud de patente de un primer lote de 347 EST. El jefe de la Oficina de Transferencia de Tecnología de los NIH, Reid Adler, justificó esta iniciativa alegando que: «Nuestro objetivo principal es conseguir el desarrollo de productos. El

hecho de poseer la patente reforzará nuestra capacidad de transferir esta tecnología a las empresas. Sin la protección que otorga la patente, las empresas no gastarían el dinero necesario para desarrollarla» (Davis, 2001, p. 92). A principios de 1992 se añadieron a la solicitud 2.421 nuevas EST. Después de una intensa batalla legal, la solicitud fue rechazada por tratarse de secuencias genéticas de función desconocida y los NIH acabaron retirando la solicitud. Sin embargo, la política de patentar genes humanos ha seguido su curso no solamente en EEUU sino también en Europa, tanto por parte de organismos públicos como privados.

Un segundo elemento importante en las motivaciones económicas del Proyecto Genoma Humano lo constituye la implicación de los propios investigadores como accionistas o directivos de empresas biotecnológicas. El genetista Richard Lewontin ha llegado a afirmar: «No conozco a ningún biólogo molecular prominente que no tenga participación económica en el negocio de la biotecnología» (Lewontin, 2000, p. 148). La implicación económica en importantes compañías farmacéuticas y biotecnológicas fue uno de los motivos que llevó a James Watson a presentar su dimisión como primer director del Proyecto Genoma Humano, por los conflictos de intereses que esa implicación podía provocar.

En tercer lugar, hay que considerar los intereses de las empresas privadas de biotecnología. Aunque su implicación directa en la secuenciación a gran escala del genoma no se produjo hasta la constitución de Celera Genomics en 1998, desde 1992 ya existían empresas específicamente dedicadas a la secuenciación de ADN de distintos organismos, incluyendo ADN humano. La más importante de ellas era The Institute for Genomic Research (TIGR), fundada por Craig Venter en 1992, después de que éste dimitiese como investigador de los NIH. El aislamiento y secuenciación de genes humanos susceptibles de ser utilizados para la puesta a punto de pruebas diagnósticas o para la obtención de fármacos también fue objeto de interés por varias empresas desde principios de los años noventa, entre las que sobresalía Human Genome Sciences (HGS), asociada a TIGR para la explotación comercial de los datos de secuenciación obtenidos por este instituto. Pero incluso mucho antes, desde los primeros pasos de la ingeniería genética en los años setenta, algunas empresas fueron conscientes del potencial económico de la biotecnología. Para hacerse una idea de la importancia económica creciente de la biotecnología en el conjunto de la econo-

mía, ténganse en cuenta los siguientes datos de Estados Unidos recogidos por Emilio Muñoz: «Por el momento, existen unas 1.100 compañías dedicadas a la fabricación de medicamentos por técnicas recombinantes, a las que hay que añadir cerca de 700 corporaciones con interés en el sector. En conjunto, estas empresas emplean a más de 100.000 personas y representan un valor bursátil cercano a los 50.000 millones de dólares» (Muñoz, 2001, p. 71).

Si puede existir alguna duda sobre la importancia de los intereses económicos en las motivaciones iniciales para la puesta en marcha del Proyecto Genoma Humano, no existe, en cambio, ninguna sobre la importancia de estos intereses en su tramo final de realización y en las perspectivas de desarrollo en los próximos años. El caso más sobresaliente fue, evidentemente, la creación de Celera Genomics y su proyecto de secuenciación en competencia con el consorcio público, que culminó oficialmente con un éxito compartido. Otros gigantes farmacéuticos están asociándose con empresas especializadas más pequeñas para utilizar sus datos genéticos con vistas a la puesta a punto y comercialización de nuevos fármacos. Entre otras, SmithKline Beecham se ha asociado con Human Genome Sciences, Eli Lilly con Millennium Pharmaceuticals y Pfizer con Incyte Genomics. Esta última se ha aprovechado de los datos públicos del PGH, de acceso libre en el GenBank, para completar un importante catálogo de genes y patentar sus posibles usos después. Hasta el momento ya ha conseguido más de 500 patentes y ha solicitado otras 7.000 más, aproximadamente.

Aplicaciones sanitarias y problemas asociados

Consideremos ahora las aplicaciones sanitarias, presentes y futuras, que se pueden derivar del conocimiento del genoma. Aunque una mirada crítica sobre los orígenes y desarrollo del Proyecto Genoma Humano nos lleve a aceptar como fundamentalmente correcta la valoración de que fueron las motivaciones económicas las principales causas que explican su puesta en marcha, eso no debería inducirnos a desconsiderar las posibles aplicaciones sanitarias que la culminación de la secuenciación del genoma va a aportar en el futuro. Incluso aunque creamos que esas aplicaciones hipotéticas hayan podido ser exageradas para facilitar una mayor aceptación social, por lo menos en cuanto a sus posibilidades terapéuticas a corto plazo, deben existir potencialidades reales para que ese tipo

de argumentos pueda mantener su efectividad a medio plazo. Si algo que se pretende vender por su utilidad práctica carece en realidad de ella, es difícil que semejante estrategia de mercado pueda funcionar eficazmente por mucho que se vea arropada por toda una envoltura ideológica sobre la importancia de los genes sobre la salud.

En efecto, el Proyecto Genoma Humano tiene unas potencialidades sanitarias importantes que deben ser consideradas aunque, como veremos, contienen aspectos problemáticos. Estas aplicaciones pueden ser clasificadas en diagnósticas y terapéuticas, siendo estas últimas directas (como la terapia génica) e indirectas (obtención de nuevos fármacos).

Las aplicaciones diagnósticas son las que en la actualidad y en un próximo futuro más avances están experimentando. Ya se han catalogado más de 5.000 trastornos genéticos distintos. En más de 1.000 se conocen los genes y las mutaciones responsables de las enfermedades que ocasionan. El conocimiento del gen concreto que produce una enfermedad puede permitir el desarrollo de una prueba diagnóstica para saber si una determinada persona, o un embrión, si se utiliza la técnica del diagnóstico preimplantatorio, es portador del gen causante de la enfermedad. Según datos de los NIH, ya se han desarrollado más de 740 pruebas genéticas. Antes incluso de que la secuenciación completa del genoma se abordase ya se habían ido poniendo a punto pruebas diagnósticas para algunas enfermedades asociadas a genes concretos a medida que éstos iban siendo aislados y secuenciados.

La realización de diagnósticos de dolencias genéticas es un avance derivado del conocimiento del genoma que, en sí mismo, es muy positivo desde el punto de vista biosanitario. Sin embargo, existe una serie de problemas asociados al uso de estos diagnósticos genéticos que conviene tener presentes, problemas que se ven agravados por el hecho de que estas pruebas están siendo comercializadas por empresas privadas que, obviamente, esperan rentabilizar económicamente las inversiones realizadas.

Un problema de orden general es que en muchas de las enfermedades para las que existe un diagnóstico todavía no existe una cura eficaz, ni tan siquiera una terapia paliativa, lo que hace que su utilidad pueda ser puesta seriamente en cuestión. Incluso puede ocurrir que el diagnóstico pueda preceder en bastantes años a la aparición de la enfermedad, lo que hace aumentar las dudas sobre

en qué casos debe ser realizado ese tipo de diagnóstico. El ejemplo más conocido es el de la enfermedad de Huntington, una dolencia dominante mortal que se manifiesta cuando la persona portadora tiene entre algo menos de cuarenta y poco más de cincuenta años, dependiendo del número de repeticiones de la secuencia CAG que posea el gen responsable, de tal modo que cuantas más repeticiones tenga mayor es la probabilidad de que la enfermedad se manifieste antes.

La distancia cada vez mayor entre la existencia de pruebas para realizar diagnósticos genéticos y la puesta a punto de terapias es debida a que el aislamiento del gen causante de una enfermedad no implica necesariamente un conocimiento del mecanismo fisiológico en el que la proteína codificada por dicho gen actúa en el organismo. En algunos casos la identificación del gen arroja pistas importantes sobre esa función, pero en otros muchos casos esto no es así. Además, los avances en terapia génica han encontrado de momento muchas más dificultades de las que se esperaba.

Esta distancia cada vez mayor entre diagnóstico y terapia tal vez pueda empezar a recortarse en los próximos años con el desarrollo de los biochips o micromatrices de ADN. Con esta tecnología no solamente se podrán analizar miles de genes de una sola vez con fines diagnósticos (búsqueda de alelos responsables de enfermedades), sino que también se podrá detectar la expresión o el nivel de actividad de los genes. Asimismo, podrían usarse para estudiar la respuesta diferencial de los perfiles genéticos de los individuos a ciertos fármacos o incluso para discriminar el agente causal concreto de diferentes enfermedades infecciosas con los mismos síntomas. Estas dos últimas aplicaciones podrían tener consecuencias terapéuticas directas a corto plazo (algunas ya están siendo investigadas), ya que servirían para seleccionar aquellos fármacos más adecuados tanto para cada paciente individual como para cada agente patológico específico.

En las enfermedades monogénicas, que siguen un patrón de herencia mendeliano, el diagnóstico puede llegar a establecerse con plena certeza (si descontamos los falsos positivos). Aunque son muy numerosas (hay catalogadas más de 4.000), la incidencia de cada una de estas dolencias sobre la población es muy baja. Por ejemplo, la fibrosis quística, que es la enfermedad monogénica letal más común en las poblaciones blancas, tiene una frecuencia aproximada de 1 de cada 2.500 nacidos vivos en las poblaciones origina-

rias del oeste de Europa. Otras son bastante más raras. La distrofia muscular de Duchenne, una enfermedad mortal ligada al sexo, presenta una frecuencia en varones de 1 por cada 5.000 nacimientos en los países industrializados, y el síndrome del X frágil, otra enfermedad ligada al sexo, de 1 por cada 4.000 nacimientos en varones y 1 por cada 8.000 en mujeres. Mucho menos frecuentes aún son la fenilcetonuria (1 por cada 16.000 nacimientos) o la cistinosis (1 por cada 40.000).

En contraste, las enfermedades multifactoriales presentan una incidencia muchísimo mayor. Su frecuencia global es de entre 26 y 32 enfermos por cada 1.000 habitantes. Son multifactoriales la diabetes mellitus, la aterosclerosis, la epilepsia, la hipertensión o el cáncer. En estas dolencias la aparición de la enfermedad depende de la influencia conjunta de factores genéticos (normalmente varios genes, por lo que este modo de herencia también se conoce como herencia poligénica) y ambientales. En estos casos la presencia de genes asociados a la enfermedad no es suficiente para determinar si ésta se desarrollará o no. Lo único que puede establecer el diagnóstico es la predisposición a padecer la enfermedad, expresada como una probabilidad. El siguiente ejemplo, tomado de B. Jordan, ilustra claramente esta cuestión:

> Existen numerosos ejemplos de predisposición genética al cáncer, a la diabetes, a la hipertensión..., que se traducen sólo en una elevación del riesgo de la enfermedad. Una persona «predispuesta» al cáncer de colon correrá, por ejemplo, un riesgo del 10 por 100 de sufrirlo durante su existencia, en vez del 0,5 por 100 para el conjunto de la población; diremos que el *riesgo relativo* asociado a su herencia es de 20. Riesgo elevado en valor relativo; no deja de ser cierto, sin embargo, que el 90 por 100 de los predispuestos nunca se verán afectados por este cáncer (Jordan, 2000, p. 56).

Como se deduce de la cita precedente, un riesgo relativo alto o muy alto asociado a los genes no impide que la probabilidad de sufrir la enfermedad siga siendo baja. Este hecho limita de forma importante la utilidad de las pruebas diagnósticas de enfermedades multifactoriales. Este límite no viene determinado por deficiencias en el desarrollo tecnológico de las pruebas sino por la propia naturaleza multifactorial de estas enfermedades. La asociación directa entre genes y enfermedades que se puede establecer para muchas afecciones monogénicas desaparece en las multifactoriales debido

a que la presencia del gen objeto del diagnóstico no es suficiente para que la enfermedad llegue a desarrollarse. Inversamente, sucede también que esa presencia no es siempre necesaria para que la enfermedad aparezca, incluso en los casos de dolencias en las que ser portador de genes asociados a ella se traduce en una probabilidad muy alta de enfermar. Las razones de este escaso poder predictivo de las pruebas genéticas de enfermedades multifactoriales estriban en que los factores ambientales pueden jugar un papel de primer orden en la aparición de la dolencia.

El caso del cáncer de mama es un buen ejemplo ilustrativo de esta cuestión. En relación con los genes brca-1 y brca-2, asociados al cáncer de mama hereditario, entre el 40 y el 50% de las mujeres portadoras de mutaciones para ambos genes llegan a desarrollar cáncer a lo largo de sus vidas, un porcentaje elevado en comparación con lo que ocurre con otros genes asociados a otros tipos de cáncer o a otras enfermedades multifactoriales. Sin embargo, pese a esa elevada probabilidad, esos casos suponen únicamente el 16% de los casos de cáncer de mama hereditario y solamente el 5% del total de casos de cáncer de mama o, lo que es lo mismo, el 95% de las mujeres que padecen cáncer de mama no poseen los genes brca mutados.

Estos datos hacen aconsejable que el empleo de las pruebas diagnósticas para estos genes se centre en mujeres con antecedentes familiares, que puedan indicar la presencia de cáncer de mama hereditario. Además, ponen de manifiesto que una estrategia de lucha contra el cáncer de mama basada en la realización de un cribado genético sobre toda la población no sólo carece de sentido, ya que dejaría sin diagnosticar el 95% de los casos en los que se producirá la enfermedad, sino que podría llegar a tener efectos contraproducentes si en los casos en que la prueba resultase negativa las mujeres, confiadas por su resultado, ignoran los cuidados preventivos aconsejables para evitar la enfermedad.

Sin embargo, la estrategia de las empresas Myriad Genetics y Oncormed –la primera ha patentado el gen brca-1 y la segunda ha comercializado la prueba diagnóstica para este gen– es precisamente la de extender el uso de la prueba a toda la población femenina adulta buscando el apoyo del colectivo de médicos. La razón para adoptar esta línea de actuación no es otra que la de buscar un mercado potencial lo más amplio posible, cosa que es fácilmente comprensible si tenemos en cuenta que el coste individual de la

prueba es de 3.000 dólares. Tan solo en el año 1997, más de 180.000 norteamericanas se sometieron a esta prueba.

El caso del cáncer de mama es solamente un exponente de la presión creciente que ejerce la industria biotecnológica para efectuar un cribado masivo de un número cada vez mayor de pruebas diagnósticas de enfermedades multifactoriales. Lo que en un principio estaba orientado al ámbito sanitario empezó a ser aplicado también en el laboral y de seguros, pero el objetivo último es su extensión al conjunto de la población, con el único móvil real, aunque no reconocido, de aumentar el volumen de usuarios potenciales de dichas pruebas por los beneficios económicos que se derivarían de ello.

Se suele aducir por parte de las compañías con intereses en el sector que la generalización de las pruebas tendría efectos positivos, ya que si una persona conoce su susceptibilidad genética a padecer una enfermedad en combinación con otros factores ambientales, podría adoptar un estilo de vida más sano, que evitase la exposición a esos factores haciendo que las probabilidades de llegar a sufrir la enfermedad se reduzcan significativamente. Aunque este razonamiento podría tener cierto fundamento, en la realidad las cosas no funcionan así en absoluto.

Para que tales argumentos resulten verosímiles tendría que ocurrir que, junto con la investigación destinada al conocimiento de los genes, se llevasen a cabo estudios epidemiológicos para conocer cuáles son los factores ambientales que aumentan la probabilidad de llegar a sufrir una determinada dolencia multifactorial. En ausencia de ese conocimiento difícilmente las personas podrían adoptar los cambios pertinentes en su estilo de vida. Pero lo cierto es que apenas se financian este tipo de estudios, como claramente lo ha destacado Sánchez Monserrate: «Para hacernos una idea de la diferencia existente entre el dinero destinado a estudios epidemiológicos con respecto a los demás, baste decir, por ejemplo, que en 1974, el índice de becas otorgadas por el NCI (National Cancer Institute) sólo contaba con una página de proyectos epidemiológicos de entre las 307 páginas de proyectos subvencionados sobre el cáncer» (Sánchez, 1999, p.38). En el caso del cáncer estos datos son especialmente llamativos si tenemos en cuenta que los factores ambientales son responsables de entre el 70 y el 90% de todos los casos de cáncer. Entre estos factores se incluyen diversos agentes contaminantes, radiaciones, tabaco y sustancias presentes en la dieta.

La influencia combinada de los intereses comerciales y del determinismo genético dominante hace que, en la práctica, las enfermedades multifactoriales se consideren como si fuesen únicamente genéticas. Su diagnóstico tiende a recibir erróneamente la misma consideración que el de las enfermedades monogénicas. Sus tratamientos se centran cada vez más en los aspectos moleculares relacionados con la acción de los genes, relegando a un segundo plano la actuación sobre los factores ambientales, que podría reducir significativamente la incidencia de estas enfermedades. La culminación del Proyecto Genoma Humano propiciará que esta tendencia se acentúe en el futuro, a medida que se vayan conociendo todos los genes humanos y sus variantes asociadas a las distintas enfermedades.

9. La Declaración de la ONU sobre el genoma humano

El 9 de diciembre de 1998, las Naciones Unidas aprobaron una Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos. Esta Declaración había sido aprobada previamente por la Conferencia General de la Unesco el 11 de noviembre de 1997 y después las Naciones Unidas la ratificaron haciéndola suya.

La Declaración, que contiene 25 puntos, tiene por objeto, en palabras de uno de sus principales redactores, Héctor Gros Espiell, la protección del genoma humano. En las líneas que siguen expondré algunas opiniones acerca de esta Declaración, de sus virtudes y limitaciones.

El hecho de que organismos internacionales, como la Unesco o la propia ONU, aprueben una Declaración de este tipo es positivo. Establecer formalmente una serie de principios generales destinados a proclamar que el genoma humano no debe ser utilizado para llevar a cabo prácticas que vayan en contra de la dignidad humana o que puedan resultar discriminatorias para las personas tiene una importancia indudable, sobre todo cuando nace con una pretensión de universalidad, como en el caso que comentamos. La internacionalización de la investigación científica en el campo de la biología molecular y su enorme desarrollo hacen necesario abordar estas cuestiones en un marco que supere las fronteras de los Estados y establezca criterios de actuación que permitan la defensa de las personas y de los pueblos frente a posibles discriminaciones o manipulaciones genéticas que violen sus derechos o que sean atentatorias contra sus particularidades étnicas o culturales.

Sin embargo, podría pensarse que estamos en presencia de un instrumento de poca utilidad práctica. La característica de poseer un carácter tan general y de ser una Declaración y no una Convención (que tendría una mayor fuerza jurídica) podría dificultar su

capacidad para ser aplicada por los Estados miembros de la ONU. De hecho, los derechos humanos son violados constantemente en casi todos los países en distintos grados, pese a que la Declaración Universal que los protege ha sido suscrita por la inmensa mayoría de los Estados del mundo[19]. La certeza de esta constatación podría hacer necesario que en el futuro se avance hacia una mayor concreción en las disposiciones establecidas y que por esta vía se llegue a la aprobación de una Convención con mayor fuerza normativa. Pero esto, por sí mismo, no invalida la necesidad de aprobar ahora una Declaración. No cabe duda tampoco de que, aunque sea formalmente, manifestaciones como que «cada individuo tiene derecho al respeto de su dignidad y derechos, cualesquiera que sean sus características genéticas» (art. 2, a) o que «nadie podrá ser objeto de discriminaciones fundadas en sus características genéticas» (art. 6) son, indudablemente, muy positivas. Además, en este caso concreto, la Declaración ha visto la luz después de un largo proceso de elaboración, con una gran cantidad de consultas a especialistas de todo el mundo y con un grado de consenso muy amplio. Este hecho le otorga un gran valor simbólico que no debe ser ignorado y puede facilitar el que sirva de guía para las normativas legales que se vayan elaborando y aprobando en distintos países.

Es conveniente tener en cuenta que la internacionalización de la investigación en general y en biología en particular, a la que aludíamos más arriba, hace que las normativas nacionales aisladas, sin una confluencia de puntos de vista a la hora de establecer criterios sobre las prácticas derivadas de esta investigación, puedan resultar ineficaces o, incluso, inútiles en algunos casos. Por ejemplo, de la prohibición de la clonación o de la terapia génica germinal en ciertos países aisladamente podría derivarse el que los equipos que quisiesen realizar este tipo de prácticas se trasladasen a otros países más permisivos sin excesivas dificultades. Esto ya sucedió en el caso de Australia cuando se empezó a generalizar la fecundación *in vitro*, y los expertos en reproducción asistida australianos establecieron sus clínicas en Singapur y en otros países del área porque tenían normativas mucho menos restrictivas que la australiana.

Otra consideración de importancia es que la experiencia nos enseña que las prácticas discriminatorias apoyadas en motivos genéticos han tenido no poca extensión en distintos países, algunos de ellos de histórica tradición democrática, como los países escandinavos. Esto es lo que ha ocurrido con las prácticas eugenésicas a

lo largo del siglo XX, que en su primera mitad se generalizaron en estos países, así como en Alemania y los Estados Unidos. En los últimos años, prácticas discriminatorias por motivos genéticos han empezado a aparecer relacionadas con el mundo laboral y con los seguros de vida y enfermedad. Formular directrices generales de protección de los derechos humanos en relación con estas fuentes de discriminación es una necesidad cada vez más perentoria.

Los principales problemas de la Declaración no provienen, en mi opinión, de sus objetivos generales[20], sino de la concreción que éstos tienen en su articulado. Para el ya citado Héctor Gros Espiell «la vocación de un texto de esta naturaleza no puede ser el de quedar en el limbo de los buenos deseos, como expresión de consejos anodinos y teóricos. Tiene que estar llamado a tener una influencia efectiva, una fuerza internacional propia y con capacidad de influir sobre la acción de los Estados y de los individuos y de todos los actores sociales y de aquellos otros integrantes de la comunidad internacional» (Gros, 1997, p. 156).

Sin embargo, pese a los buenos deseos manifestados, el desarrollo del articulado está, en algunos puntos concretos, lejos de poseer las características de claridad y concreción necesarias para cumplir con el cometido anunciado. Esta misma crítica fue formulada por Romeo Casabona que, refiriéndose al proyecto de Declaración previo a su aprobación por la Unesco, hizo notar que «la Declaración adolece, como primer rasgo más definido de su contenido, de cierta ambigüedad, en ocasiones excesiva, lo que trae como consecuencia escasas obligaciones reales que pudieran querer asumir los Estados y la comunidad internacional» (Romeo Casabona, 1995, p. 167). Me referiré, a continuación, a algunas de las lagunas más importantes:

Art. 4: *El genoma humano en su estado natural no puede dar lugar a beneficios pecuniarios.*

Este artículo, uno de los más citados en los medios de comunicación, es puramente retórico, además de ambiguo e impreciso. De él no puede derivarse ninguna protección efectiva frente a la posible explotación económica del genoma humano.

El genoma humano en su estado natural está en el interior del núcleo celular, formando parte de los cromosomas. Para realizar cualquier análisis de él, debe ser extraído y sometido a las técnicas que la genética molecular ha desarrollado en los últimos años (como clonación molecular, amplificación mediante PCR, etc.). Es casi

una perogrullada decir que en su estado natural no puede dar lugar a beneficios económicos, salvo que lo que se pretenda sea evitar que las propias células en las que está alojado el ADN puedan ser patentadas. Lo que realmente está en juego es si las secuencias de ADN una vez clonadas e identificadas pueden ser objeto de patente y de la explotación económica que de ella se pudiese derivar. Este es un tema muy espinoso y de muy difícil resolución que, como han apuntado varios especialistas, no puede ser resuelto por la Declaración so pena de dar al traste con la propia Declaración.

Se ha dicho que si se prohibiesen las patentes de genes, el interés del sector farmacéutico privado se retraería por la imposibilidad de rentabilizar económicamente las grandes inversiones que están realizando en la investigación del genoma, con el consiguiente perjuicio para el desarrollo de la investigación. Sin embargo, no está de más recordar que la investigación en trasplantes de órganos no ha dejado de desarrollarse en los últimos años a pesar de que la comercialización de órganos humanos está completamente prohibida.

Aún aceptando que un pronunciamiento demasiado explícito y restrictivo sobre esta cuestión tal vez fuese imposible en estos momentos para una Declaración de este tipo, en mi opinión, la fórmula adoptada resulta claramente insatisfactoria.

Art. 6: *Nadie podrá ser objeto de discriminaciones fundadas en sus características genéticas, cuyo objeto o efecto sería atentar contra sus derechos y libertades fundamentales y el reconocimiento de su dignidad.*

En este caso resulta sorprendente, y creo que difícilmente justificable, el que no se concretase más este aspecto de la Declaración haciendo referencia a las discriminaciones que *ya* se están produciendo en los ámbitos laboral y de los seguros de vida y de enfermedad. Especialmente en los Estados Unidos, aunque no sólo en ellos, un número cada vez más elevado de empresas someten a los trabajadores solicitantes de empleo a pruebas sobre la susceptibilidad genética a agentes contaminantes presentes en los lugares de trabajo, pruebas cuyos resultados pueden tener como consecuencia el rechazo de la solicitud presentada. En este mismo sentido las compañías de seguros hace tiempo que vienen haciendo presión para que se les permita realizar test genéticos de enfermedades o, cuando estén técnicamente a punto, de predisposiciones a contraerlas, con objeto de reducir el riesgo en las pólizas y maximizar los beneficios.

Estas prácticas atentan contra el derecho al trabajo y a recibir una atención sanitaria en las mejores condiciones y son una fuente de discriminaciones fundadas en las características genéticas de las personas. La bibliografía sobre las consecuencias sociales y éticas del conocimiento del genoma es muy amplia en estos aspectos y la opinión en contra de este tipo de discriminación está muy generalizada, razón por la cual no debería constituir un problema importante una definición más explícita en este punto. De hecho, algunas otras declaraciones internacionales ya avanzaron tomas de posición más claras que la presente. Así, la Declaración final de la Reunión Internacional sobre *El Derecho ante el Proyecto Genoma Humano*, celebrada en Bilbao en 1993, decía en su conclusión número 7 que «se rechazará la utilización de los datos genéticos que originen cualquier discriminación en el ámbito de las relaciones laborales, de los seguros o en cualquier otro» (Fundación BBV, 1994, p. 392).

Art. 11: *No deben permitirse las prácticas que sean contrarias a la dignidad humana, como la clonación con fines de reproducción de seres humanos.*

La cuestión de la clonación es un tema candente que suscita el rechazo casi unánime y sin matices desde los más variados sectores. Sin embargo, los matices son necesarios cuando de lo que se trata es de formular prohibiciones. Tal como está redactado este artículo cualquier clonación con fines de reproducción de seres humanos debe ser prohibida porque atenta contra la dignidad humana. En mi opinión es una formulación excesivamente general y poco matizada, ya que pueden existir aplicaciones concretas de la clonación humana que no sólo no atenten contra la dignidad de nadie, sino que podrían ser beneficiosas y perfectamente lícitas y, en consecuencia, dignas de ser admitidas.

Me refiero concretamente a la clonación de embriones por separación de sus componentes (blastómeros) en estado de entre dos y ocho células, cuando éstas aún son totipotentes, es decir, conservan la capacidad de originar un individuo completo si son cultivadas e implantadas cada una de ellas por separado. Este tipo de clonación –que es el que ocurre de forma natural en la formación de los gemelos monocigóticos, razón por la cual es también conocido como gemelación– no implica la clonación de ningún ser humano previamente existente y en mi opinión no atenta contra la dignidad humana en ningún sentido. Su utilidad sería la de aumentar el número de

embriones a implantar en un tratamiento de fecundación *in vitro*, cuando existan dificultades para obtener un número suficiente de embriones de forma directa. Su única consecuencia podría ser que naciesen gemelos monocigóticos como los que en ocasiones nacen de forma espontánea y natural, aunque en la mayoría de los casos ni tan siquiera este nacimiento de gemelos llegaría a producirse.

Da la impresión de que en esta cuestión los autores de la Declaración han sido víctimas del estado de opinión que existe con respecto a la clonación en general y han optado por una formulación «políticamente correcta» pero, en mi opinión, poco acertada.

Art. 15: *Los Estados [...] velarán por que los resultados de esas investigaciones no puedan utilizarse con fines no pacíficos.*

De nuevo estamos en presencia de una formulación excesivamente general y poco comprometida. No hace referencia, como debiera, a la prohibición tajante y expresa de fabricar armas biológicas. Este punto ya había sido destacado entre las críticas al proyecto original de la Unesco: «La utilización de los conocimientos genéticos puede dar lugar a utilizaciones desviadas y aberrantes que pongan en peligro los pueblos y hasta la supervivencia de la humanidad: *La producción de armas biológicas o de otros procedimientos biológicos valiéndose de los conocimientos sobre el genoma humano debe ser rechazada por la Declaración.* Sería deseable un pronunciamiento explícito sobre este asunto» (Romeo Casabona, 1995, p. 171).

Art. 24: *El Comité Internacional de Bioética de la Unesco [...] presentará asesoramiento en lo referente al seguimiento de la presente Declaración, en particular en lo tocante a la identificación de prácticas que pueden ir en contra de la dignidad humana, como las intervenciones en línea germinal.*

La problemática de la terapia génica viene suscitando parte de los debates éticos más importantes relacionados con el genoma humano. La terapia somática –la que afecta a las células corporales pero sus efectos no se transmiten a la descendencia– plantea las reservas típicas de cualquier intervención terapéutica en fase de experimentación, pero no implica problemas nuevos de índole ética. Hay, en consecuencia, un amplio acuerdo acerca de su aplicación siempre que se cumplan los requisitos de prudencia exigibles a toda nueva terapia.

Es la terapia germinal la que provoca los debates de más alcance. En un primer momento existía una opinión bastante generaliza-

da en contra suya, por sus consecuencias inciertas sobre las generaciones futuras. Esta posición de rechazo inicial ha ido suavizándose con el tiempo, siendo la postura más generalizada en la actualidad la que propone una moratoria hasta que la investigación en este campo se haya desarrollado más y las principales incertidumbres se puedan ir disipando.

Lo cierto es que los problemas asociados a la terapia génica germinal son muy espinosos, por lo que toda prudencia en este terreno es poca. Por este motivo sería preferible que la Declaración adoptase una postura más explícita en contra de la puesta en práctica inminente de la terapia germinal. En esta línea se pronunciaron algunos miembros del Comité Internacional de Bioética de la Unesco (el organismo que elaboró el proyecto de Declaración) como G. Figueroa Yáñez al afirmar que «los principios generales referidos anteriormente deberían ser más estrictos si se trata de la investigación, experimentación, manipulación, alteración o modificación genética de células germinales» (Figueroa, 1997, p.128). En un sentido semejante, Romeo Casabona propuso una formulación como la que recogía la antes aludida Declaración de Bilbao de 1993: «Hasta que lo permitan los avances científicos y dado que no se conocen las funciones exactas de un solo gen, es prudente establecer una moratoria en la alteración de células germinales» (Romeo Casabona, 1995, p. 169).

Resulta algo chocante el contraste entre el tratamiento de la clonación y el de las intervenciones en la línea germinal. En el primer caso, como hemos visto, el rechazo es total, sin matices, aunque éstos parecen bastante oportunos. Por el contrario, para las intervenciones en la línea germinal se opta por realizar recomendaciones, pero no se propone ningún tipo de prohibición o moratoria.

Un último aspecto para cerrar este comentario. Como hemos señalado al principio, las violaciones de los derechos humanos en forma de prácticas eugenésicas han sido frecuentes a lo largo del presente siglo. Un pronunciamiento claro sobre ellas no debiera faltar en la Declaración. El preámbulo del proyecto de Declaración recogía un párrafo que decía así: «Las aplicaciones de la investigación genética deben, sin embargo, estar reguladas para evitar cualquier práctica eugenésica contraria a la dignidad o libertad humanas» (ibíd., p. 168).

Romeo Casabona propuso incluir esta formulación en el articulado de la Declaración. Sin embargo, el texto definitivo, aprobado

primero por la Unesco y después por la ONU, lo eliminó del preámbulo sin tampoco incluirlo en el articulado. Esta omisión carece de justificación y ni tan siquiera la mayor confianza en la rectitud de las aplicaciones de la genética ni la fe más optimista en el progreso de la ciencia pueden ser motivo suficiente para ignorar los peligros que encierran las aplicaciones de la biología molecular y la actualidad que, en este sentido, pueden tener las nuevas formas de eugenesia, con un potencial de intervención mucho mayor que el que en su día tuvo la eugenesia clásica.

En resumen, estamos ante una Declaración positiva y aceptable en sus principios generales y en algunas de su formulaciones concretas, pero con excesivas limitaciones e imprecisiones en algunos aspectos que son fundamentales para una eficaz defensa de los derechos de las personas y de las colectividades frente a los peligros que entraña el desarrollo de las investigaciones sobre el genoma. Estas carencias pueden suponer una hipoteca a la hora de servir de modelo para el establecimiento de normativas más concretas y específicas en los distintos países.

III. Intervenciones genéticas y eugenesia

10. Perspectivas de la terapia génica

El presente ensayo está dedicado a la terapia génica, uno de los campos de aplicación de la tecnología genética que mayores expectativas ha levantado en los últimos años. A diferencia de los tests de diagnóstico que ya hemos comentado al referirnos al Proyecto Genoma Humano, la terapia génica está orientada no al diagnóstico sino a la curación de las enfermedades, curación que, mediante su aplicación, se pretende que pueda llegar a ser definitiva. Aunque la investigación en terapia génica se ha desarrollado paralelamente al Proyecto Genoma Humano y no puede ser considerada una consecuencia directa de él, no cabe duda de que el conocimiento de la secuencia completa del genoma humano, en la medida en que permita el conocimiento de todos los genes, puede suponer un impulso muy importante para las posibilidades de la terapia génica.

En este ensayo describiremos en qué consiste la terapia génica, los principales pasos que ha dado hasta ahora desde su puesta en marcha y algunas de sus aplicaciones presentes y futuras. También discutiremos las dificultades más importantes con las que se encuentra y por qué a pesar de éstas constituye uno de los focos de mayores esperanzas sanitarias que ha abierto la revolución biotecnológica de los últimos 25 años.

Definición y tipos de terapia génica

No existe una única definición satisfactoria de terapia génica. Lacadena presenta dos, una más estricta y otra más amplia:

> En un sentido estricto, por terapia génica humana (TG) se entiende «la administración deliberada de material genético en un paciente humano con la intención de corregir un defecto genético específico». Otra definición más amplia considera la terapia génica como «una técnica terapéutica mediante la cual se inserta un gen funcional en las células de un paciente humano para corregir un defecto genético o para dotar a las células de una nueva función» (Lacadena, 2002, p. 343).

La primera de las definiciones, la más estricta, se corresponde con lo que fueron los primeros protocolos de terapia génica a comienzos de los años noventa, es decir, ensayos dirigidos a corregir los efectos de algunas enfermedades monogénicas recesivas. Sin embargo, esta definición no engloba una buena parte de los procedimientos que, a nivel experimental, están empezando a ser ensayados en modelos animales e incluso en humanos. Adoptar la segunda de las definiciones puede ayudar a resolver este problema pero presenta la contrapartida de que al extender excesivamente los límites del concepto aparecen nuevos problemas, quizás de mayor trascendencia social. Algunos autores han prevenido contra una utilización demasiado laxa del concepto de terapia génica ya que puede abrir la puerta a tratamientos que no son propiamente terapéuticos pero que se presentan disfrazados de tales. Apuntan, además, que esa utilización amplia del concepto no suele ser inocente y puede ser considerada una forma de hacer más aceptables procedimientos de ingeniería genética humana que de otro modo podrían contar con una mayor oposición social. En este sentido, Miguel Moreno opina:

> No deberíamos considerar «terapias génicas» las destinadas a prevenir el desarrollo de enfermedades hereditarias, conforme a los datos derivados de un análisis genético «revelador de propensiones» a las mismas; ni las de carácter preventivo, contra infecciones generalizadas de origen viral; o las transferencias génicas destinadas a identificar los fenómenos (genéticos, fisiológicos, cromosómicos, etc.) implicados en la etiología de una enfermedad específica (su fin primero es el diagnóstico, que en muchas ocasiones de poco sirve para la terapia) (Moreno, 1997, pp. 1-2).

Teniendo presentes estos problemas, aunque no resulte totalmente satisfactoria para los propósitos de nuestra discusión, emplearemos a lo largo de este capítulo la definición genérica de que «la terapia génica consiste en la modificación genética de células de un paciente a fin de combatir alguna enfermedad» (Strachan y Read, 1996, p. 591). Aunque no elimina totalmente los problemas antes apuntados, circunscribe los usos de la terapia génica a unos fines terapéuticos y deja fuera de ella otras utilidades diagnósticas, preventivas o eugenésicas no propiamente curativas. Además, una definición tan general como ésta presenta la ventaja de que permite englobar estrategias muy distintas encaminadas a la curación, me-

diante técnicas genéticas, de enfermedades no solamente genéticas, sino también infecciosas.

Otro problema que conviene tener presente cuando nos referimos a la terapia génica es su carácter fundamentalmente experimental. En este sentido, definirla como una terapia no deja de ser una proyección de sus potencialidades futuras cuando éstas lleguen a convertirse en una realidad, cosa que de momento solamente se ha producido en un único caso. Exceptuando este caso, los ensayos más exitosos realizados hasta ahora deben ser considerados más un tratamiento, que ha conducido a una mejoría temporal, que una curación propiamente dicha.

Dependiendo del tipo de células a las que se aplique, podemos distinguir entre terapia génica somática y germinal. La primera dirige la modificación genética a cualquiera de los tejidos corporales del paciente, y aunque llegase a tener efectos duraderos a largo plazo, éstos se circunscriben al individuo tratado. En ningún caso pasan a la descendencia pues los genes que se transmiten de padres a hijos son aquellos presentes en los óvulos y espermatozoides. Una intervención genética sobre células pulmonares, nerviosas, musculares, sanguíneas o hepáticas, por poner solamente unos pocos ejemplos, podría corregir defectos genéticos en estos tejidos u órganos, pero estas células no se transmiten a la progenie por lo que, por importante que pueda llegar a resultar para el paciente en cuestión, carece de consecuencias hereditarias.

La terapia germinal, por el contrario, iría encaminada a la modificación genética de las células reproductoras, de sus células precursoras de la línea germinal o de las células embrionarias en las primeras etapas del desarrollo. En el caso de las células germinales, los efectos terapéuticos se manifestarían sobre los descendientes, aquellos que se originan a partir de las células germinales tratadas, pero no sobre los individuos productores de dichas células. Por afectar a la línea germinal, todas las células de los individuos de la generación emergente sometida a terapia incorporarían la modificación que, de este modo, podría propagarse hereditariamente a las generaciones siguientes descendientes de ese linaje. De momento, la terapia germinal no está autorizada en ningún país y todos los protocolos en marcha hasta el momento en seres humanos son de terapia somática. Sin embargo, como las consecuencias éticas y sociales de la aplicación de estos dos tipos de terapias son muy distintas, el debate sobre la utilización futura de la terapia germinal

tiene una relevancia notable, por lo que nos ocuparemos de él, aunque brevemente, en la parte final de este capítulo y, más extensamente, en el 15.

En cuanto a los métodos de aplicación, hay que distinguir la terapia *ex vivo*, cuando los genes se transfieren a células en cultivo extraídas del paciente que posteriormente son reincorporadas al organismo, y la terapia *in vivo*, cuando los genes se transfieren directamente al paciente, por ejemplo, a través del torrente circulatorio. Una variante de esta última es la modalidad de terapia *in situ*, si el tratamiento es realizado directamente en el órgano afectado.

Desde un punto de vista teórico, se pueden concebir distintas estrategias de terapia génica dependiendo de los objetivos que se persigan. La más común y simple consiste en la *inserción génica*, la introducción en las células tratadas de una copia de un gen normal. Esta técnica, conocida también como *terapia de aumento génico* (GAT) por el efecto que produce, se aplica a enfermedades recesivas en las cuales no se produce el producto génico normal. La introducción de una copia de la variante no mutada del gen persigue la producción de la proteína funcional en una cantidad suficiente para restablecer el fenotipo normal. En este procedimiento los genes recesivos mutantes no interfieren con el producto génico normal, por lo que no es necesario proceder a su eliminación. La inserción génica es especialmente apta para enfermedades recesivas que no requieren una regulación estricta de la cantidad de producto génico producido para que el fenotipo normal pueda ser recuperado. Es por esto por lo que es la técnica de terapia génica más empleada y prácticamente la única ensayada en los protocolos con células humanas afectadas por dolencias hereditarias. Sin embargo, es inservible para la casi totalidad de enfermedades producidas por genes de efecto dominante.

Una segunda modalidad, más difícil desde el punto de vista técnico, es la *corrección dirigida de mutaciones (gene targeting)* mediante algún procedimiento de modificación o cirugía génica que sustituya, o bien el gen defectuoso por una copia suya normal, o tan sólo sustituya la secuencia mutada del gen por la secuencia normal, recomponiéndose de este modo la función original del gen. El mecanismo concreto para realizar esta sustitución sería la recombinación homóloga, que ya ha sido ensayada en ratones pero que, debido a su dificultad y escasa fiabilidad actual, aún no ha sido nunca ensayada en humanos. También sería posible realizar la

corrección a nivel del ARN mediante el empleo de ribozimas. De llegar a ser aplicada esta modalidad, podrían ser tratadas enfermedades dominantes.

Existen otras estrategias de terapia génica como la *supresión dirigida de células específicas* –insertando genes suicidas o genes estimuladores de la respuesta inmune– o la *inhibición dirigida de la expresión génica*, bloqueando el ADN, el ARN o la proteína producida por el gen. Existen diversos procedimientos posibles para conseguir este objetivo, como puede ser el uso de ADN antisentido o la formación de hélices triples mediante el uso de oligonucleótidos de ADN. Los métodos basados en la supresión de células ya se han ensayado para la eliminación de tumores cancerosos, mientras que los basados en la inhibición de la expresión génica podrían ser útiles para el tratamiento de ciertos cánceres, algunas enfermedades infecciosas y para enfermedades hereditarias de efecto dominante.

Con un catálogo tan grande de técnicas de terapia génica el espectro de enfermedades que podrían ser tratadas es teóricamente bastante amplio. Entre ellas se encuentran enfermedades infecciosas, cánceres, enfermedades hereditarias recesivas y dominantes y trastornos del sistema inmune, como alergias y enfermedades autoinmunes. Sin embargo, en la práctica, las dificultades para aplicar con éxito la mayor parte de las estrategias de terapia génica son numerosas y los resultados obtenidos hasta ahora han sido mucho más modestos de lo que en un principio se esperaba. Los problemas pueden surgir por la naturaleza de la enfermedad a tratar, por el tipo de tejido en el que se localice la dolencia, por el método empleado para transferir los genes a las células o, también, por el nivel de control de la expresión génica necesario para que las células tratadas funcionen con normalidad. Incluso, se han dado algunos casos de reacciones inmunitarias contra el producto génico normal producido por el gen introducido mediante terapia, que el organismo ha tratado como extraño.

Condiciones de aplicabilidad de la terapia génica

Aunque, como acabamos de ver, la terapia génica teóricamente podría ser aplicable a enfermedades muy distintas, existen varios factores que condicionan su aplicabilidad y que han reducido enormemente las posibilidades concretas de actuación.

El primero de estos factores hace referencia al tipo de herencia. En general, las enfermedades mendelianas, determinadas por la

acción de un único gen, son mejores candidatas que las enfermedades multifactoriales que, además de depender de la acción conjunta de varios genes, están influidas por factores ambientales. Una excepción a este criterio general lo constituye el cáncer que, pese a que puede ser catalogado como una enfermedad típicamente multifactorial, ha sido objeto en los últimos años del mayor número de protocolos de terapia génica.

El segundo factor a considerar es el patrón de herencia. Las enfermedades recesivas son mejores candidatas a ser tratadas mediante terapia génica que las dominantes. En las primeras, debido a su carácter recesivo, podría ser suficiente añadir una copia del gen sano para recuperar el fenotipo normal, mientras que en las segundas esto no es suficiente en la mayoría de los casos y sería necesario recurrir a algún tipo de modificación dirigida del gen dañado, lo que complica enormemente las posibilidades de intervención.

El tercer factor se refiere más específicamente a la naturaleza de la mutación causante de la enfermedad. Por ejemplo, cuando la mutación es de pérdida de función, es decir, el gen afectado deja de producir la proteína codificada por él o ésta no es funcional, como es el caso de la mayoría de enfermedades recesivas, el defecto podría ser corregido por terapia de aumento génico, la más sencilla de todas pues, en principio, bastaría con la introducción de una copia normal del gen que produjese la proteína funcional para que la corrección se llevase a efecto. Por el contrario, las mutaciones de ganancia de función, como la aparición de una nueva proteína mutante o de un producto tóxico, que son características de algunas dolencias dominantes, no pueden ser tratadas añadiendo genes normales y necesitarían de otras estrategias más difíciles de llevar a cabo, como el bloqueo específico del gen mutado o la corrección dirigida de la mutación.

El cuarto factor a tener en cuenta es el control de la expresión génica. Aquellos genes que no necesitan un excesivo control de su expresión, manteniendo un fenotipo funcional con niveles variables de producto génico, son los más fáciles de tratar. Por el contrario, cuando la expresión génica requiere un control estricto, los problemas que se presentan son mucho mayores. Este ha sido el caso, por ejemplo, del tratamiento mediante terapia génica de la enfermedad de los glóbulos rojos ß-talasemia. La expresión del gen de la ß-globina insertado requiere, para curar la enfermedad, un control exacto de su producción, que debe ser igual al de la α-globina. Esto

es necesario para que las moléculas de hemoglobina resultantes, formadas por dos cadenas proteicas de α-globina y otras dos de ß-globina, desempeñen su función con normalidad. Esta necesidad de control de la expresión génica ha impedido hasta el momento la consecución de progresos significativos en la aplicación de la terapia génica a esta enfermedad sanguínea.

El quinto factor de importancia en la aplicabilidad de la terapia génica es el tamaño del ADN codificante del gen a insertar. Los genes con secuencias de pequeño tamaño son siempre mejores candidatos, mientras que los genes con un ADN codificante de gran tamaño pueden ser difíciles de transferir al interior de las células debido a la dificultad de encontrar vectores adecuados.

Por último, la enfermedad será más fácilmente tratable si se manifiesta en un tejido cuyas células puedan ser extraídas, cultivadas con facilidad *in vitro*, resistentes a la manipulación y reintroducidas sin dificultad en el organismo. Además, sería deseable que fuesen células de larga vida, a ser posible que permaneciesen durante toda la vida del paciente. Las células que más se aproximan a estas condiciones tisulares son, sobre todo, las de la médula ósea, la piel y el hígado, por lo que, en principio, serían las mejores candidatas.

El procedimiento estándar más utilizado de terapia génica sigue, de modo muy esquemático, los siguientes pasos: 1) identificación, aislamiento y amplificación del gen que va a ser utilizado para el tratamiento; 2) extracción y cultivo *in vitro* de las células del tejido del paciente a tratar; 3) transferencia del gen terapéutico al interior de las células mediante un vector. El gen transferido debe llevar alguna secuencia promotora que permita su expresión y debe ir acompañado también de algún marcador que permita identificar las células a las que se ha incorporado el gen, por ejemplo, un gen de resistencia a algún fármaco. De esta manera, al ser expuesto el cultivo al fármaco en cuestión, únicamente sobrevivirán aquellas células resistentes, es decir, las que hayan incorporado el gen de resistencia y el gen terapéutico asociado a él. A continuación se transfieren las células seleccionadas con el gen incorporado al paciente a la espera de que ejerzan su función fisiológica normal, lo que conllevaría la eliminación de la patología.

Uno de los pasos cruciales y que mayores problemas ha planteado hasta ahora ha sido el de seleccionar el vector adecuado para la transferencia génica. Los principales tipos de vectores son virus

(retrovirus, adenovirus, virus adeno-asociados, herpes virus y lentivirus, una familia particular de retrovirus), aunque también se han realizado ensayos con liposomas, conjugados moleculares y con ADN desnudo. El uso de virus como vectores en terapia génica para introducir genes en células se realiza destruyendo la actividad patogénica del virus y su capacidad de multiplicación dentro de las células. Para ello, se eliminan de su ADN los genes responsables de estas funciones, que son sustituidos por los fragmentos de ADN terapéutico que se desean transferir. Cada tipo de vector presenta ventajas e inconvenientes distintos y hasta el momento no se ha encontrado ninguno que resulte idóneo. Los retrovirus y los adenovirus son los vectores que más se han utilizado hasta ahora y, debido al carácter no técnico de esta exposición, serán los únicos sobre los que realizaremos un breve comentario.

Los retrovirus presentan una eficacia alta de trasferencia génica y tienen la ventaja de que integran el ADN transferido en los cromosomas de la célula tratada, por lo que ofrecen estabilidad a largo plazo. Sin embargo, presentan algunos inconvenientes de importancia. Los más destacados son que la integración del ADN trasferido en los cromosomas de la célula se realiza al azar, por lo que podría interferir el funcionamiento de un gen sano. Incluso podría llegar a transformar una célula en cancerosa si la inserción se realiza en un protooncogen o en un gen supresor de tumores. En segundo lugar, solamente pueden transferir ADN a células que se dividan activamente, por lo que no son aptos para aquellos tejidos en los cuales las células habitualmente no se dividen, como el tejido nervioso o el muscular. En tercer lugar, no pueden ser utilizados para terapia *in vivo* ya que, normalmente, son eliminados por el sistema inmune del complemento. Y, finalmente, el ADN transferido no puede superar el tamaño de 8 kb (8.000 nucleótidos), por lo que no sirven para transferir genes demasiado grandes.

Por su parte, los adenovirus, virus que en estado natural provocan resfriados comunes, tienen como principales ventajas que también presentan una eficacia alta de transferencia génica, pueden transportar genes grandes, de hasta 35 kb, y pueden infectar células que no se dividan. Además, son aptos para realizar terapia *in vivo*, ya que pueden transferirse directamente a los tejidos del paciente. Los principales inconvenientes radican en que no integran el ADN en los cromosomas, por lo que su efecto no es duradero, ya que los genes se pierden cuando las células se dividen. En algunos

casos este problema podría convertirse en una ventaja si el efecto que se pretende conseguir es transitorio, como en el caso de algunos protocolos de terapia génica contra ciertos tipos de cánceres. Otro problema que presentan es que suelen provocar una importante respuesta inflamatoria e inmunológica, que puede provocar complicaciones en el paciente. Además, esta respuesta inmunitaria reduce la eficacia de la terapia, al eliminar una buena parte de los virus que se usan para la transfección.

Actualmente la cuestión de los vectores de transferencia de genes es uno de los problemas técnicos más importantes que presenta la terapia génica y que hasta ahora más ha limitado la obtención de resultados satisfactorios, hasta el punto de que hay investigadores que creen que las estrategias futuras tendrán que cambiar sustancialmente: «Casi con toda seguridad, las herramientas del futuro no van a ser los prototipos que se están ensayando hoy en los laboratorios. Y no habrá una técnica ideal para cada enfermedad, sino que existirán muchas opciones» (Friedmann, 1997, p. 49).

Pasado y presente de la terapia génica

El primer ensayo de terapia génica realizado en humanos se remonta a 1980, cuando Martin Cline realizó un intento de curación mediante esta técnica, sin autorización previa, de dos enfermos de talasemia. El intento no tuvo éxito y se saldó con la pérdida del puesto de trabajo de Cline.

La aprobación del primer protocolo clínico para un ensayo que implicaba la inserción de un gen en un ser humano fue realizada en enero de 1989. La solicitud fue presentada por los doctores Anderson, Blaese y Rosenberg y no era propiamente una terapia génica. En septiembre de 1990, los mismos Blaese, Anderson y sus colaboradores realizaron el primer ensayo clínico de terapia génica con resultado exitoso. La paciente era una niña de cuatro años con deficiencia en adenosina desaminasa, una enfermedad recesiva muy rara que provoca una inmunodeficiencia combinada grave. El tratamiento consistió en introducir el gen ADA en linfocitos T cultivados, extraídos de la paciente, y reintegrarlos posteriormente a su organismo. Dado que los linfocitos no son células madre y tienen una duración temporal limitada, se sabía que, aun en el caso de que el ensayo tuviese éxito, la curación no sería definitiva, por lo que tendría que ser repetida a intervalos regulares. Aunque los resulta-

dos fueron positivos y la niña pudo llevar desde entonces una vida normal, el tratamiento hubo de ser repetido, primero cada 1-2 meses y posteriormente cada 3-6 meses. Sin embargo, es difícil hacer una evaluación precisa de aquél ya que la paciente fue tratada simultáneamente con PEG-ADA, un fármaco que incluye la proteína ADA normal y que es utilizado en los tratamientos convencionales de esta enfermedad. Desde entonces más de 3.000 pacientes han recibido terapia génica para diversas afecciones en todo el mundo.

En 1992, los ensayos aprobados incluían, además de la transferencia del gen ADA a linfocitos, las transferencias para seis genes distintos más, algunos de ellos relacionados con tumores. En los últimos años se han realizado ensayos para algunos trastornos hereditarios como la fibrosis quística, hipercolesterolemia familiar, enfermedad de Gaucher y la distrofia muscular de Duchenne. Hasta agosto de 2000, había registrados en los Institutos Nacionales de la Salud de los Estados Unidos 431 ensayos de terapia génica, de los cuales 393 (91%) correspondían a los propios Estados Unidos y 38 (9%) al resto del mundo. De todos ellos, 271 (64%) estaban dedicados al cáncer, 33 (9%) al sida, 28 (7%) a enfermedades cardiovasculares, 25 (6%) a fibrosis quística y los 52 restantes a otras enfermedades, ninguna de las cuales superaba por separado el 2% del total de ensayos.

Se observa en estos datos un predominio muy grande de los ensayos dirigidos a tratar el cáncer y, en bastante menor proporción, al sida. Diversos autores coinciden en afirmar que las razones de esta preponderancia de ensayos de terapia génica sobre el cáncer tienen relación con varios factores, entre los que se cuentan, además de su gravedad, la mayor facilidad de tratamiento que otras enfermedades mediante terapia génica –ya que siempre es más fácil programar una estrategia destructiva dirigida a la eliminación de células que otra constructiva encaminada a restaurar su correcto funcionamiento–, la gran experiencia existente en investigaciones sobre tumores desde el punto de vista clínico, la elevada financiación que recibe la investigación sobre el cáncer y el interés de la industria farmacéutica sobre un problema que afecta a un gran número de enfermos. Sin embargo, «a pesar de todos estos esfuerzos, y como se preveía debido a su complejidad, el cáncer está revelándose como una enfermedad difícil de corregir y los progresos han sido modestos» (Larcher *et al.*, 2001, p. 270).

Hasta el día de hoy el único caso registrado de curación (provisionalmente) definitiva mediante terapia génica ha sido el conseguido por Marina Cavazzana-Calvo y Alain Fischer en el hospital Necker de París, al tratar a cinco niños aquejados de una inmunodeficiencia combinada severa. A diferencia de otros casos anteriores, en éste fueron cultivadas células madre extraídas de su médula ósea a las que se les insertó, mediante un retrovirus, el gen funcional. Las células fueron reinyectadas en el torrente sanguíneo de los pacientes cinco días después. A los tres meses, los niños tratados habían recuperado sus defensas y cuatro de ellos pudieron volver a vivir con sus familias sin ningún tratamiento adicional. El hecho novedoso de haber realizado el tratamiento sobre células madre hematopoyéticas y no sobre células ya diferenciadas ha permitido que el efecto terapéutico sea permanente, ya que la renovación celular se realiza a partir de las células madre corregidas mediante la terapia génica.

Problemas de la terapia génica y de sus aplicaciones

Pese a este logro, los avances en los ensayos de terapia génica realizados hasta ahora han sido limitados y los resultados bastante modestos. Además, en los últimos años se ha generado una cierta sospecha sobre la seguridad de los ensayos realizados a raíz de que en 1999 se hiciese pública la noticia de la muerte de un paciente (Jesse Gelsinger, de 18 años), como consecuencia del tratamiento de terapia génica al que estaba sometido para intentar curar la deficiencia de la ornitina transcarbamilasa que padecía. Según la investigación oficial realizada, «los investigadores ocultaron información crucial que hubiera evitado el incidente [...]. Además los científicos habían ocultado a la FDA que otros dos voluntarios sometidos previamente al mismo ensayo habían sufrido unos efectos secundarios tan graves que, de haber sido notificados, hubieran supuesto la inmediata suspensión del ensayo, según las normas acordadas con anterioridad por los científicos de la FDA» (*El País*, 9 de diciembre de 1999).

Con posterioridad a este caso, y como consecuencia de la alarma desatada por él, fueron haciéndose públicas otras noticias de ocultamientos de problemas y de hasta nueve fallecimientos no notificados. La directora de la Oficina de Política Científica de EEUU comunicó que «en 1999 se produjeron 1.070 sucesos adversos en los ensayos, de los cuales sólo se notificaron 39 a los NIH» (*El*

País, 4 de marzo de 2000). Parece ser que en la mayoría de estos casos de ocultamientos hay «motivos puramente económicos. Los científicos callan para no perder la financiación de las empresas farmacéuticas, y éstas a su vez exigen silencio sobre sus productos» (*El País*, 12 de febrero de 2000). De ser cierta esta relación causal entre el ocultamiento de resultados adversos (incluyendo riesgos graves para las personas) e intereses empresariales, estaríamos en presencia de una de las consecuencias más negativas que se pueden derivar de la presión de los intereses económicos privados sobre algunas investigaciones biosanitarias potencialmente beneficiosas para la población pero que, en la práctica, se pueden convertir no solamente en perjudiciales por sus consecuencias directas sobre los afectados, sino también por el descrédito que ejercen sobre el conjunto de la investigación en genética molecular humana. En este sentido, la Sociedad Americana de Terapia Génica ha propuesto que los científicos no deberían tener responsabilidad en proyectos en los que tengan intereses económicos.

Es por estos motivos por lo que resulta necesario abordar los problemas de la terapia génica con transparencia y un estricto control sobre los protocolos a ensayar, dejando a un lado el exceso de propaganda triunfalista que, de forma interesada, ha caracterizado la información pública relacionada con la terapia génica. Existe un amplio acuerdo sobre que, si se toman las precauciones exigidas a todo nuevo tratamiento terapéutico en fase experimental, la terapia génica somática no plantea problemas éticos distintos a otros tratamientos más convencionales, como pueden ser los trasplantes de órganos. Miguel Moreno resume esta valoración ampliamente compartida:

> La terapia por transferencia génica en tejidos somáticos plantea cuestiones éticas muy limitadas, puesto que el éxito o el fracaso en el intento afectará sólo al paciente enfermo. El asunto entra dentro de las preocupaciones típicas en torno a cualquier tipo de experimentación con humanos, exactamente dentro del cálculo de beneficios y riesgos para el individuo. Existe unanimidad en exigir una evaluación cuidadosa del riesgo que implica el uso de vectores virales, incluyendo su capacidad para infectar las líneas celulares del progenitor y el potencial daño colateral de la inserción (Moreno, 1997, p. 11).

Los problemas denunciados hasta ahora, que han puesto en entredicho la fiabilidad de la terapia génica, están relacionados preci-

samente con la exigencia de evaluación cuidadosa del riesgo apuntada en la cita precedente, con la transparencia en la notificación de los resultados y con el necesario control por parte de las comisiones científicas y éticas de evaluación. Siguiendo parcialmente a Lacadena (2002, p. 351), podemos resumir las exigencias éticas actuales de la terapia génica somática en los siguientes puntos: 1) la terapia génica sólo debería ser aplicada para tratar pacientes con enfermedades graves; 2) debería intentarse solamente cuando no haya otras alternativas terapéuticas o cuando, habiéndolas, suponen un mayor riesgo o una menor acción beneficiosa; 3) su aplicación a una enfermedad humana debería requerir la evidencia de que es segura, beneficiosa, técnicamente posible y éticamente aceptable; 4) con las condiciones precedentes, la terapia génica somática para el tratamiento de enfermedades graves puede considerarse aceptable éticamente porque puede ser apoyada por los principios fundamentales de autonomía, beneficencia y justicia.

En mi opinión, es positivo que, pese a los problemas apuntados y con las salvaguardas necesarias, la investigación sobre la terapia génica y sus potencialidades terapéuticas siga desarrollándose porque en el futuro se pueden obtener resultados beneficiosos desde el punto de vista sanitario para un cierto número de enfermedades, difícilmente alcanzables por otras vías. Sin embargo, aun aceptando plenamente esa necesidad de desarrollo de la terapia génica somática, no está de más que nos preguntemos por qué se han exagerado sus posibilidades a corto plazo y se han depositado en ella esperanzas excesivas o simplemente infundadas. Este exceso de confianza no consiste solamente en una creencia popular procedente de un desconocimiento de la verdadera problemática de la terapia génica. La propia comunidad científica se ha encargado de cultivar esa confianza en su capacidad terapéutica inminente. Ya hemos apuntado que uno de los motivos subyacentes podría ser la necesidad de financiación de los equipos de investigación y los intereses económicos de las empresas que los sostienen. Pero también existen razones de tipo ideológico que refuerzan esta tendencia a volcarse en la búsqueda de tratamientos genéticos, en algunos casos de dudosa utilidad, menospreciando o relegando al olvido otras líneas de investigación importantes.

En este sentido, ya hemos comentado en otras partes de este libro cómo el peso de la ideología del determinismo biológico predominante se ponía de manifiesto en las aplicaciones de los tests de

diagnóstico genético y en las estrategias de lucha contra el cáncer, por ejemplo, en la poca importancia relativa de los fondos dedicados a estudios epidemiológicos en comparación con los destinados a estudios genéticos. Esta misma tendencia a dar una importancia predominante a las investigaciones que se orienten directamente a la acción sobre los genes se pone de manifiesto en las expectativas depositadas en la terapia génica, como si siempre y en todo tipo de enfermedades esa acción terapéutica fuese más eficaz que cualquier otra estrategia alternativa. De esta manera, el estudio de las causas no solamente genéticas que propician la aparición de muchas enfermedades, y que podrían contribuir a reducir su incidencia es, en la práctica, menospreciada.

No debemos olvidar que cuando nos referimos a las causas de las enfermedades, en la mayoría de ellas los genes constituyen uno de los elementos causales, pero rara vez son el único. El caso de las enfermedades multifactoriales, como el cáncer, en el que interaccionan de forma compleja genes y ambiente es el más notorio. Pero incluso en algunas enfermedades metabólicas provocadas por la mutación en un único gen los factores que influyen para que la enfermedad se manifieste pueden ser variados. El caso de la fenilcetonuria es, sin duda, el más conocido. Esta dolencia es producida por un gen recesivo que se expresa en los individuos homocigóticos, que reciben ambos genes de sus padres portadores sanos. Los individuos fenilcetonúricos son incapaces de metabolizar el aminoácido fenilalanina y convertirlo en tirosina. La fenilalanina se acumula en las células provocando alteraciones, entre ellas retraso mental. Pero si desde el momento mismo del nacimiento hasta el final del período de crecimiento se les suministra una dieta casi carente en fenilalanina[21] y suplementada con tirosina, el desarrollo puede ser normal.

Este caso ilustra cómo los factores internos (genes) y externos (la dieta en esta ocasión) contribuyen a determinar el desarrollo o la ausencia de la enfermedad. Existen otras dolencias genéticas en las que la acción de los genes resulta mucho más influyente o, incluso, completamente determinante. En la distrofia muscular de Duchenne o en la enfermedad de Huntington, por citar dos casos bien conocidos, la acción de los genes deletéreos no puede ser contrarrestada mediante otros tratamientos, y la terapia génica, en la medida en que llegue a ser posible en el futuro, puede representar la única esperanza de curación de las personas que las padezcan. Sin

embargo, en otros casos la terapia génica, aunque llegase a ser posible, no tendría por qué ser siempre la mejor estrategia a emplear, sobre todo si se trata de enfermedades multifactoriales.

En primer lugar, porque la actuación sobre los factores ambientales, además de eficaz, puede contribuir a una acción preventiva importante, lo que reduciría los casos en los que la enfermedad llegase a desarrollarse. En segundo lugar, porque una vez manifestada la enfermedad, puede ser que otros tratamientos distintos de la terapia génica sean más recomendables, aunque la enfermedad tenga una base genética bien establecida. Pero hoy en día, a pesar de su escaso potencial terapéutico actual, es habitual que los investigadores en genética humana se dirijan hacia la terapia génica, incluso antes de evaluar otras vías esperanzadoras más convencionales. Este hecho fue puesto de manifiesto en el informe encargado por Harold Varmus, director de los NIH, a un comité *ad hoc* de catorce expertos, en el que se decía que «los investigadores saltan inmediatamente, en algunos casos, del descubrimiento del gen de una enfermedad a intentar una terapia génica, sin utilizar previamente el hallazgo como base de trabajo para tratamientos más convencionales» (Moreno, 1997, p.15).

Este estado de cosas en relación con las ilusiones despertadas por la terapia génica sería una manifestación de lo que algunos autores han llamado la «genetización» de la sociedad o la «mistificación de lo genético». Jacques Testart, uno de los más críticos en este sentido, considera que «la terapia génica aparece tal vez como un *bluff* gigantesco, alimentado por el apetito económico de los industriales, por el orgullo de los investigadores, por la infelicidad de las familias afectadas y, sobre todo, por el inmenso deseo de vencer al destino por parte de todos los humanos» (Testart, 1999, p. 41). La valoración precedente, pese a su dureza, contiene, a mi entender, elementos justos que inciden en la orientación de la que es deudora la investigación en genética molecular humana en sus distintas áreas de desarrollo, como son el Proyecto Genoma Humano, que ya hemos analizado, y la terapia génica, que comentamos ahora. A pesar de esto, como ya he apuntado, la terapia génica somática contiene potencialidades terapéuticas para combatir muchas causas de padecimiento humano, en forma de enfermedades de momento incurables, que sería absurdo negar. Por ello, la investigación en este campo y su aplicación prudente en ensayos clínicos bien controlados debe ser aceptada.

No ocurre lo mismo con la terapia génica germinal, que presenta muchos más problemas que la terapia somática y casi ninguna de sus ventajas potenciales. Aunque la discusión sobre la terapia germinal será desarrollada el el capítulo 15, titulado *El pensamiento eugenésico en la actualidad*, resumiré ahora, de forma abreviada, mi punto de vista sobre esta modalidad de terapia génica.

Muchas de las críticas dirigidas a la terapia génica germinal se centran en que produce la modificación permanente del patrimonio genético hereditario del linaje de las personas sometidas a ella. Aunque esto es cierto, no me parece una razón suficiente para rechazar la intervención germinal desde un punto de vista moral, siempre y cuando tenga una clara finalidad terapéutica. Desde mi punto de vista, la terapia germinal es rechazable porque los objetivos terapéuticos que pretende cubrir pueden ser logrados por otros medios, sin los peligros que acompañarían al uso de esta técnica. Entre estos otros medios podría incluirse la terapia génica somática, que ya hemos comentado.

Frente a esta última, los defensores de la terapia germinal suelen argumentar que los efectos terapéuticos de la terapia somática no pueden ser transmitidos a los descendientes de la persona tratada, objetivo que sí podría lograrse con la terapia germinal, si ésta funcionase correctamente. Pero, incluso en este último supuesto, la selección de embriones obtenidos mediante fecundación *in vitro*, precedido de su diagnóstico preimplantatorio, cubre prácticamente todos los supuestos (salvo algunas excepciones muy raras) en los que sería de aplicación la terapia germinal, sin las dificultades técnicas y los riesgos iatrogénicos asociados a su uso. Téngase en cuenta que la aplicación de la terapia germinal también haría necesario el diagnóstico preimplantatorio de los embriones (o en su caso de los óvulos), para detectar aquellos portadores del gen deletéreo que debe ser corregido mediante la terapia. Siempre será más sencillo seleccionar los embriones sanos que intentar modificar los genes de los embriones portadores de la enfermedad. No existen, pues, justificaciones terapéuticas para optar por la terapia germinal, aceptando los peligros asociados a ella, ya que no aporta ninguna ventaja suplementaria a las posibilidades de las técnicas que ya existen.

Si el objetivo fuese realizar ingeniería genética de mejoramiento, introduciendo alguna característica genética nueva antes no presente, como la resistencia genética a algún agente infeccioso (como el VIH), la intervención germinal sí sería la única forma de lograr-

lo. Pero en este caso ya no estamos en presencia de una intervención terapéutica y, aunque no forma parte de los objetivos de esta discusión, los problemas éticos y sociales asociados a este tipo de intervención, que podríamos etiquetar como propiamente eugenésica, en mi opinión hacen rechazable el recurso a ella.

11. El concepto de eugenesia y su evolución

Origen y definición de la eugenesia

La idea de eugenesia es muy antigua y puede ser rastreada en Platón o Aristóteles y en otros pensadores posteriores, como Campanella o Condorcet. Sin embargo, no es hasta el siglo XIX cuando adquiere un cuerpo teórico y un nombre propio. Francis Galton acuña el término en 1883 en su obra *Inquiries into Human Faculty and its Development*, aunque su primera obra propiamente eugenésica (*Hereditary Talent and Character*) data de 1865. A lo largo de su vida se esforzó en convencer a sus contemporáneos de la necesidad de la eugenesia, sin que su idea de ella experimentase la más mínima transformación. Tanto es así, que, según su discípulo, continuador y biógrafo, Karl Pearson, *Hereditary Talent and Character*, más que su primera exposición del tema, pudo haber constituido el resumen final de su obra.

La definición de 1883, en la que aparece por primera vez el término eugenesia, es la siguiente:

> El cultivo de la raza, o, como podríamos llamarlo, las cuestiones «eugénicas», esto es, cuestiones que tratan de lo que se llama en griego *eugenes*, o sea, de buena raza, dotado hereditariamente de buenas cualidades. Ésta y la palabra relacionada, *eugeneia*, etc., son aplicables igualmente al hombre, las bestias y las plantas. Deseábamos ardientemente una palabra breve que permitiera expresar la ciencia de la mejora de la materia prima, que de ninguna manera se limita a cuestiones de emparejamientos juiciosos, sino que –y especialmente en el caso del hombre– toma conocimiento de todas las influencias que tienden, aunque sea en el grado más remoto, a dar a las razas o linajes de sangre más adecuados, una mayor posibilidad de prevalecer, con más rapidez que lo que normalmente pudieran hacer, sobre los menos adecuados. La palabra *eugenesia* expresaría suficientemente bien la idea (Galton, 1883,1988, p. 104).

Las principales características que presenta el concepto de eugenesia, extraído de esta cita y de otras semejantes de las obras de Galton, son las siguientes:

1. La eugenesia nace con la pretensión de ser una ciencia: la ciencia de la mejora del linaje. Como tendremos oportunidad de comentar después, Galton consideraba que la cuestión de la procreación humana era de la máxima importancia, ya que las principales características de las personas, particularmente las intelectuales y morales, eran rígidamente hereditarias. En consecuencia, la evolución presente y futura de la sociedad estaba no sólo condicionada, sino incluso determinada por la diferente tasa reproductiva de los distintos estamentos (razas, clases, grupos nacionales, etc.), cuyos atributos y papeles sociales eran una consecuencia de sus diferentes características hereditarias.

La amplitud de lo hereditario, en opinión de Galton, abarcaba prácticamente todas las características humanas. Dirá en su primera obra eugenésica:

> La predisposición a cualquier forma de enfermedad o malformación puede hacerse hereditaria. Así, son hereditarias las enfermedades del corazón; lo son los tubérculos en el pulmón; lo son también las enfermedades del cerebro, del hígado y del riñón; y lo mismo pasa con las enfermedades de ojos y oídos. Las enfermedades generales son igualmente hereditarias, como la gota o la locura. Por herencia se transmiten tanto la longevidad como las muertes prematuras. Si consideramos una clase de peculiaridades más recóndita en su origen, encontraremos que la ley de la herencia sigue siendo válida. Una susceptibilidad morbosa a las enfermedades contagiosas o a los venenosos efectos del opio y del calomel, y la aversión al sabor de la carne, todo ello vemos que es heredado. Y lo mismo sucede con el ansia por la bebida o por el juego, la pasión sexual desmedida y la proclividad a la indigencia, a los crímenes violentos y a los fraudes.
>
> Hay ciertos tipos marcados de carácter asociados a marcados tipos de rasgos y de temperamento. Sostenemos axiomáticamente que estos últimos son heredados, siendo demasiado consistente con las analogías que nos aportan los animales como para hacer necesarios más argumentos, y por lo tanto, inferimos lo mismo para los primeros. Por ejemplo, la cara del hombre luchador es cuadrada, burda y con fuerte mandíbula. Difiere de la del ascético, el voluptuoso, el soñador y el charlatán.
>
> Aún más fuertemente marcados que estos son los rasgos típicos y los caracteres de las diferentes razas del hombre. Los mongoles, judíos, negros, gitanos e indios americanos propagan respectivamente sus tipos, y cada tipo difiere de los otros cuatro en carácter e intelecto, así como en color y aspecto (Galton, 1865, p. 210).

2. Se apoya en las teorías de la herencia y la evolución existentes en su época, en particular en las doctrinas premendelianas de la herencia y en la teoría de la evolución darwiniana. Las ideas de Galton sobre la herencia no estaban basadas en el mendelismo que, en aquella época, aún no gozaba de reconocimiento dentro de la comunidad científica. Como es sabido, aunque los trabajos de Mendel datan de 1865, pasaron totalmente desapercibidos hasta su redescubrimiento por Hugo de Vries, Carl Correns y E. von Tschermak en 1900. Galton reconocía las insuficiencias de los conocimientos de la herencia y avanzó distintas teorías –como la ley de la herencia ancestral y la noción de *stirp*– relativas al estudio de los caracteres hereditarios. Prestó especial atención al estudio de los caracteres de variación continua, para lo que desarrolló diversas nociones de estadística –como los conceptos de correlación y regresión– que dieron lugar al nacimiento de la biometría, y fue un precursor de lo que con el tiempo llegaría a ser la genética cuantitativa (o mejora genética).

La teoría de la evolución por selección natural de Darwin tuvo una influencia muy marcada en su pensamiento. De hecho, la pretensión de Galton era que la eugenesia reemplazase a la selección natural, ya que consideraba que la acción de esta última sobre las poblaciones humanas estaba muy debilitada por el papel amortiguador de la civilización, en especial en las zonas urbanas, con resultados desastrosos (según su vaticinio) sobre la calidad biológica, intelectual y moral de la humanidad.

3. Pese a sus pretensiones científicas, la eugenesia de Galton tenía un marcado carácter ideológico y estaba cargada de juicios de valor acerca de los grupos humanos. El racismo, el clasismo, el elitismo o el sexismo eran explícitos en sus obras. Desde una perspectiva actual, estas ideas nos parecen extremadamente reaccionarias y contrarias a la sensibilidad social dominante e incluso a los derechos humanos. Pero hay que tener en cuenta que eran compartidas por la mayoría de sus contemporáneos. En este sentido, Galton puede ser considerado un exponente característico de la clase media inglesa de la época victoriana. Pese a esta ideología conservadora, en algunos casos intentó que sus puntos de vista representasen posiciones sociales avanzadas, como, por ejemplo, en su crítica de las oraciones religiosas, que consideraba decididamente inútiles.

Es de notar que, aunque el racismo estaba indudablemente presente en Galton, no llegó a jugar un papel destacado en su teorización

de la eugenesia, tal vez porque la presencia de distintos colectivos étnicos no era muy grande en la Inglaterra de la segunda mitad del siglo XIX y, en consecuencia, tenían una escasa proyección práctica para el programa social eugenésico. No ocurrió lo mismo con la importancia otorgada a las diferencias de clases sociales y su distinta tasa reproductiva, que fueron elementos muy importantes de la eugenesia galtoniana.

4. Como acaba de ser apuntado, uno de los objetivos centrales de la eugenesia formulada por Galton era impulsar la acción de la selección natural para conseguir lo que ahora llamaríamos la mejora genética de la población, lo que en sus palabras era denominado el «perfeccionamiento de la raza». Comentará a este respecto que «lo que la naturaleza hace ciega, lenta y burdamente, el hombre debe hacerlo previsora, rápida y suavemente» (Galton, 1904, 1988, p. 170). Para Galton, como hemos citado, la acción de la selección natural estaba muy debilitada, especialmente en las zonas urbanas, debido a los efectos de la civilización. En este sentido, estirpes que de ninguna forma sobrevivirían para dejar descendencia no sólo se perpetuaban, sino que lo hacían a una tasa reproductiva superior a la de las estirpes mejor dotadas. Esto tenía como consecuencia una degeneración paulatina de la población inglesa, con efectos potencialmente desastrosos para el futuro. Como expresión de esta degeneración, Galton señalaba las dificultades militares que estaba atravesando el Imperio británico en aquella época.

La función de la eugenesia era, pues, la de efectuar una especie de selección artificial dirigida que sustituyese a la otrora eficaz selección natural y que cumpliese una suerte de programa de acción política encaminado a regenerar biológicamente a la población inglesa. En sus palabras:

> Supongamos por un momento que la práctica de la eugenesia elevara, de aquí en adelante, la media de calidad de nuestra nación hasta alcanzar el nivel de la mejor parte de ella que hay actualmente, y consideremos el beneficio que se obtendría con ello. El tono general de la vida doméstica, social y política sería más elevado. La raza como un todo sería menos tonta, menos frívola, menos excitable y políticamente más prudente que ahora [...]. Estaríamos mejor adaptados para cumplir nuestras vastas oportunidades imperiales (ibíd., p. 167).

La idea de reemplazar la selección natural mediante la selección eugenésica supuso un cambio conceptual notable en la concepción de lo que en la teoría evolucionista se entiende por «individuos más

aptos». Este cambio conceptual, que está presente en Galton, se ha mantenido constante en todas las corrientes eugenistas desde entonces. Se trata de lo siguiente. Para la teoría evolucionista darwiniana los individuos más aptos (o más eficaces) son aquellos que, en promedio, dejan más descendientes, por lo que sus características hereditarias tenderán a aumentar de frecuencia en las poblaciones y, en consecuencia, irán haciéndose predominantes. Tanto es así, que, en la genética de poblaciones moderna, la eficacia biológica darwiniana se cuantifica precisamente mediante la tasa reproductiva diferencial que presentan los distintos genotipos considerados.

Evidentemente, este concepto de «eficacia» o de «aptitud» es forzosamente relativo. Hace referencia a una capacidad que se manifiesta en un ambiente determinado, por lo que los cambios ambientales pueden afectarla positiva o negativamente. En cualquier caso, su valoración se ha de realizar siempre en función de sus consecuencias reproductivas.

Para los eugenistas, sin embargo, la caracterización de «más aptos» hacía referencia a habilidades de valor social (como la inteligencia o ciertas formas de moralidad) y no a la capacidad potencial o real de dejar descendencia. Las mejores estirpes, las que la eugenesia debía preservar y potenciar, no se definían en función de su capacidad de dejar descendientes sino basándose en unos criterios sociales que no tenían ninguna relación con el concepto de eficacia derivado de la selección natural darwiniana. Es más, eran los colectivos sociales supuestamente mejor dotados precisamente los que menos se reproducían. En este sentido, K. Pearson diría que «la selección natural había sido suspendida y sustituida por la "reproductora", que cedía el campo de batalla "a los más prolíficos en lugar de a los más aptos"» (Kevles, 1985, p. 35).

Cierto es que Galton pensaba que, sin el papel amortiguador de la civilización, las que consideraba peores estirpes sucumbirían inexorablemente dejando paso a los más fuertes física, intelectual y moralmente. Pero el hecho que pretendo destacar aquí es que lo que el programa eugenésico se proponía era, literalmente, invertir los efectos que la selección natural estaba teniendo al favorecer, en el ambiente determinado del desarrollo de la civilización industrial, a unas estirpes que desde el punto de vista de los eugenistas eran las menos aptas. Este punto de vista eugenésico no se derivaba, como acabamos de ver, de ninguna consideración evolutiva sino de la

particular concepción ideológica y social de sus defensores y de las ideas sobre la herencia extremadamente deterministas en las que se apoyaban. Las referencias a consideraciones evolutivas eran analogías que otorgaban un ropaje científico a una doctrina de carácter marcadamente social.

5. Los métodos propugnados por Galton para poner en práctica su programa se basaban, sobre todo, en la necesidad de una educación cívica que hiciese tomar conciencia de su papel social a las personas, un papel distinto según fuesen las características hereditarias de cada cual. Sin embargo, este papel no se establecía de una forma individual. Para Galton, los atributos hereditarios eran propios de las colectividades (razas, clases, grupos nacionales, etc.) y era entre estos grupos entre los que se debía estimular o desaconsejar la procreación. Se trataría, en consecuencia, de una combinación de eugenesia positiva (estimular la procreación de los mejores) y negativa (impedir o reducir la de los grupos inferiores).

Se ha destacado en muchas ocasiones que Galton era sobre todo un eugenista positivo, que creía en la importancia de la educación y en el establecimiento de un sistema de estímulos para poner en marcha el programa eugenésico. Con ser esto cierto, el tipo de educación que propugnaba implicaba una muy marcada estratificación social. Creía que la selección debía realizarse en todas las clases, porque todas podían beneficiarse de la mejora eugenésica, pero dentro de los límites estrictos de cada una. Así dirá: «Estamos justificados si afirmamos categóricamente que las características naturales de cada raza humana admiten un gran margen de perfeccionamiento en muchas direcciones fáciles de especificar» (Galton, 1883, 1988, p. 87). Pero estos márgenes también eran claros: «La sociedad sería muy aburrida si todos los hombres se parecieran a los muy estimables Marco Aurelio o a Adam Bede. El propósito de la eugenesia es representar a cada clase o secta por sus mejores especímenes» (ibíd., p. 166).

De todos modos, no conviene exagerar la confianza de Galton en los efectos benéficos de la educación para el avance de la eugenesia positiva. Aunque este era su punto de vista dominante, de forma subordinada la eugenesia negativa también estaba presente, y no solamente en forma de persuasión y práctica voluntaria. Estimaba que la sanción moral era muy importante y creía que «las influencias sociales, de todo tipo, tienen al final un inmenso poder y son muy variadas. Si los matrimonios impropios desde el punto de

vista eugénico fueran socialmente proscritos, o incluso considerados con el poco razonable disfavor con que son considerados los matrimonios entre primos, muy pocos se realizarían» (ibíd., p. 170). Pero si esto no era suficiente, no dudaba en propugnar el uso de la coerción: «El torrente de la caridad es limitado, y para acelerar la evolución hacia una humanidad más perfecta, un requisito es que se distribuya para favorecer las razas mejor adaptadas. No he hablado de la represión del resto porque supongo que se sigue indirectamente de lo dicho» (ibíd., p. 129).

Como las experiencias históricas se encargaron de mostrar con la mayor crudeza, la eugenesia negativa aplicada a colectivos siempre lleva asociado el uso de algún tipo de coerción. Peter Medawar lo sentenció al afirmar rotundamente que «no se puede practicar un régimen de mejoramiento genético en el marco de una sociedad que respete los derechos individuales» (Medawar, 1972, p. 116).

Definición moderna de eugenesia

Dado que nuestro objetivo es seguir los cambios que se han ido produciendo en el concepto de eugenesia hasta llegar al momento presente e identificar los elementos constantes, si es que los hay, del ideario eugenésico, presentaremos ahora una definición actual de la eugenesia. La *Gran Enciclopedia Larousse* recoge la siguiente:

> Conjunto de métodos encaminados a mejorar el patrimonio genético de las familias, de las poblaciones o de la humanidad, dificultando la reproducción de los genes considerados perjudiciales (*eugenesia negativa*) o promoviendo la reproducción de los genes considerados como beneficiosos (*eugenesia positiva*) (Larousse, 1988, p. 4.101).

Para perfilar mejor la definición, es conveniente que precisemos el alcance que damos al concepto de eugenesia, ya que no todos los autores que se han ocupado de ella utilizaron los mismos criterios de definición. Por ejemplo, José Luis Luján ha propuesto una definición de eugenesia restringida a «las propuestas de afrontar problemas sociales mediante intervenciones tendentes a cambiar, de un modo u otro, el patrimonio genético de la humanidad» (Luján, 1991, p. 138), excluyendo explícitamente de ella los procedimientos terapéuticos, aunque conlleven cambios genéticos hereditarios:

> Cuando en nuestros días se habla, pongamos por caso, de terapia génica de células germinales, de sondeos génicos parentales y prenata-

> les, y de tecnologías de reproducción, se hace referencia a la solución de problemas que deben calificarse como estrictamente sanitarios [...]. El uso de la ingeniería genética humana y las tecnologías de reproducción para solucionar estos problemas posee importantes impactos sociales y psicológicos, pero, en mi opinión, tiene poco que ver con el concepto tradicional de eugenesia (Luján, 1992, p. 207).

El punto de vista de vista que adoptaré en esta exposición implica una definición de eugenesia de mayor amplitud. Cualquier intervención, individual o colectiva, que modifique el patrimonio genético hereditario será considerada dentro del campo de la eugenesia, independientemente de los fines, sanitarios o sociales, que persiga.

Las razones que me llevan a preferir este uso menos restringido del concepto de eugenesia son varias. En primer lugar, en la idea tradicional de Galton las intervenciones eugenésicas incluían el mejoramiento físico de los individuos. En 1904 hacía la siguiente caracterización de la eugenesia:

> Las esencias de la eugenesia podrían definirse fácilmente. Todas las criaturas estarían de acuerdo en que es mejor estar sano que enfermo, vigoroso que débil, bien adaptado que mal adaptado para la participación en la vida. En resumen, que es mejor ser buenos que malos especímenes de la clase, cualquiera que ésta sea (Galton, 1904, 1988, p. 166).

Además, Galton consideraba que existía una estrecha correlación positiva entre el vigor físico y las dotes intelectuales y morales, razón por la cual la mejora eugenésica de unos u otros rasgos no debería presentar ninguna contradicción: «La mayoría de los grandes hombres son vigorosos animales, con exuberantes poderes y con una gran devoción a una causa. No hay razón para suponer que si se procrea en función de un alto nivel de intelecto se va a producir una raza estéril o débil» (Galton, 1865, p. 205).

La preocupación por la eliminación de las patologías genéticas fue una constante todavía más acentuada en sus seguidores, desde que los eugenistas abrazaron el mendelismo, sobre todo en los Estados Unidos. Charles Davenport, el principal eugenista norteamericano de la primera mitad del siglo, investigó, formando parte de su programa eugenésico, la herencia de distintas dolencias, como la enfermedad de Huntington (llamada en aquella época Corea de Huntington).

El desarrollo de la genética humana en Inglaterra y Estados Unidos estuvo muy influenciado por la corriente de eugenesia re-

formista, que cada vez se inclinaba más hacia un enfoque médico del tratamiento de la herencia humana. Uno de los exponentes más sobresalientes de esta corriente, H. Muller, acuñó el concepto de lastre genético y formuló propuestas de eugenesia negativa, inspiradas en la necesidad de reducirlo mediante la eliminación de genes deletéreos recesivos, causantes de enfermedades. En su opinión, la acumulación de mutaciones debidas al aumento de las radiaciones ionizantes producidas por la energía nuclear, por un lado, y los avances de la medicina, por otro, tenía como consecuencia el crecimiento de la frecuencia de genes deletéreos que se transmitían a las siguientes generaciones, haciendo aumentar el lastre genético de las poblaciones humanas, hasta que llegue un momento en que «todos serán inválidos, y cada uno a la manera propia de su familia» (Kevles, 1985, p. 215-216). Esta creencia de Muller en los efectos disgénicos de la civilización moderna era eco, como apunta Kevles, de la eugenesia del comienzo del siglo XX.

Los defensores actuales de la eugenesia, como J. Glover, J. Harris o H. Tristram Engelhardt, incluyen dentro de sus propuestas tanto las cuestiones sanitarias como las sociales (como la mejora de la inteligencia), al igual que lo hacían los eugenistas de principios de siglo. Llama la atención que estos autores no utilizan el término eugenesia para calificar sus propuestas, pero no cabe duda que lo son en el sentido más estricto del término, ya que incluyen el perfeccionamiento genético de características sociales. Ninguno de ellos establece una frontera conceptual entre mejorar la aptitud hereditaria de la inteligencia o la resistencia a enfermedades, aunque sí reconocen que los atributos de base poligénica suponen un reto técnico mucho mayor que los caracteres determinados por genes mendelianos simples, por lo que la actuación sobre los primeros está mucho más lejos y quizás no sea posible en todos los casos.

Otra de las razones para no dejar fuera del concepto de eugenesia el tratamiento de las enfermedades hereditarias es que la cuestión de lo que debe ser considerado patológico no siempre está clara. En casos de enfermedades graves, de efectos drásticos, esta ambigüedad no existe, pero en casos de dolencias benignas no parece fácil establecer una frontera. En ocasiones, se trata simplemente de una cuestión de frecuencia de un rasgo en la población, por lo que tiende a asociarse lo patológico con lo «raro», o simplemente infrecuente. En otros casos, ciertos caracteres de comportamiento son considerados como patológicos porque son poco desea-

dos socialmente. En este sentido, hay defensores de la eugenesia que consideran que conductas como la homosexualidad constituyen una patología que puede ser tratada mediante terapia génica, al igual que cualquier otra enfermedad de base genética. Resulta interesante analizar estos casos dentro de la problemática de la eugenesia, ya que en las propuestas para su tratamiento subyace la misma ideología que caracteriza a las formulaciones eugenistas más genuinas. El supuesto carácter sanitario de algunas de ellas no parece suficiente razón para que no sean consideradas como eugenésicas. Algunos autores, como J. Testart, han hecho hincapié en el carácter médico de la eugenesia: «Hemos de precisar enseguida que la tradición eugenésica, y sobre todo su versión "científica" de principios del presente siglo (alrededor de 70.000 personas esterilizadas en los países democráticos) es fundamentalmente médica» (Testart, 1998, p. 21).

Por todos estos motivos, consideraremos que las propuestas de erradicación de los genes calificados como «defectuosos» entra dentro del campo de la eugenesia (eugenesia terapéutica), tal como de hecho aparecía en la definición moderna expuesta más arriba. Este mismo punto de vista ha sido adoptado, además de por el citado J. Testart, por otros autores como J. Fleming o C. Romeo Casabona, que considera que «la nueva eugenesia está planteada por el momento como una cuestión médica, propia de la esfera de la relación médico-paciente y, por ello, como un asunto de salud individual; de salud de los propios interesados y de las generaciones futuras» (Romeo Casabona, 1997, p. 111).

Evidentemente, este uso extensivo del concepto de eugenesia, con parecerme el más adecuado, no resuelve todos los problemas de su conceptualización. Al incluir las acciones sanitarias basadas en decisiones individuales o familiares puede quedar un tanto desdibujado un aspecto esencial de la ideología eugenésica desde sus comienzos, el de constituir un programa de ingeniería social destinado a resolver problemas que presentan una dimensión política. Esto es especialmente patente en el carácter privado de la eugenesia terapéutica en detrimento del carácter colectivo (poblacional) de la eugenesia tradicional. Pero este cambio de lo colectivo a lo individual constituye, como veremos más adelante, una de las características de la evolución de la eugenesia ya desde los años treinta, con el desarrollo de la corriente de eugenesia reformista.

José Luis Luján propuso, como posible alternativa, la solución ecléctica de «utilizar la expresión "medidas eugenésicas" para referirnos a la eliminación de genes causantes de enfermedades génicas, y la expresión "medidas eugenistas" para referirnos a las políticas que pretenden solucionar problemas sociales realizando cambios en el acervo génico de la especie humana» (Luján, 1991, p. 151). Según este punto de vista, «las prácticas eugenésicas se distinguirán de las prácticas del eugenismo que constituye una ideología y un movimiento sociopolítico» (Hottois, 1991, pp. 113-114). Aunque no me ceñiré estrictamente a esta división, no me parece una mala alternativa para destacar estos dos aspectos de la eugenesia que estamos comentando.

Tipos de eugenesia

Tradicionalmente, la eugenesia fue clasificada en negativa y positiva, según la división establecida por C. W. Saleeby, con el beneplácito del propio Galton. Desde un punto de vista actual, la eugenesia negativa pretende evitar la proliferación de los genes defectuosos (para la eugenesia tradicional se trataría de impedir la multiplicación de los malos linajes). La eugenesia positiva persigue, por su parte, la proliferación de las estirpes o de los genes deseables o beneficiosos.

Aunque los objetivos son distintos, el resultado final de ambas sería el mismo, la evolución de las poblaciones hacia una mejora genética del tipo seleccionado (más saludable, más inteligente, etc.). Las principales diferencias radican en los métodos empleados o propugnados por cada una de ellas.

A continuación se enumeran los distintos procedimientos eugenésicos. La mayoría de ellos fueron puestos en práctica en el pasado o son utilizados en la actualidad, no siempre con finalidad eugenésica. Algunos, como la terapia génica germinal, aunque no han sido utilizados nunca en humanos, debido a que todavía están en fase de investigación, están relativamente cercanos desde un punto de vista técnico. Otros, como la partenogénesis, son meramente potenciales y nunca han sido experimentados, y aún no está claro que puedan llegar a ser factibles en el futuro.

Por supuesto, estas consideraciones sobre su viabilidad práctica no implican, como es lógico, ningún juicio ético sobre ellos. La eliminación física de un recién nacido, por ejemplo, no presenta

ninguna complejidad técnica aunque la repulsa moral de este procedimiento es casi unánime.

Procedimientos de eugenesia negativa

1. Prohibición del matrimonio.
2. Métodos anticonceptivos para reducir la natalidad.
3. Esterilización (voluntaria o forzosa).
4. Eliminación física (infanticidio o eutanasia).
5. Consejo genético.
6. Diagnóstico prenatal seguido de aborto provocado.

Los cuatro primeros son métodos de eugenesia tradicional, practicados durante la primera mitad del siglo en varios países. Los dos últimos empezaron a aplicarse a partir de los años cincuenta, con el desarrollo de la genética humana y el nacimiento de la biología molecular. Con ellos la eugenesia imprimió un giro significativo, debido al cambio de orientación desde una práctica con objetivos poblacionales (de política social) a otra fundamentalmente médica, basada en opciones privadas (individuales o familiares) de reproducción.

La interrupción voluntaria del embarazo cuando el feto posee algún tipo de enfermedad o malformación es denominada aborto terapéutico o, también, aborto eugenésico. Ninguna de las dos denominaciones es completamente apropiada. En el caso del calificativo terapéutico porque, aunque el aborto es realizado con una finalidad sanitaria, no persigue un objetivo propiamente terapéutico, en el sentido de buscar una terapia de curación para el feto.

La denominación de aborto eugenésico, por su lado, es insatisfactoria por dos razones. La primera es que su uso no siempre tiene un objetivo eugenésico, ya que muchas de las dolencias que pueden detectarse durante el período prenatal, y que podrían motivar el recurso a la interrupción del embarazo, no son hereditarias, aunque puedan afectar a los cromosomas. Únicamente en el caso de las enfermedades hereditarias estaríamos en presencia de una práctica propiamente eugenésica.

Una segunda razón, más importante si cabe que la primera, es que aun cuando sea utilizado con una finalidad claramente eugenésica (de impedir que un feto con una dolencia hereditaria pueda llegar a nacer), paradójicamente tiene efectos disgénicos, es decir, antieugenésicos. Esto es así porque en los casos de enfermedades causadas por genes recesivos (que son la mayoría), permite

la proliferación de estos genes, al estar presentes en los individuos heterocigóticos, que nacen al no ser interrumpido el embarazo, ya que no manifiestan la enfermedad. Téngase en cuenta que los genes recesivos, que se mantienen en baja frecuencia en las poblaciones, se encuentran sobre todo en los heterocigotos, mientras que los homocigotos recesivos son muchísimo más raros. Con la práctica del aborto «eugenésico» o «terapéutico» «se calculó que, en cincuenta generaciones, la frecuencia de los portadores del gen recesivo de la fibrosis quística crecería de cinco en cada cien a siete en cada centenar, lo que equivaldría al cincuenta por ciento» (Kevles, 1985, p. 235).

Procedimientos de eugenesia positiva

1. Estímulos a la procreación (económicos, privilegios sociales diversos, etc.).
2. Selección germinal mediante bancos de semen (eutelegénesis).
3. Clonación.
4. Partenogénesis.

Los individuos nacidos por partenogénesis tendrían que ser forzosamente femeninos, ya que ésta consiste en estimular el desarrollo embrionario de un óvulo sin fecundación, induciendo la duplicación de los cromosomas sin ser seguida de la consiguiente división mitótica.

Procedimientos mixtos

1. Diagnóstico preimplantatorio seguido de selección de embriones.
2. Diagnóstico preconcepcional seguido de selección gamética (ovocitos).
3. Terapia génica germinal.

Estos procedimientos, aunque fueron ideados, y son utilizados, para la eliminación de genes deletéreos –de eugenesia negativa, por tanto–, podrían ser empleados con fines de eugenesia positiva. De hecho, para muchas personas la frontera para su aceptación radica precisamente en la finalidad eugénica negativa (considerada éticamente aceptable) o positiva (éticamente inaceptable).

Originalmente la eugenesia negativa era la que presentaba mayores problemas, ya que estuvo asociada a prácticas represivas (como el internamiento y la esterilización al que fueron sometidas decenas de miles de personas en los Estados Unidos, como consecuencia de la aplicación de leyes eugenésicas en muchos Estados),

o incluso directamente criminales (como lo fue la eutanasia en la Alemania nazi).

Por su parte, las propuestas de eugenesia positiva, aunque podían ser calificadas de elitistas, no solían ir asociadas a demandas de prácticas represivas, razón por la cual resultaban bastante más aceptables. Muchos genetistas importantes de la primera mitad de siglo se adhirieron a programas de eugenesia positiva porque creían, tal vez ingenuamente, que significaban un progreso para la humanidad.

Hoy en día estas distinciones casi han desaparecido. Incluso podríamos decir que han tendido a invertirse los términos de la valoración. La eugenesia negativa moderna, basada en opciones privadas y voluntarias de reproducción, presenta el atractivo indudable de la posibilidad de erradicación de muchas enfermedades hereditarias. Por el contrario, algunas modalidades potenciales de la eugenesia positiva, como la clonación o incluso la propia terapia génica germinal, son consideradas indeseables y peligrosas por la mayoría de los especialistas (científicos, juristas, etc.) y de la opinión pública.

Evolución del concepto de eugenesia

Desde que Galton realizase la primera definición formalizada de eugenesia, ésta fue variando a lo largo del tiempo y del espacio. No solamente el desarrollo de las distintas disciplinas biológicas (como la genética de poblaciones o la genética bioquímica) sino, sobre todo, la evolución política y social de los distintos Estados que pusieron en marcha políticas eugenésicas condicionaron la evolución de las ideas sobre ella. Después de un período de desarrollo inicial, en el que la eugenesia fue ganando prestigio y adhesiones en la comunidad científica y entre la clase política, y que llegó a materializarse en forma de leyes que se aplicaron con distintos grados de amplitud en varios países (Estados Unidos y países escandinavos, principalmente), se entró en una fase de declive prolongado que comenzó en los años treinta y que se extendió hasta después de la Segunda Guerra Mundial, al conocerse las atrocidades del holocausto. En este momento, el desprestigio del movimiento eugenésico alcanzó su punto culminante, debido a los tintes genocidas de la política eugenésica del régimen nazi. Posteriormente, a partir de finales de los años cincuenta, las ideas eugenésicas volvieron a re-

surgir bajo nuevas formas y con objetivos distintos de los de la eugenesia clásica.

Realizaré un breve repaso histórico de la evolución de la eugenesia. Para ello me valdré de una división en cinco etapas, establecidas de un modo un tanto arbitrario (incluso se solapan en parte), aunque confío en que resulten bastante ilustrativas de los cambios operados y de los factores que influyeron en ellos. Los elementos que destacaré en cada una de ellas son: 1) las teorías científicas en que se apoyaron las ideas eugenésicas; 2) los métodos propugnados o utilizados; 3) los objetivos perseguidos (sociales y/o médico-sanitarios), y 4) el contexto social y político en el que se desarrollaron.

Etapa fundacional (1865-1911)

Comienza con la primera publicación eugenésica de Galton (*Hereditary Talent and Character*) y concluye con su muerte. En esta época la eugenesia echa sus raíces como doctrina y adquiere un nombre propio. Ya hemos comentado al hablar del origen del concepto de eugenesia las principales características que ésta tenía para su fundador. Me limitaré, pues, a sintetizarlas ahora.

En esta primera fase de establecimiento, la eugenesia, desde el punto de vista científico, se apoya fundamentalmente en la teoría de la evolución darwiniana y en las teorías premendelianas de la herencia. Por lo que hace referencia a la primera, la idea de progreso evolutivo mediante la selección de los más aptos prende firmemente en Galton aunque, como hemos visto, el concepto de aptitud que maneja no coincide con el que Darwin aplica a su teoría de la selección natural.

Por lo que se refiere a las doctrinas sobre la herencia, Galton contribuyó decisivamente al nacimiento de la biometría, al aplicar los métodos estadísticos al estudio de un buen número de caracteres, en especial a aquellos que presentaban una forma de variación continua. Establece la llamada ley de regresión a la media como parte de su estudio y desarrolla, en relación con ella, el concepto de tipo ideal, que gozó de gran influencia a lo largo de la historia de la eugenesia, aunque su formulación también fue cambiando con el tiempo. Así definía Galton este tipo ideal:

> Un concepto esencial de raza consiste en que debe haber una forma ideal típica, a partir de la cual los individuos se desvían en todas direcciones, pero alrededor de la cual tienden a agruparse, y hacia la que sus

> descendientes tienden también a agruparse. Hacia ese tipo central es hacia donde puede mejorarse más fácilmente una raza, porque nada nuevo debe ser seleccionado. Sólo sería necesario facilitar, hasta donde fuera ello practicable, la reproducción de los que más se ajusten al tipo central y frenar, hasta donde sea posible, la reproducción de los que se desvían mucho de él (Galton, 1883, 1988, p. 95).

También hemos destacado que las ideas sobre la herencia de Galton se basaban en un hereditarismo y determinismo muy estrictos que hacían que su programa eugenésico cobrase la mayor importancia mientras que prácticamente descartaba por inútil cualquier intervención de tipo ambiental.

Los métodos propugnados para este programa eugenésico eran sobre todo de eugenesia positiva y consistían en estimular la natalidad entre las clases altas. Estas medidas se complementarían con la reducción voluntaria (o incluso forzosa) de la natalidad entre los pobres, los deficientes mentales y todos aquellos grupos que se considerase que tenían una calidad genética inferior. Por último, contemplaba el internamiento de criminales, locos, y deficientes en general, para que no pudiesen procrear.

Los objetivos que perseguía Galton al propugnar su programa de mejora eugenésica eran variados, aunque todos ellos tenían una intencionalidad política explícita. Entre éstos destacaba la elevación del nivel intelectual, moral y físico de la «raza inglesa». Con ello se proponía contrarrestar la degeneración de la población, sobre todo urbana, provocada por los efectos de la civilización. El propósito final no era otro que conseguir que los «mejores» linajes sustituyesen a los «peores», para que el Imperio británico mantuviera su posición de privilegio en el mundo.

Estas preocupaciones sociales se alimentaban de la particular situación por la que atravesaba la sociedad británica de la segunda mitad del siglo XIX. De hecho, las crisis económicas del capitalismo ya habían empezado a hacer su aparición, con sus secuelas de paro y miseria. Del mismo modo, se estaba producimiento el crecimiento de la masa de obreros industriales en las ciudades inglesas en condiciones de vida paupérrimas. Este crecimiento demográfico, debido en parte a una alta tasa de natalidad, contrastaba con la tasa notablemente inferior de las capas altas de la población.

Galton creía que estos factores provocaban la decadencia paulatina de la calidad de la población, y consideraba que ésta era la causa de las dificultades bélicas por la que atravesara el Imperio

británico, en particular en la guerra de Crimea (1854-1855) y en la guerra de los Bóers (1899-1902).

Primera generación de seguidores (1902-1920)

Los primeros continuadores de la eugenesia desarrollaron su actividad principalmente en Inglaterra y en los Estados Unidos. En Inglaterra destacó sobre todo Karl Pearson, el principal discípulo de Galton. Pearson dirigió durante más de veinte años el Galton Laboratory of Eugenics, en el que realizó una intensa labor teórica. Puso los cimientos de los métodos estadísticos modernos y dio un gran impulso al desarrollo de la biometría. Durante toda su vida se opuso militantemente al mendelismo y fue uno de los principales protagonistas de la encendida controversia que tuvo lugar durante la primera década del siglo XX entre las escuelas biométrica (que él representaba junto con W. R. F. Weldon) y mendeliana (encabezada por W. Bateson).

La otra corriente de seguidores de la eugenesia británica estaba representada por la Eugenics Education Society, que estuvo presidida entre 1911 y 1928 por Leonard Darwin, hijo de Charles Darwin. Entre sus primeros miembros destacaba Ciryl Burt, que después se haría célebre por sus trabajos fraudulentos sobre la heredabilidad de la inteligencia.

Las relaciones entre estas dos instituciones nunca fueron buenas. Pearson despreciaba la labor de los miembros de la Eugenics Education Society, a los que consideraba unos propagandistas sin ningún rigor científico, que desprestigiaban las teorías eugenésicas. Él siempre consideró que había que centrarse en el trabajo académico y dotar a la eugenesia del máximo rigor, para que llegara a erigirse en una ciencia respetable. Además, le indignaba que la Eugenics Education Society se sintiese cada vez más proclive a aceptar las teorías mendelianas. Estos dos motivos le distanciaron de ésta, con la que nunca llegó a colaborar.

En los Estados Unidos el introductor y principal impulsor de la eugenesia fue Ch. Davenport, fundador de la Oficina de Registro Eugenésico en Cold Spring Harbor. En ella, además de impartir cursos donde popularizaba las ideas eugenésicas, hizo acopio de miles de expedientes donde se registraban las genealogías de gran cantidad de familias. Davenport, aunque profesaba gran admiración por Galton y Pearson, era un ferviente defensor del mendelismo. Gracias a él «una parte amplia de la “ciencia” eugenésica, princi-

palmente en los Estados Unidos, debió menos a Karl Pearson que a Gregor Mendel» (Kevles, 1985, p. 41).

Sus estudios ayudaron a establecer la naturaleza hereditaria de algunas dolencias, como la entonces llamada Corea de Huntington. Movido por su fe mendeliana, Davenport adjudicó gran cantidad de atributos humanos a la acción de genes simples. Entre ellos, «la demencia, epilepsia, alcoholismo, "pauperismo", criminalidad y, sobre todo, "debilidad mental", expresión que estaba entonces de moda y que se aplicaba sin discriminar a un vasto ámbito de deficiencias de la mente» (ibíd., p. 45). Pero quizás las explicaciones más extravagantes fueron las de la causa de la prostitución, que atribuía al «"erotismo innato" que imponía un elemento mendeliano dominante» (ibíd., p. 50) y la de «la "talasofilia", el amor al mar, que había notado en los oficiales navales, y del cual concluyó que tenía que ser un rasgo recesivo, ligado al sexo, como el daltonismo, porque casi siempre se encontraba en los varones» (ibíd., p. 47).

Si los eugenistas de la primera hornada eran enemigos declarados del mendelismo, con Davenport se produce un cambio sustancial, hasta el punto de que a partir de él el mendelismo constituyó un rasgo definitorio de la búsqueda de explicaciones científicas para la eugenesia.

Los métodos propugnados durante esta época varían según los países. En Gran Bretaña, además de seguir propugnando los mismos métodos de Galton de estimular o proscribir la natalidad según los casos, se empiezan a realizar registros genealógicos de familias: «Pearson se apoyaba, y no poco, en numerosos voluntarios de su plana mayor o llegados de distintos lugares de Inglaterra. Algunos eran médicos y otros asistentes sociales. Acopiaban, en hospitales, escuelas y hogares particulares, material sobre la "herencia" de capacidades científicas, comerciales y legales, y también sobre el hermafroditismo, hemofilia, paladar hendido, labio leporino, diabetes, sordomudez, polidactilia (más de cinco dedos) o braquidactilia (dedos cortos), locura y deficiencia mental» (ibíd., p. 39).

En los Estados Unidos, además de los ya comentados estudios genéticos de caracteres mendelianos y el archivo de registros familiares, se hace propaganda de la necesidad de estimular o proscribir la natalidad según los grupos sociales. A diferencia de Inglaterra, esta propaganda se centra en los grupos raciales o étnicos procedentes de la inmigración, a los que se ve como una amenaza. En esta época, además, se empiezan a aprobar las primeras leyes de esterilización, siendo la de Indiana la primera en entrar en vigor en 1907.

Los objetivos perseguidos por el movimiento eugenésico también varían algo según el contexto social de cada país. En Inglaterra, no varían esencialmente de los formulados por Galton. Aunque Pearson procedía de una cierta tradición socialista, creía, al igual que su mentor, que Gran Bretaña se hallaba en situación de deterioro nacional y postulaba la eugenesia como antídoto para él. Consideraba, como antes lo hiciesen Malthus y Spencer, que «medidas tales como el salario mínimo, jornada laboral de ocho horas, atención médica gratuita y reducción de la mortalidad infantil fomentaban el aumento de los inutilizables, los degenerados y los débiles física y mentalmente» (ibíd., p. 35).

En los Estados Unidos constituía una obsesión entre los eugenistas el combatir la «debilidad mental» e impedir el declive del nivel medio de inteligencia. Según ellos, este declive estaba producido por las oleadas de inmigrantes procedentes del sur y del este de Europa. Además, la eugenesia se veía como un método eficaz para reducir otras «lacras sociales» como la delincuencia, el alcoholismo, la prostitución, la pobreza, etc., y reducir la transmisión de enfermedades hereditarias. Para la mayoría de los eugenistas, unas y otras (lacras y enfermedades) tenían las mismas causas y debían ser tratadas con los mismos métodos.

El contexto social en el que se desarrolló la eugenesia en esta época no varió en Inglaterra con respecto de la época de Galton. En los Estados Unidos, la intensa inmigración condicionó gran parte de las motivaciones del movimiento eugenésico. Los inmigrantes procedentes del este y sur de Europa no solamente llegaban en oleadas que empezaban a sustituir a las anteriores corrientes migratorias procedentes del norte de Europa. Además, sus tasas de natalidad eran muy elevadas. En esta situación las leyes de esterilización y las medidas de restricción de la inmigración que después se pusieron en práctica eran vistas por muchos eugenistas como la forma de proteger la calidad genética de la sociedad norteamericana, que ellos creían superior a la procedente de los países mediterráneos, así como a la de las comunidades indias y negra. Norteamérica se caracterizaba, además, por una fuerte estratificación social, con gran presencia del racismo en la ciencia y en la sociedad, y unos niveles de pobreza muy extendidos en grandes capas de la población.

Estos factores fueron determinantes para el desarrollo del movimiento eugenésico. Kevles ha postulado en este sentido que «ni la literatura sobre la eugenesia, ni el clima intelectual preexistente de

darwinismo social en que aquélla floreció, bastaron para crear un movimiento eugenésico. Fueron esenciales para ello los cambios que pusieron en tensión a Gran Bretaña y los Estados Unidos entre el final del siglo XIX y los primeros años del XX: industrialización, florecimiento de los grandes negocios, crecimiento desmesurado de las ciudades y barrios miserables, la voluminosa migración desde el campo y, en especial en los Estados Unidos, la inmigración» (ibíd., p. 68). En este contexto, la eugenesia se constituyó en un programa político para resolver los problemas sociales, que se creían hereditarios.

Apogeo de la eugenesia (1910-1945)

El mayor desarrollo del movimiento eugenésico, desde el punto de vista de la aplicación práctica de su ideario, tuvo lugar en los Estados Unidos, Alemania y los países escandinavos. Este período se extiende desde la generalización de las leyes de esterilización en los Estados Unidos hasta el final de la Segunda Guerra Mundial. Aunque ceñiremos nuestro comentario sobre él a los Estados Unidos y Alemania, es de destacar que la extensión de las esterilizaciones por motivos eugenésicos en los países escandinavos fue de un orden de magnitud superior al practicado en Estados Unidos, aunque también se debe subrayar que estas prácticas no se hicieron extensivas a la eliminación física de personas por motivos raciales, como sí ocurriría en Alemania. Sobre este aspecto particular J. Gayon señala que «si los americanos hubieran esterilizado a la misma proporción de personas mentalmente deficientes que los escandinavos, habrían esterilizado a 49.000 personas por año, es decir, más del número realmente esterilizado en más de 40 años» (Gayon, 1997, p. 86).

En Gran Bretaña, que había sido la cuna de la eugenesia y que en las primeras décadas de este siglo contó con una buena cantera de propagandistas de ella, las doctrinas eugenésicas no llegaron a ponerse en práctica, quizás porque el contexto político británico no fue propicio para ello. Según Diane Paul, la eugenesia americana estaba fuertemente condicionada por motivos étnicos o raciales, mientras que la británica se preocupaba sobre todo de las masas obreras de las urbes industriales. Según este punto de vista, la clase obrera británica era muy numerosa y políticamente influyente, al contrario de lo que ocurría con las comunidades inmigrantes en

Estados Unidos, que soportaron la mayor parte de las consecuencias de la política eugenésica.

En Alemania, la eugenesia no se apoyó únicamente en la genética humana, sino también en estudios antropológicos y fisiológicos. Especialmente destacados en este sentido son los trabajos del antropólogo E. Fischer y su discípulo, el fisiólogo y genetista O. von Verschuer, que tuvo como colaborador a J. Mengele.

En los Estados Unidos este período supone una continuación del anterior, pero con un desarrollo a mucha mayor escala de las prácticas eugenésicas. Desde el punto de vista conceptual no existen diferencias entre uno y otro, con la salvedad de que la sicología, en forma de test de inteligencia, se empleará profusamente para detectar la supuesta debilidad mental hereditaria. Los más importantes sicólogos americanos introductores de los test mentales, como H. Goddard, L. Terman y R. Yerkes, fueron activos eugenistas. Los test mentales, que para su fundador Alfred Binet no implicaban ningún determinismo sobre el carácter hereditario e invariable de la inteligencia, se convirtieron en manos de los eugenistas americanos en un medio para detectar y discriminar a las personas a partir de sus supuestas capacidades innatas. En 1919, H. Goddard definía de este modo la inteligencia:

> Formulada en términos crudos, nuestra tesis consiste en afirmar que el principal factor determinante de la conducta humana es un proceso mental unitario que llamamos inteligencia; que ese proceso está condicionado por un mecanismo nervioso innato; que el grado de eficacia de dicho mecanismo nervioso y el consiguiente grado intelectual o mental que alcanza cada individuo dependen del tipo de cromosomas que aportan las células germinales; que, salvo los accidentes graves que pueden destruir parte de dicho mecanismo, las influencias posteriores inciden en muy pequeña medida sobre la inteligencia (Gould, 1996a, p. 169).

La síntesis entre la genética mendeliana y las teorías de la debilidad mental que pretendieron realizar los eugenistas americanos les llevó a postular que la inteligencia estaba determinada por un único gen de efecto dominante. En palabras de Goddard: «La inteligencia normal parece ser un carácter dominante, que se transmite de un modo realmente mendeliano» (ibíd., p. 171).

En consonancia con estos postulados teóricos los procedimientos eugenésicos se basaron en la extensión de los test de inteligencia y en la generalización de las leyes de esterilización. La hipótesis mendeliana resultaba muy útil para estos propósitos. Como apunta

S. Gould: «Por fin podría eliminarse el flagelo de la debilidad mental planificando de forma muy sencilla la reproducción. Cuando se trata de un solo gen, es posible seguirle el rastro, localizarlo y eliminarlo de la especie. En cambio, si la inteligencia depende de un centenar de genes, el control eugenésico de la reproducción está condenado al fracaso o a la desesperanza» (ibíd., pp. 171-172).

Las leyes de esterilización eugenésica se generalizaron en Estados Unidos a partir de 1907, en que fue aprobada la primera ley en el Estado de Indiana. En 1928 ya eran 21 Estados los que habían promulgado leyes de esterilización. «Después de 1929, otros 15 Estados adoptaron leyes similares. A la altura de 1949, 50.193 esterilizaciones habían sido llevadas a cabo oficialmente» (Gayon, 1997, p. 89).

Aunque también se promulgaron leyes de esterilización en diversos países de Europa, como Dinamarca (1929), Suecia y Noruega (1934), Finlandia (1935) y Estonia (1936), que dieron lugar a miles de esterilizaciones, fue en Alemania donde la política eugenésica alcanzó su punto culminante. En 1933 se aprobó la Ley para prevenir la procreación de hijos con enfermedades hereditarias (conocida como Ley de Esterilización Eugenésica). Desde esa fecha hasta 1937 fueron esterilizadas entre 300.000 y 400.000 personas. Posteriormente, las esterilizaciones fueron sustituidas por la Operación Eutanasia, mediante la cual fueron eliminadas más de 70.000 personas enfermas, para pasar después al exterminio masivo de comunidades enteras de judíos y gitanos.

En medio de este delirio genocida de eugenesia negativa, el dirigente de las SS H. Himmler puso en práctica un programa de eugenesia positiva llamado *Lebensborn*, o «Fuente de la vida», que pretendía mejorar la raza aria, realizando cruzamientos entre los mejores oficiales de las SS y mujeres seleccionadas por sus características raciales. «Los niños Lebensborn se educarían para ser obedientes, resueltos, patrióticos y convencidos de que su destino era dominar o destruir todas las razas o naciones "inferiores"» (Milner, 1993, p. 398).

Los objetivos perseguidos por el movimiento eugenésico norteamericano en esta época son los mismos que ya se formularan a principios de siglo, con Ch. Davenport, aunque de mayor envergadura. Esto es especialmente notorio no sólo en la extensión que alcanzó la política de esterilizaciones, sino también en las fuertes restricciones a la inmigración. Éstas se pusieron en práctica a par-

tir de 1924, con la aprobación del Acta de Inmigración, que imponía cupos muy restringidos a la entrada de europeos no pertenecientes a la «raza nórdica».

En Alemania, como ya hemos apuntado, la política eugenésica tenía una orientación explícitamente racista, con el objetivo manifiesto de eliminar las «razas inferiores» y la potenciación de la raza aria mediante el correspondiente programa de mejora (*Lebensborn*).

Hay una cierta tendencia a considerar que la eugenesia nazi y la eugenesia norteamericana durante esta época no mantenían ninguna relación. Sin embargo, esta relación existió, hasta el punto de que las leyes norteamericanas sirvieron de modelo para los autores de las leyes alemanas. Cuando en 1933 se aprobó la ley de esterilización eugenésica alemana, sus autores reconocieron la deuda intelectual que tenían con la eugenesia americana, hasta el punto de que la ley alemana estaba copiada en muchas de sus partes de las leyes en vigor en algunos estados de Norteamérica. El reconocimiento adquirió carácter oficial cuando, en 1936, la Universidad de Heildelberg nombró doctor *honoris causa* a Harry Laughlin, director de la Oficina de Registro Eugenésico, en Cold Spring Harbor, que en su día fundara Ch. Davenport. Al recibir el nombramiento, Laughlin afirmó que «lo aceptaba no sólo como un honor personal, sino también como "prueba de la comprensión coincidente de los científicos alemanes y estadounidenses de la naturaleza de la eugenesia"» (Kevles, 1985, p. 105).

La situación social y política que permitió esta extensión de la política eugenésica en los Estados Unidos es semejante a la ya comentada para el período anterior, pero en un contexto de mayor crisis social (*Crack* del 29). En Alemania el régimen nazi únicamente pudo llevar adelante su política genocida con una feroz represión política, la eliminación total de los derechos democráticos y la militarización completa de la sociedad. Parece bastante obvio que sin un grado de represión social muy elevado no sería posible una política eugenésica tan extrema. Pero de aquí no debe concluirse que en las sociedades democráticas no son posibles prácticas eugenésicas fuertemente discriminatorias e incluso directamente represivas. En los Estados Unidos la política eugenésica se puso en práctica manteniendo los derechos democráticos desde el punto de vista legal, y lo mismo ocurrió en los países escandinavos, si bien es cierto que se produjeron múltiples violaciones de aquellos, sobre todos entre las capas de la población más desfavorecidas socialmente.

Eugenesia reformista (1925-1965)

Lo que aquí llamamos eugenesia reformista, siguiendo la denominación de D. Kevles, fue un movimiento de crítica que aparece a mediados de los años veinte en los Estados Unidos e Inglaterra y se desarrolla en los años posteriores como una reacción a los excesos de la corriente principal de la eugenesia. Un determinismo genético tan extremo que en ocasiones rozaba el ridículo, la aplicación masiva de las esterilizaciones forzosas basadas en causas más que dudosas y la ideología ultraconservadora de muchos destacados eugenistas de la corriente principal, particularmente el racismo declarado de muchos de ellos, provocaron que las críticas desde dentro del movimiento eugenésico comenzasen a oírse cada vez con más fuerza. Estas reacciones críticas alcanzaron su máxima expresión en los años cuarenta, al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando se dieron a conocer las atrocidades cometidas por los nazis, muchas de ellas amparadas en postulados eugenésicos.

Sin embargo, hay que precisar que la oposición a la línea eugenésica dominante no fue una consecuencia de la indignación antinazi, sino que la precedió en casi veinte años. Kevles ha comentado en este sentido que «la barbarie nazi acabó por provocar una irrefrenable reacción antieugenésica, la cual, quizá por su fuerza avasalladora, ocultó una realidad histórica más honda: muchos británicos y estadounidenses dados a la reflexión habían ya reconocido que la línea eugenésica principal encerraba muchos errores. Ciertamente, bastante antes del encumbramiento hitleriano, una coalición influyente se había opuesto a ella» (ibíd., p. 105).

La eugenesia reformista se desarrolla en los años anteriores a la Segunda Guerra Mundial y se refuerza especialmente después de ella. En este desarrollo jugó un papel de primer orden la preocupación de algunos eminentes críticos por reorientar la eugenesia hacia una disciplina sobre todo médica, con una sólida base genética. Son los años del nacimiento de la genética humana, que se apoya en la genética de poblaciones, en la genética bioquímica y, después, en la naciente citogenética. Algunos importantes genetistas y evolucionistas tuvieron un gran protagonismo en esta evolución. Fue el caso de H. B. S. Haldane, Lancelot Hogben y Julian Huxley en Inglaterra y de Hermann Muller y H. S. Jennings en Norteamérica. Todos ellos fueron renombrados investigadores que contribuyeron al desarrollo de distintas disciplinas biológicas.

Además de la preocupación por transformar la eugenesia en una práctica médica, los reformistas se caracterizaban en general por defender que las medidas eugenésicas debían ser voluntarias y circunscribirse al ámbito de decisión privado de los individuos y de las familias. Esto supuso un cambio sustancial con respecto de la eugenesia clásica. Se constata, pues, un doble cambio en esta evolución.

En primer lugar, de una práctica con fines poblacionales, en la cual las pautas reproductivas de amplias capas sociales son condicionadas, cuando no impuestas, desde instancias gubernamentales mediante la promulgación de leyes con la pretensión de inducir cambios en el acervo génico de la población, se pasa a una práctica privada basada en la libertad de las personas y de sus familias para ejercer sus derechos reproductivos a tener hijos, o a no tenerlos si sus características genéticas incluyen algún tipo de enfermedad hereditaria.

En segundo lugar, las metas eugenésicas también se reformulan para ir abandonando los objetivos iniciales de política social. En consonancia con esto, se abandona también el estudio de los caracteres susceptibles de una consideración subjetiva, más basada en prejuicios ideológicos que en análisis genéticos rigurosos. Caracteres como la «debilidad mental» son rechazados como objeto de análisis porque no son fácilmente mensurables y su evaluación deja un gran margen a la subjetividad. Haldane llegaría a decir que «una onza de álgebra vale más que una tonelada de discusión verbal» (ibíd., p. 108). Del mismo modo, los objetivos políticos ligados a los caracteres de conducta son reemplazados por objetivos sanitarios, basados en el análisis preventivo del riesgo de heredar ciertas enfermedades genéticas. En esta línea de trabajo destaca, en un principio, el estudio de los grupos sanguíneos, que podían ser determinados inequívocamente mediante pruebas antigénicas objetivas y que además no eran objeto de interpretaciones ideológicas sesgadas. En esta misma dirección, y de la mano del desarrollo de la naciente disciplina de la genética médica humana, se empiezan a realizar estudios genéticos y bioquímicos de distintas enfermedades hereditarias, como la fenilcetonuria.

A partir de los años cuarenta y cincuenta, entre los métodos utilizados por esta modalidad de eugenesia, se empieza a popularizar el consejo genético que, posteriormente, se completará con el diagnóstico prenatal y la práctica del aborto «terapéutico», que en los años sesenta es legalizado en varios países.

La reorientación del ideario eugenésico no implicó necesariamente que las utopías y fantasías eugenésicas de una humanidad mucho más desarrollada, basada en la promoción de los mejores genotipos, se abandonasen por completo. Tanto Haldane como Muller escribieron sendas obras basadas en estos ideales. La de Haldane se titulaba *Daedalus* y data de 1924. Por su parte Muller escribió *Out of de Night*, publicada 1935, en la que por primera vez exponía su idea de la eutelegénesis. El carácter de política social de este proyecto fue reclamado por el propio Muller y por Herbert Brewer quien, refiriéndose a los fines de la eutelegénesis, escribió en 1935: «Son el socialismo, el socialismo biológico... Suponen nada menos que la socialización del plasma germinal: establecer el derecho de cada individuo al legado de la dotación hereditaria más perfecta que exista» (ibíd., p. 161). En 1959, Muller retomó estas ideas en un nuevo proyecto de «selección germinal» y propuso el establecimiento de un banco de semen donde se almacenase el semen de personajes ilustres.

Podemos, pues, resumir los objetivos de la eugenesia reformista en los siguientes:

1. Expurgar la eugenesia de prejuicios racistas y clasistas.
2. Hacer de la genética humana una disciplina científica seria en la que pueda apoyarse la eugenesia.
3. Estudiar los caracteres hereditarios humanos con vistas a lograr la curación de las enfermedades hereditarias.
4. Mejorar el patrimonio genético recomendando una mayor procreación de los mejor dotados mediante la educación y la voluntariedad.

A la altura de los años sesenta la eugenesia reformista ya se había convertido casi por completo en una nueva disciplina. Se trataba de una eugenesia terapéutica basada en el tratamiento médico de desórdenes hereditarios. La genética humana hacía ya cierto tiempo que se había desembarazado del lastre de su vieja asociación con la eugenésica clásica y, en este contexto, incluso la propia palabra *eugenesia* tiende a no ser empleada, por sus connotaciones peyorativas y su asociación con el nazismo.

Época actual (a partir de 1970)

Terminamos este repaso histórico de la eugenesia en la época actual. Desde finales de los años sesenta y principios de los setenta

las prácticas de eugenesia terapéutica negativa se han generalizado, merced al enorme potencial de las técnicas de diagnóstico genético. La bioquímica, la embriología y la genética molecular han conocido en estos últimos años un desarrollo espectacular que está revolucionando no solamente los conocimientos básicos, sino que ha permitido la puesta en práctica de nuevas técnicas que hasta hace poco pertenecían al dominio de la ficción literaria. Especial mención merecen en este sentido la fecundación *in vitro* (FIV), las técnicas del ADN recombinante y, más recientemente, el Proyecto Genoma Humano.

Aunque el diagnóstico prenatal seguido de aborto provocado sigue constituyendo el método más utilizado en la actualidad para evitar la manifestación de enfermedades genéticas, en los próximos años serán el diagnóstico preimplantatorio (para la selección de embriones) y el diagnóstico preconcepcional (para la selección de gametos), que ya existen en la actualidad, los métodos más potentes para la eliminación de los genes deletéreos. Con estos procedimientos el diagnóstico de enfermedades, o incluso de la .propensión a padecerlas, está extendiéndose vertiginosamente. Si a esto añadimos la terapia génica germinal y la clonación en sus diversas variantes, las posibilidades teóricas de nuevas formas de eugenesia, no solamente terapéutica sino también perfectiva, se multiplican enormemente. Cierto es que ni la terapia génica germinal ni la clonación se han intentado aún en humanos (que se sepa), pero su aplicación con éxito en otros mamíferos las ponen a las puertas, desde el punto de vista técnico, para ser aplicadas a la especie humana. Son consideraciones sobre todo éticas y legales las que impiden de momento que este paso se pueda dar.

Junto al uso de métodos terapéuticos (de eugenesia negativa) que ayudan a combatir el sufrimiento y gozan de amplia aceptación, algunos filósofos y biólogos moleculares (como John Harris, Jonathan Glover o Lee Silver) vienen propugnando formas de eugenesia positiva (aunque no suelen llamarla por este nombre) para conseguir que las personas sean más resistentes a enfermedades, más longevas, más inteligentes o menos agresivas. Harris, por ejemplo, piensa que:

> Los beneficios de producir algunos seres humanos transgénicos con funciones realzadas son formidables, y estos beneficios podrían redundar en la sociedad en su conjunto así como en los individuos mismos. [...]

> Se podrían usar exploraciones genéticas para examinar fenotipos adultos probables (constitución, estatura, inteligencia, etc.) y solamente serían implantados o se permitirían llegar a término a los embriones prometedores (Harris, 1992, pp. 15, 195).

Unos años antes, el sociobiólogo E. O. Wilson, en su premiado ensayo sobre la naturaleza humana, consideraba que la eugenesia positiva era la única solución para superar las inclinaciones humanas más negativas, producto inevitable de nuestra naturaleza animal:

> Con el tiempo, se acumulará mucho conocimiento concerniente a las bases genéticas de la conducta social y se dispondrá de técnicas para alterar los complejos de genes por medio de la ingeniería molecular y una rápida selección mediante el *cloning*. Por lo menos, será posible el cambio evolutivo lento por medio de la eugenesia convencional. La especie humana puede cambiar su propia naturaleza (Wilson, 1979, p. 288).

El principal argumento esgrimido para apoyar este tipo de propuestas eugenésicas suele ser que si es moralmente lícito seleccionar embriones o cambiar genes para impedir el desarrollo de una enfermedad, no lo es menos para conseguir que los futuros individuos sean resistentes a dolencias devastadores (como el sida), a las que de lo contrario se verían expuestos. Y si podemos mejorar a los individuos para que sean resistentes a enfermedades, ¿por qué no podemos hacerlo para que sean más sociables o más inteligentes? Los derechos reproductivos de las personas, argumentan, deberían ser respetados para que cada familia decida libremente, dentro de las posibilidades disponibles, lo que considera mejor para sus futuros hijos.

Hay en estos argumentos un paso paulatino y gradual desde la eugenesia terapéutica negativa (con fines exclusivamente médicos) hasta la eugenesia positiva de perfeccionamiento (con una proyección político-social), en el más puro espíritu galtoniano, con la diferencia, no poco importante, de que las decisiones reproductivas se adopten de forma libre y voluntaria por las personas interesadas. Pero quizás debamos tener en cuenta lo que a este respecto apuntó Diane Paul:

> El problema no es el que la mayoría de nosotros tememos: un programa de Gobierno para criar mejores bebés. El peligro más probable es

> prácticamente el opuesto; no que el Gobierno intervenga en decisiones reproductivas, sino que no lo haga. Cuando todo se deja a la libertad de mercado es cuando más probabilidad hay de que se corrompan los frutos de la investigación del genoma (Silver, 1997, p. 290).

Las visiones modernas de eugenesia positiva radical no cuentan de momento con muchos defensores, ni entre la población general ni entre los especialistas (científicos o juristas), pero no por eso dejan de tener amplio eco en los medios de comunicación.

Otras prácticas eugenésicas, más en la línea de la eugenesia clásica, se han aplicado en Singapur, donde en los años ochenta fueron aprobadas diversas medidas legales por las que se concedían determinados privilegios sociales a parejas «con educación superior» para incentivar la natalidad. También en China fue aprobada en 1994 una ley de asistencia sanitaria materno-infantil que prevé chequeos prematrimoniales obligatorios y restricciones a la procreación en parejas que sean portadoras de enfermedades genéticas. Aunque este tipo de política eugenésica coactiva casi ha desaparecido, si nos atenemos al número de países que la practican, se está aplicando en la actualidad a más de la sexta parte de la población mundial, merced a la enorme población de la República Popular China.

La eugenesia actual presenta una situación bastante paradójica. La eugenesia negativa con fines terapéuticos se ha beneficiado del desarrollo espectacular de la investigación científica en el campo de la biología molecular y de la embriología, lo que ha permitido combatir más eficazmente el sufrimiento provocado por enfermedades intratables por otros medios. También se han ampliado las posibilidades reproductivas de muchas familias de riesgo, al proporcionarles la garantía de tener hijos sanos. Todo esto es indudablemente positivo y así es visto por la mayoría de la sociedad.

Estas posibilidades terapéuticas, sin duda beneficiosas, sirven también de alimento a la ideología eugenésica más genuina, que sigue estando presente, como hemos visto, con manifestaciones diversas. Los proyectos eugenésicos con fines de perfeccionamiento humano siguen siendo formulados, aunque para ello se prescinda del término eugenesia, que sigue siendo una palabra maldita. Sin embargo, el desarrollo científico crea no poca ansiedad social por los posibles usos abusivos de las nuevas tecnologías y, en este contexto, la eugenesia positiva suele ser percibida como una amenaza que debe ser evitada.

Cambios en la caracterización de la eugenesia

Sintetizaré ahora los cambios que se fueron produciendo a lo largo de este recorrido por la historia de la eugenesia.

1. El cambio más sustantivo fue el paso de una práctica destinada a modificar el acervo génico de las poblaciones con objetivos de política social, es decir, de resolver problemas sociales como la delincuencia o incluso la pobreza, a otra de orden médico basada en opciones privadas, bien individuales, bien familiares, de procreación. En este sentido, los objetivos se orientan cada vez más hacia la erradicación de las enfermedades hereditarias (eugenesia terapéutica). Hay una mayor preocupación e interés por combatir las causas de sufrimiento de las personas y favorecer su bienestar en detrimento de la obsesión por el perfeccionamiento de lo que en tiempos de la eugenesia clásica se denominaba plasma germinal, es decir, el material hereditario (ADN).

2. Aunque no ha desaparecido en absoluto del ideario eugenésico, la eugenesia positiva cuenta con pocos defensores, tal vez más influyentes de lo que a primera vista pudiese parecer. Frente a esto, algunos métodos de eugenesia negativa (de carácter terapéutico) forman parte de los programas sanitarios encaminados a reducir la incidencia de las enfermedades hereditarias. De hecho, el más importante proyecto de investigación en el campo de la biología, el Proyecto Genoma Humano, tuvo su primera justificación en la capacidad potencial para erradicar las enfermedades genéticas (no solamente las hereditarias).

3. Muchas de las características discriminatorias (racistas, clasistas, etc.) de la eugenesia clásica han sido eliminadas. También han desaparecido casi en su totalidad las prácticas eugenésicas coercitivas, si exceptuamos la República Popular China, que combina las orientaciones eugenésicas con criterios demográficos, en una política que es impuesta obligatoriamente.

4. También han cambiado, como no podía ser de otra manera, las disciplinas científicas en las que se han ido apoyando las propuestas o las prácticas eugenésicas a lo largo del tiempo. En un principio fueron la biometría y el mendelismo; a continuación la sicología (especialmente en Norteamérica); después la genética de poblaciones, la genética bioquímica y la citogenética; por ultimo, la irrupción de la biología molecular y los avances en embriología y ginecología (FIV) han transformado por completo las posibilidades de intervención eugenésica.

5. Como consecuencia de los puntos anteriores y de los cambios de mentalidad que los acompañaron, desaparecieron del lenguaje de la eugenesia las alusiones a los «mejores» o «peores» linajes, para pasar a referirse a los genes o directamente al ADN. La pretensión de estos cambios no es otra que dotar a la eugenesia de mayor rigor científico y de un lenguaje que sea, además, más aséptico y neutro desde el punto de vista social. El objeto de la eugenesia también se reorienta, pasando a ser, o bien privado (las familias portadoras de genes perjudiciales), o bien, si es colectivo, son las poblaciones o el conjunto de la humanidad, pero no ya las clases, las razas o, en general, los grupos superiores o inferiores.

6. Los adelantos científicos y tecnológicos están permitiendo una mayor capacidad de intervención sobre el genoma, de una magnitud muy superior a la derivada de los métodos de la genética clásica (mendeliana o cuantitativa). Por consiguiente, la eugenesia en la actualidad, aunque se presenta generalmente como una cuestión privada de procreación, puede tener enormes consecuencias públicas y sociales, incluso mayores de las que podían tener los programas eugenésicos tradicionales basados en la mejora genética clásica.

7. Esta situación plantea una curiosa paradoja: la eugenesia clásica pretendía cambiar el acervo génico de la humanidad, pero tal cosa resultaba prácticamente imposible con las técnicas utilizadas –por lo menos en la medida deseada–, aunque las consecuencias sociales en forma de políticas y prácticas discriminatorias fueron enormes. En contraste con esto, la eugenesia actual se orienta, en su mayor parte, al ámbito privado de los individuos, pero puede provocar cambios genéticos de gran alcance social, debido al enorme potencial de las técnicas de la biología molecular que se pueden utilizar, y que se desarrollarán aún más en el próximo futuro.

8. Desde el punto de vista social, los críticos de la eugenesia clásica hacían hincapié en los derechos privados de las personas a tener hijos o no tenerlos según su voluntad, sin tener que sufrir discriminaciones por ello. En este sentido, eran contrarios a cualquier tipo de injerencia de los poderes públicos en la libertad de procreación. En la situación que se está gestando en la actualidad, la defensa de los derechos humanos frente a las consecuencias indeseables de la eugenesia quizás pueda hacer necesaria, como apuntaba Diane Paul, la intervención gubernamental, para garantizar que los usos eugenésicos de las tecnologías reproductivas no pue-

dan atentar contra la dignidad de los individuos, o ser discriminatorios para terceras personas. Por este motivo, la oposición a la extensión de la eugenesia, sobre todo a la eugenesia positiva, puede conllevar límites a los derechos reproductivos individuales.

Constantes del ideario eugenésico

A lo largo de este ensayo he pretendido poner de manifiesto que no es posible referirse a la eugenesia como algo unívoco. La polisemia del término engloba de hecho toda una evolución histórica influida por una serie de factores científicos y sociales, que varían de unos países a otros dependiendo de las distintas tradiciones y situaciones históricas por las que atravesaron. No hay una única eugenesia, ni en las experiencias concretas de cada país, ni en los objetivos trazados en las distintas épocas, ni tan siquiera en la ideología eugenista subyacente (aunque quizás en este sentido pueda establecerse una mayor continuidad).

Sin embargo, si tiene algún sentido seguir utilizando el término eugenesia en la actualidad, aunque sea con una pluralidad de significados, es porque deben de existir algunas características comunes reconocibles en las distintas formas de eugenesia a lo largo de sus poco más de cien años de historia.

La primera de estas características es el determinismo biológico, considerando por tal la idea de que las facultades, comportamientos y relaciones sociales humanas están causados, de forma prácticamente determinante, por las características biológicas de los individuos, especialmente por su dotación genética, siendo, en consecuencia, hereditarios.

Sin el determinismo biológico no existiría la eugenesia, por lo menos no existiría la eugenesia como una ideología que pretende el cambio social a través de la modificación del acervo génico de las poblaciones humanas. Si los problemas que dificultan el progreso social no están determinados por la deficiente dotación genética de los individuos, carece de sentido intentar resolverlos actuando sobre ésta. Si el alcoholismo, la delincuencia o la pobreza no tienen ninguna relación directa con los genes, habrá que buscar en otro sitio la causa de estos fenómenos. Los eugenistas siempre se caracterizaron por la desconsideración de los factores ambientales, incluidos los casos en los que se aceptaba su influencia. Cuando Galton, al definir la eugenesia, se refirió a «todas la influencias que

tienden [...] a dar a los linajes de sangre más adecuados una mayor posibilidad de prevalecer» expresaba una opinión más bien retórica ya que, en la práctica, desconsideraba totalmente las consecuencias de dicha afirmación. Este menosprecio por los factores ambientales (sociales) ha sido una constante del pensamiento eugenésico hasta nuestros días.

Podría pensarse que este determinismo es claro en la eugenesia considerada en sentido estricto, es decir, en la que tiene pretensiones de ser una forma de ingeniería social, pero no en la eugenesia terapéutica o médica, en aquella que aparece ligada al movimiento de eugenesia reformista y que caracteriza a las prácticas de eugenesia actual. Sin embargo, la idea de dar prioridad a las intervenciones genéticas sobre las ambientales, típica de la eugenesia clásica, también está presente, aunque de forma mucho más matizada, en algunas propuestas de eugenesia terapéutica. La biotecnología, se afirma, es la garantía para la erradicación de las enfermedades, incluidas aquellas que dependen claramente de factores sociales (como malnutrición, problemas de higiene, etc.). Esta forma de pensar es manifiesta en autores como J. Harris, cuando pone como ejemplo de posibles cambios genéticos que pueden introducirse en el genoma de las personas la resistencia a la malaria. Podemos preguntarnos sobre la eficacia de este posible cambio genético a nivel poblacional, cuando la malaria ha sido totalmente erradicada en los países industrializados (los países de la Europa mediterránea, por ejemplo) sin necesidad de ninguna intervención genética, simplemente mejorando las condiciones de salud e higiene de la población, en particular, eliminando el mosquito transmisor de la enfermedad. Algunos de los propagandistas del Proyecto Genoma Humano, sin ser defensores de la eugenesia, han defendido ideas notablemente parecidas a éstas al afirmar: «Si tiene éxito, podría conducirnos al control definitivo de las enfermedades humanas, el envejecimiento y la muerte» (Lee, 1991, p. 11).

En mi opinión, esta forma de pensar tiene mucho en común con la idea eugenésica tradicional de mejorar el nivel intelectual, no mediante la educación, sino mediante cambios genéticos. Cámbiese nivel intelectual por resistencia a enfermedades (incluidas las provocadas por factores claramente sociales) y tendremos el mismo esquema mental. En este sentido, Ronald Fisher, ilustre genetista y defensor de la eugenesia, afirmó en una ocasión en 1914: «El reformador social ordinario parte de la creencia de que ningún me-

dio es bastante bueno para la humanidad; y sin contradecir lo anterior, el eugenista puede añadir que el hombre jamás será demasiado bueno para su medio» (Kevles, 1985, p. 293). Esto explica que una de las constantes de la eugenesia sea la obsesión por solucionar los problemas sociales (políticos antes, sanitarios actualmente) actuando sobre la herencia. Lo que ha cambiado es, sobre todo, el contexto social que llevaba a realizar propuestas y aprobar leyes que pretendían resolver los problemas como la delincuencia o la pobreza mediante las intervenciones eugenésicas. También ha cambiado, es indudable, la actitud frente al uso coactivo de estas medidas.

Otro de los aspectos que pueden se considerados como constantes del pensamiento eugenésico es la tendencia a realizar clasificaciones jerárquicas. En la eugenesia clásica se trataba de clasificar a los individuos, las razas, las clases o los grupos nacionales. En la eugenesia moderna, aquellas clasificaciones, que llevaban aparejadas el estigma de la discriminación, han sido sustituidas por las clasificaciones de los genes. Allí donde antes se hablaba de individuos superiores e inferiores hoy se habla de genes buenos y malos, perjudiciales y beneficiosos. No pretendo afirmar que ambas cosas sean iguales y que pueden llevar a conclusiones parecidas. Sería desconsiderar los cambios muy reales que ha experimentado el pensamiento eugenésico a los que antes me he referido. Lo único que pretendo es poner de manifiesto que los eugenistas modernos, incluidos muchos de los defensores de la eugenesia terapéutica, también realizan clasificaciones jerárquicas sobre las que se justifican las posibles intervenciones eugenésicas, algunas de las cuales pueden ser, como hemos visto, indudablemente beneficiosas.

Daniel Kevles ha escrito: «La eugenesia, como lo demuestra su historia, ha sido una fe en ocasiones cruel y siempre problemática, y en no pequeña parte por haber situado abstracciones –la "raza", la "población" y, últimamente, el "fondo genético"– por encima de los derechos y necesidades de las personas y de sus familias» (ibíd., p. 246). Confío en que esta opinión, que comparto, haya quedado suficientemente clara a lo largo de este ensayo.

En una evaluación histórica de la eugenesia los aspectos negativos, discriminatorios e incluso opresivos son incuestionablemente los más importantes y determinantes, muy por encima de los proyectos bienintencionados de algunos eugenistas deseosos de contribuir al progreso social. Pero una opinión tan rotunda tal vez no pueda realizarse de la eugenesia actual. Hay un sustrato ideológi-

co, incluso en la eugenesia terapéutica, que sigue siendo cuestionable: el determinismo biológico, la primacía que se otorga a las intervenciones genéticas sobre las ambientales, la fe en la tecnología (en este caso en la biotecnología) para superar los problemas sociales, la concepción del progreso social que se deriva de esta última consideración, son ideas que todos los eugenistas comparten en mayor o menor medida, y que deben ser sometidas a crítica.

No obstante, no podemos realizar un juicio simple de la eugenesia basándose en una única etiqueta. Desde su formulación original han cambiado a lo largo del tiempo sus intenciones, sus objetivos y sus métodos. Más allá de algunos postulados ideológicos comunes, han existido y existen diversas formas de eugenesia y no todas ellas merecen la misma consideración, en particular en lo que se refiere a las prácticas eugenésicas concretas. Una vez fijado el alcance que deseamos dar al término, cada caso debe ser analizado en particular, con sus pros y sus contras, teniendo en cuenta el desarrollo de los conocimientos científicos, la fiabilidad de las técnicas y los peligros reales y potenciales involucrados; considerando también el contexto concreto en el que se plantee y, sobre todo, sus consecuencias sociales, tanto individuales como colectivas.

Desde este punto de vista, no pueden merecer la misma opinión, por ejemplo, lo que hemos llamado eugenesia terapéutica, que persigue la erradicación de dolencias hereditarias, que otras formas, como el proyecto de selección germinal de Muller, que era claramente elitista y discriminatorio, o las propuestas de «perfeccionar» el genotipo de los individuos introduciendo ciertos genes mediante terapia génica germinal.

Cuando enjuiciamos la eugenesia no debe meterse todo en el mismo saco y desecharlo sin más. Todas las formas de eugenesia plantean problemas serios, incluso muy serios –como la posible utilización de la terapia génica germinal–, pero no todos son de la misma naturaleza. En todo caso, cualquier forma de eugenesia que limite las libertades y derechos de los individuos o tenga consecuencias discriminatorias individuales o colectivas, incluso para terceras personas, debe merecer la condena más enérgica. En esta dirección, las propuestas de eugenesia positiva, destinadas a «mejorar» las cualidades humanas, pueden derivar en una forma insidiosa de discriminación social.

Son las necesidades de las personas y la salvaguarda de sus derechos ciudadanos el criterio fundamental para enjuiciar y valo-

rar las prácticas eugenésicas. Únicamente aquellas intervenciones terapéuticas encaminadas a disminuir el sufrimiento de las personas y a asegurarles una vida digna y sana –para que no padezcan enfermedades que puedan ser evitables–, y que sean socialmente aceptables porque no tengan consecuencias negativas graves, pueden ser admisibles como forma de eugenesia. No obstante, la experiencia histórica de la eugenesia y de otros desarrollos científicos (como la energía nuclear) nos obliga a ser extremadamente prudentes y cautos en los pasos que se puedan ir dando. Cualquier otra forma de eugenesia destinada a «mejorar» las características de los individuos o a tratar patologías sociales debe ser completamente descartada como atentatoria contra la libertad, la dignidad y la igualdad de las personas.

12. Darwin, la eugenesia y el darwinismo social

Las opiniones de Darwin acerca de la eugenesia postulada por Galton son particularmente interesantes. En el momento en que fueron formuladas, Darwin gozaba ya de un gran prestigio dentro de la comunidad científica y, si bien su teoría de la selección natural tenía muchos detractores, la fe evolucionista se había extendido considerablemente gracias a él. Que un pensador de su peso hiciese pública en sus escritos una opinión favorable a la doctrina eugenésica no sólo suponía un espaldarazo notable para ella, sino que da una idea clara acerca de que las teorías de Galton no eran consideradas las ideas de un excéntrico, aunque en el terreno práctico no llegase a gozar de demasiados apoyos para su puesta en acción.

Darwin se expresó en términos muy laudatorios acerca de las investigaciones de su primo: «Merced a los admirables trabajos de Galton sabemos hoy que el genio, el cual implica maravillosa y compleja combinación de altas facultades, tiende a transmitirse por herencia» (Darwin, 1871, p. 35).

No deja de resultar algo sorprendente esta afirmación en Darwin, cuando en los estudios de Galton no hay la más mínima demostración del carácter hereditario, ni del genio, ni de ninguna otra facultad intelectual o moral. Téngase en cuenta que el propio Galton reconocía la extrema ignorancia que sobre la herencia del talento existía en su época. Realmente, él se limitó a establecer que hijos de personajes ilustres acababan siendo, en buena medida, también ilustres.

Sea como fuere, Darwin apreciaba las investigaciones de Galton y consideraba que suponían una demostración suficiente de la heredabilidad de talento. Quizás esto fuese debido no tanto a los méritos científicos de Galton sino a que Darwin compartía las mismas ideas en este terreno, y en otros relacionados. Así, también

creía que existía una estrecha relación entre el tamaño del cerebro y el desarrollo de las facultades intelectuales:

> La creencia de que existe en el hombre alguna íntima relación entre el tamaño del cerebro y el desarrollo de sus facultades intelectuales se apoya en la comparación de los cráneos de los salvajes y los de las razas civilizadas de los pueblos antiguos y modernos, y por la analogía, de toda la serie de vertebrados (ibíd., p. 59).

Esta idea no procedía únicamente de la frenología, de donde fue tomada por Galton. Por la misma época, Paul Broca, el fundador de la craneometría, llevaba a cabo en París sus mediciones de tamaños craneales y pesos cerebrales. Broca creyó demostrar con ellas la inferioridad de las mujeres, sobre la base de su menor tamaño cerebral, sin detenerse en el hecho de que existe una estrecha correlación entre el tamaño cerebral y el tamaño y complexión corporal.

Darwin sustentaba estos puntos de vista, al igual que muchos de sus contemporáneos, y no es de extrañar que las conclusiones de Galton fuesen fácilmente aceptadas, pues venían a reforzar prejuicios que él mismo compartía. Lo mismo podría decirse de las facultades morales, que también consideraba, en gran medida, hereditarias.

Detengámonos ahora en las opiniones de Darwin acerca de las propuestas eugenésicas, contenidas en su libro *El origen del hombre*. Como veremos, en muchos aspectos, aunque no en todos, concuerdan con las de Galton, cosa por lo demás lógica teniendo en cuenta que la mayor parte de las observaciones que realiza reconoce haberlas tomado directamente de este último, así como de Wallace y Grey.

Estima Darwin que la eliminación o protección de los individuos débiles o enfermos es algo que distingue a los salvajes de los seres civilizados:

> A impedir en lo posible la eliminación se encaminan todos los esfuerzos de las naciones civilizadas; a esto tienden la construcción de asilos para imbéciles, heridos y enfermos, las leyes sobre la mendicidad y los desvelos y trabajos que nuestros facultativos afrontan por prolongar la vida de cada uno hasta en el último momento (ibíd., p. 135).

Sin embargo, con respecto a las cualidades morales, ve como un signo de civilización, o cuando menos algo que practican las socie-

dades civilizadas, la adopción de medidas encaminadas a impedir la proliferación de las tendencias perversas, recluyendo o eliminando a los individuos portadores de ellas:

> Con respecto a las cualidades morales, aun los pueblos más civilizados progresan siempre eliminando alguna de las disposiciones malévolas de sus individuos. Veamos, si no, cómo la transmisión libre de las perversas cualidades de los malhechores se impide, o ejecutándolos o reduciéndolos a cárcel por mucho tiempo (ibíd., p. 138).

Y, como también le gustaba hacer a Galton, establece un paralelismo con las medidas que aplican los criadores, con el fin de eliminar características poco deseables entre los animales domésticos:

> En la cría de animales domésticos es elemento muy importante de buenos resultados la eliminación de aquellos individuos que, aunque sean en corto número, presenten cualidades inferiores. Esto resulta especialmente cierto con los caracteres perjudiciales [...] y con algunas perversas disposiciones en los hombres, que ocasionalmente y sin causa visible reaparecen en las familias (ibíd., p. 138).

Al igual que Galton, Darwin piensa que la no eliminación de los individuos débiles, enfermos o tarados tiene consecuencias negativas y conduce a la degeneración de la especie humana, basándose de nuevo en la analogía con las especies animales:

> Los miembros débiles de las naciones civilizadas van propagando su naturaleza, con grave detrimento de la especie humana, como fácilmente comprenderán los que se dedican a la cría de animales domésticos [...]; a excepción hecha del hombre, ninguno es tan ignorante que permita sacar crías a sus peores animales (ibíd., p. 135).

Coincide también con Galton en la apreciación de que los peores elementos tienden a dejar mayor descendencia que los miembros más selectos de la sociedad: «Los holgazanes, los degradados y con frecuencia viciosos tienden a multiplicarse en una proporción más rápida que los próvidos y en general virtuosos» (ibíd., p.139), lo cual tiene consecuencias sociales muy negativas, de no existir ningún obstáculo que lo impida:

> Si los distintos obstáculos que hemos señalado [...] no impiden que los holgazanes, los viciosos y otros miembros inferiores de la sociedad aumenten en mayor proporción que los hombres de clase superior, la nación atrasará en vez de adelantar, como es fácil probarlo, por abundar los ejemplos en la historia del mundo (ibíd., p. 141).

Ante estas expectativas tan poco halagüeñas, Darwin verá con agrado las sugerencias eugenésicas de Galton, pero las considerará utópicas y poco realizables: «Ambos sexos deberían abstenerse del matrimonio si fuesen en grado marcado inferiores en cuerpo y alma; pero tales esperanzas son una utopía, y no se realizarán nunca, ni siquiera parcialmente, hasta que las leyes de la herencia sean completamente conocidas» (ibíd., p. 521). En una carta dirigida a Galton en 1873 se expresará en términos semejantes acerca de la viabilidad de la empresa eugenésica:

> Aunque veo muchas dificultades, el proyecto parece una gran cosa; y usted ha señalado el único, aunque me parece utópico, plan factible para proceder para mejorar la raza humana. Yo estaría por confiar más (esto es parte de su plan) por difundir e insistir en la importancia del absolutamente decisivo principio de la herencia (Bowler, 1990, p. 230).

A pesar de las valoraciones tan coincidentes acerca de la determinación hereditaria de las facultades intelectuales y morales, de la tendencia degenerativa de la especie humana por la mayor tasa reproductiva de los individuos peor dotados y de la aceptación manifestada hacia no pocas de las propuestas eugenésicas de Galton, Darwin mantiene algunas opiniones distintas e incluso críticas. Tal vez influyese la consideración que mantenía de la eugenesia como un proyecto utópico y difícilmente realizable, o que sus criterios morales no eran tan despiadados como los de Galton, o bien que tenía una dosis mucho más elevada de sentido común, pero lo cierto es que se distanciará de las propuestas más duras de la eugenesia, aquellas más inclinadas hacia la represión, y considerará que tal proceder resultaría extremadamente perjudicial para la humanidad:

> Despreciar intencionadamente a los débiles y desamparados, acaso pudiera resultar un bien contingente, pero los daños que resultarían son más ciertos y muy considerables. Debemos, pues, sobrellevar sin duda alguna los males que a la sociedad resulten de que los débiles vivan y propaguen su raza (Darwin, 1871, p. 135).

Había una razón todavía más poderosa para el escepticismo de Darwin ante la eugenesia. Ésta era la consideración de que la selección natural no era la causa principal del desarrollo de las facultades humanas. Así lo hace ver al afirmar que:

> A pesar de lo importante que ha sido y aún es la lucha por la existencia, hay, sin embargo, en cuanto se refiere a la parte más elevada de

> la naturaleza humana, otros agentes aun más importantes [...]. Las facultades morales se perfeccionan mucho más, bien directa o indirectamente, mediante los efectos del hábito, de las facultades razonadoras, la instrucción, la religión, etc., que mediante la selección natural (ibíd., p. 522).

Esta opinión aleja a Darwin no sólo de la eugenesia, sino también del «darwinismo social», con el que, a pesar de todo, tiene muchas afinidades.

En resumen, las opiniones de Darwin, sea sobre las razas humanas, sea sobre la eugenesia, no son totalmente coincidentes con las de Galton, pero sí tienen una gran cantidad de puntos en común, implícitos unos y manifiestos otros. Tendremos oportunidad de ahondar algo más en la presencia de estas concepciones en el seno de la comunidad científica británica al referirnos al darwinismo social de Spencer. El escaso éxito que cosecharon las sugerencias eugenésicas en vida de Galton se debió más al escepticismo acerca de las medidas de ingeniería social que proponía que a la discrepancia con las concepciones que las sustentaban.

Por lo que respecta al darwinismo social, a este término se le han dado a menudo usos distintos. En un sentido amplio se ha empleado para referirse a cualquier aplicación a las sociedades humanas de los conceptos evolutivos de Darwin. En esta acepción, la eugenesia sería una forma de darwinismo social, ya que Galton pretendía que su doctrina ejerciese sobre la especie humana un efecto semejante al que realizaba la selección natural sobre la naturaleza. Convencido como estaba de la degeneración de la raza, debido a los efectos perjudiciales del entorno urbano y a la amortiguación de la selección natural por el papel de los servicios sociales y de la beneficencia, era necesario compensar esta falta de selección con la acción consciente y planificada de la eugenesia.

Sin embargo, el concepto de darwinismo social es utilizado también en un sentido más restringido para aludir a las ideas de Herbert Spencer, sociólogo inglés contemporáneo de Darwin y Galton. Será en este último sentido en el que lo utilizaremos aquí.

Spencer ya era evolucionista antes de que Darwin publicase *El origen de las especies* y a él se debe la célebre frase de la «supervivencia del más apto», que Darwin hizo suya como sinónimo de la selección natural. Sus ideas evolucionistas no se referían únicamente a la naturaleza sino que también las hacía extensibles a la sociedad y creía que esta última progresaba gracias a la acción de

las fuerzas evolutivas. Defendía, en este sentido, que cualquier intervención estatal era contraproducente pues impedía que las leyes evolutivas se desplegasen para hacer efectivo el desarrollo social. Como consecuencia, la lógica del *laissez-faire* capitalista fue defendida por Spencer hasta sus últimas consecuencias y, como medio siglo antes hiciese Malthus, se opuso a la ayuda estatal a los pobres porque «evitar la miseria actual supondría una miseria mayor para las generaciones futuras» (Stromberg, 1988, p. 199).

En su obra *Estática social* Spencer defendió que la evolución era una ley de la naturaleza y de la sociedad y que gracias a ella los individuos tienden a a adaptarse a sus condiciones de vida y, por consiguiente, a desarrollarse y progresar. El progreso era una derivación inevitable de la evolución o, como diría Bury en su historia de la idea de progreso, para Spencer «el Progreso no es un accidente sino una necesidad» (Bury, 1920, p. 303).

Darwin admiraba a Spencer y comentó en términos elogiosos sus escritos, aunque consideraba que era excesivamente especulativo. En carta remitida a Hooker en diciembre de 1866 dirá: «Me asaltan sentimientos mezquinos cuando lo leo: podría soportarlo, y hasta alegrarme de que fuese dos veces más listo e inteligente que yo, pero cuando me doy cuenta de que es una docena de veces superior a mí, hasta en el arte maestro de la finta, me siento anonadado. Si se hubiese entrenado en observar más, incluso a expensas, por la ley de las compensaciones, de alguna menor capacidad de pensar, habría resultado un hombre maravilloso» (Bowler, 1990, pp. 195-196).

A pesar de todo esto, Spencer no era propiamente un darwinista. Defendía la herencia de los caracteres adquiridos, popularizada por Lamarck, como principal mecanismo evolutivo. Cierto es que Darwin también aceptaba este mecanismo, y tendió a concederle una importancia creciente hacia el final de su vida, pero en cualquier caso era un mecanismo secundario, subordinado a la acción principal de la selección natural.

El propio concepto de supervivencia del más apto, que Darwin tomó de Spencer, fue empleado de forma bastante distinta por los dos pensadores. Para Darwin, la lucha por la existencia llevaba a la desaparición de las variantes peor adaptadas a sus entornos locales y a la selección de las variantes favorables que, de este modo, se propagarían entre los descendientes. Para Spencer, por el contrario, la lucha por la existencia no llevaba aparejada la desapari-

ción de los menos aptos sino que comportaba su transformación progresiva. Spencer creía que los individuos se irían transformando y adaptando mediante la competencia y el esfuerzo, y que esta transformación se transmitía a los descendientes. Era un lamarckiano convencido que pensaba que el mecanismo de la herencia de los caracteres adquiridos comportaba un progreso inevitable. Tenía, en consecuencia, una visión optimista de la evolución social. Su doctrina, en vez de darwinismo social, debiera llamarse con más propiedad lamarckismo social. En realidad era un híbrido de lamarckismo y darwinismo en el que la evolución social tenía lugar a través de un proceso de lucha por la existencia que transformaba a los individuos haciendo que adquirieran nuevos caracteres que después eran transmitidos a sus descendientes.

Defendió la herencia de los caracteres adquiridos durante toda su vida, y cuando a comienzos de la década de 1890 darwinistas como Weismann se opusieron abiertamente a ella, él se alejó del darwinismo para mantenerse fiel a sus postulados lamarckianos.

Así como Spencer era un verdadero apóstol del progreso, no se puede decir lo mismo de Darwin. Es verdad que como miembro de la sociedad victoriana compartía muchos de los valores de ésta, entre ellos la creencia de los pensadores liberales en el progreso social. Sin embargo, no consideraba que éste ocurriese como un proceso inevitable. Comentará que «el cielo me ha preservado del sinsentido de Lamarck de "una tendencia al progreso" "adaptación desde el lento deseo de los animales"» (ibíd., p. 116). Según Bowler, «si Darwin era un progresista, era uno muy singular entre los normales de la época victoriana. Donde muchos otros reconocían la evolución como una fuerza necesariamente progresiva, él mantuvo que a lo sumo el progreso solamente seguiría un curso completamente estadístico» (ibíd., p. 107).

El darwinismo social ejerció una influencia nada desdeñable durante una buena parte del siglo XX, e incluso puede ser reconocido en la moderna sociobiología de Wilson. Esta influencia fue paralela a la del pensamiento eugenésico, con puntos comunes derivados de compartir la misma inspiración en la obra de Darwin. Sin embargo, la eugenesia de Galton y el darwinismo social de Spencer muestran diferencias notables que es interesante destacar.

Galton también era un defensor del progreso. En su obra sobre la historia de la eugenesia, Kevles dirá de él: «Francis Galton, ignorando el futuro, equiparaba con confianza ciencia y progreso»

(Kevles, 1985, p. 11). Pero, a diferencia de Spencer, su pensamiento era marcadamente pesimista. Ya hemos comentado que estaba persuadido de que la especie humana estaba degenerando debido a que los mejores elementos se reproducían a una tasa sensiblemente inferior a la de las clases «inferiores». Era este pesimismo el que le llevó a proponer la doctrina eugenésica como la única forma para que la humanidad pudiese avanzar por la vía del progreso. La eugenesia aseguraría la evolución biológica y social de la especie humana y con ello su progreso.

A diferencia del darwinismo social, que era defendido por liberales convencidos de que la injerencia estatal distorsionaría el mecanismo de selección natural y dificultaría, en consecuencia, la evolución de los mejor adaptados, la eugenesia de Galton exigía para su puesta en práctica la acción del poder del Estado. Debían promulgarse leyes que impidiesen la reproducción de los peor dotados e impulsasen que las clases más elevadas procreasen en mayor medida.

Partiendo de postulados biológicos muy parecidos, los eugenistas y los darwinistas sociales llegaban a propuestas políticas muy diferentes. Aunque Galton abogaba por la educación y la persuasión, creía que si éstas no lograban su objetivo sería necesaria la coacción social por parte de las autoridades con capacidad y poder para imponer las medidas eugenésicas. La experiencia histórica se encargó de demostrar que aun en las sociedades más liberales y democráticas las prácticas eugenésicas se basaron siempre en la represión y en la violación de los derechos de las personas que se vieron condenadas a sufrirlas. Como ha dicho Peter Medawar, «no se puede practicar un régimen de mejoramiento genético en el marco de una sociedad que respete los derechos individuales» (Medawar, 1972, p. 116).

Desde el punto de vista biológico existía otra diferencia notable entre Spencer y Galton. Este último era absolutamente contrario a la herencia de los caracteres adquiridos. En colaboración con Darwin, realizó una serie de experimentos de transfusiones sanguíneas en conejos para probar la hipótesis de la pangénesis darwiniana y los resultados negativos de ellos le reafirmaron en su opinión contraria a la herencia de los caracteres adquiridos. El pesimismo de su pensamiento eugenésico tiene una estrecha relación con esta creencia. Por el contrario, para Spencer la mejora de los individuos podía realizarse mediante la competencia y la lucha por la supervi-

vencia, lo que se traducía en la adquisición de caracteres que se transmitían a los descendientes. No era necesaria una intervención selectiva externa para garantizar la mejora. Ésta se derivaba automáticamente del esfuerzo y la adaptación individual.

Tanto el darwinismo social como la eugenesia gozaron de popularidad y mantienen defensores en la actualidad. Sin embargo, desde el punto de vista de justificar una determinada línea de acción política, ha sido la eugenesia la que a lo largo de más de cien años ha mantenido una mayor vigencia. Aunque desde un punto de vista biológico-social siguen existiendo darwinistas sociales como los sociobiólogos, las políticas neoliberales que tan en boga están en la actualidad no son defendidas desde un punto de vista darwiniano, sino desde postulados políticos o económicos que no buscan legitimación en la acción de la selección natural darwiniana. En este sentido, el pensamiento original de Spencer ha perdido prácticamente toda su vigencia, aunque en los años cincuenta John D. Rockefeller aún argumentaba que el éxito en la empresa era un problema de selección natural: «La ampliación de un negocio está únicamente regida por la supervivencia del más apto [...] por obra de una ley natural y divina» (Hofstadter, 1955, p. 45).

13. Evolución y eugenesia

El objetivo de este ensayo es analizar las relaciones entre el pensamiento evolucionista darwiniano y la eugenesia a través de cuatro personajes especialmente destacados en estos dos campos: Francis Galton (1822-1911) –fundador de la eugenesia–; Charles Darwin (1809-1882) –fundador de la moderna teoría da evolución–; Hermann Muller (1890-1967) –genetista, evolucionista y eugenista de especial relieve a mediados del siglo XX–; y Edward O. Wilson (1929) –fundador de la sociobiología–. Evidentemente, no todos tuvieron la misma significación, pero los cuatro ejercieron una influencia notable sobre el pensamiento evolutivo en su época. En el caso de Darwin esa influencia se proyectó en diversos campos y continúa vigente, después de siglo y medio, en nuestros días.

Aunque en la actualidad tendemos a asociar la eugenesia más con la genética que con la evolución, en sus orígenes la eugenesia nació al calor del desarrollo de la teoría de la evolución y, aunque posteriormente derivó hacia una relación estrecha con la genética, mantuvo preocupaciones poblacionales y evolutivas hasta épocas muy recientes. Incluso después del desarrollo de la biología molecular, en la que la nueva eugenesia es reformulada en términos alejados del pensamiento evolucionista, la conexión entre las dos disciplinas no desapareció totalmente.

Se suele pensar, con razón, que la teoría de la evolución supuso una verdadera revolución del pensamiento. En primer lugar, las viejas creencias sobre la naturaleza, basadas en el pensamiento teísta e deísta, fueron derribadas por la nueva concepción surgida de la teoría de la selección natural. La especie humana, en esta nueva visión del mundo natural, se convirtió en una especie animal más, estrechamente emparentada con el resto de los seres vivos.

En segundo lugar, la revolución darwiniana tuvo también importantes repercusiones en las concepciones sobre la estructura de las propias sociedades humanas. En vida del propio Darwin, el

darwinismo social, asociado con la figura de Herbert Spencer, intentó aplicar a la sociedad las ideas de la lucha por la existencia y de la supervivencia de los más aptos. La pretensión no era otra que interpretar la dinámica y la evolución de las sociedades industriales a la luz de las reglas que, según la teoría darwiniana, rigen la evolución de las especies.

El tercer eslabón de esta cadena de influencias sociales de la evolución fue el intento no ya de explicar las sociedades humanas a la luz de los mecanismos evolutivos, sino también de emular a la selección natural para impulsar y dirigir la propia evolución social. Para servir a este fin nació la eugenesia como disciplina teórica y práctica. Esta dimensión práctica hizo de la eugenesia un programa político para la acción social.

La eugenesia inicial: Galton

Aunque puede ser rastreada en Platón o Aristóteles, y en otros pensadores posteriores, no es hasta el siglo XIX, cuando la eugenesia adquiere un cuerpo teórico y un nombre propio.

Galton acuña el término en 1883 en su libro *Investigaciones sobre las facultades humanas y su desarrollo*, aunque su primera obra propiamente eugenésica (*Talento y carácter hereditarios*) data de 1865. Su primera definición de eugenesia es la siguiente:

> El cultivo de la raza, o, como podríamos llamarlo, las cuestiones «eugénicas», esto es, cuestiones que tratan de lo que se llama en griego *eugenes*, o sea, de buena raza, dotado hereditariamente de nobles cualidades. Esta y las palabras relacionadas *eugeneia*, etc., son aplicables igualmente al hombre, las bestias y las plantas. Deseábamos ardientemente una palabra breve que permitiera expresar la ciencia de la mejora de la materia prima, que de ninguna manera se limita a cuestiones de emparejamientos juiciosos, sino que –y especialmente en el caso del hombre– toma conocimiento de todas las influencias que tienden, aunque sea en el grado más remoto, a dar a las razas o linajes de sangre más adecuados una mayor posibilidad de prevalecer, con más rapidez que lo que normalmente pudieran hacer, sobre los menos adecuados. La palabra *eugenesia* expresaría suficientemente bien la idea (Galton, 1865, p. 104).

Pueden presentarse sucintamente las características de la doctrina eugenésica de Galton haciendo referencia a tres facetas principales:

1) La pretensión de ser una ciencia: la ciencia de la mejora del linaje.

2) Se apoya, para ello, en varias disciplinas científicas de su época, en particular, en las *teorías premendelianas de la herencia* (entre ellas la ley de la regresión a la media, formulada por el propio Galton), que él interpreta desde un hereditarismo muy estricto, y la *teoría de la evolución darwiniana*, en el sentido de que era necesario favorecer la acción de la selección natural sobre las poblaciones humanas sobre todo porque, según su punto de vista, la acción de la selección se encontraba muy debilitada a causa de los efectos de la urbanización. En este sentido escribirá en 1873: «Llegará a ser reconocida como tarea fundamental el anticiparse al lento y firme proceso de la selección natural, esforzándose por eliminar las constituciones débiles y los instintos innobles y despreciables, y por conservar aquellos que son fuertes, nobles y sociales» (Álvarez, 1985, p. 130).

La influencia que la teoría de la evolución darwiniana, y más en concreto, la publicación de *El origen de las especies*, ejerció sobre Galton fue realzada por él mismo:

> La publicación en 1859 del *Origen de las especies* de Charles Darwin marcó un período de mi propio desarrollo mental, tal como lo hizo en el pensamiento humano en general. [...] Tuve poco dificultad en relación con el *Origen de las especies*, ya que devoré su contenido y lo asimilé tan rápidamente como lo devoré, un hecho que quizás debe atribuirse a una unión hereditaria de la mente que ambos, su ilustre autor y yo, hemos heredado de nuestro abuelo común, Dr. Erasmus Darwin (ibíd., p. 88).

Para Galton, la traslación de la idea de selección natural desde el mundo de las especies animales a las sociedades humanas era mucho más que una simple analogía. En su creencia, respondían exactamente al mismo mecanismo, concebido, además, a la manera de Herbert Spencer, como una lucha despiadada y sin cuartel en la que los más débiles sucumbían inexorablemente frente a los más fuertes y aptos:

> En cuanto a la fuerza, agilidad y otras cualidades físicas, la ley de selección natural de Darwin actúa con una severidad desapasionada y despiadada. El débil muere en la batalla por la vida, los individuos más fuertes y capaces son los únicos a los que se permite sobrevivir y legar su vigor constitucional a las generaciones futuras. ¿Hay alguna regla

> correspondiente con el carácter moral? Yo creo que la hay y ya he aludido a ella cuando hablaba de los indios americanos (ibíd., p. 92).

3) Un marcado carácter ideológico, que se manifestaba especialmente en los prejuicios y juicios de valor sobre los grupos, en los que el racismo, el clasismo, el elitismo y el sexismo eran manifiestos y explícitos. Es de notar que aunque el racismo estaba indudablemente presente en Galton, no jugó un papel destacado en su teorización de la eugenesia. No así las diferencias de clases y su distinta tasa reproductiva, que fueron elementos muy importantes de la eugenesia galtoniana.

La eugenesia como doctrina, aunque tenía un cierto cuerpo teórico, se caracterizaba sobre todo por sus objetivos prácticos. Uno de ellos, que ya ha sido apuntado en el apartado anterior, era impulsar la acción de la selección natural para conseguir, mediante la selección eugenésica, lo que Galton llamaba el «perfeccionamiento de la raza». Dirá a este respecto: «La eugenesia coopera con los trabajos de la naturaleza asegurando que la humanidad estará representada por sus razas más aptas. Lo que la naturaleza hace ciega, lenta y burdamente, el hombre debe hacerlo previsora, rápida y suavemente» (Galton, 1904, 1988, p. 170).

En otras formulaciones, Galton dibuja una especie de programa de acción política, con el que pretendía poner las bases para resolver algunos problemas que consideraba acuciantes y que debilitaban la sociedad inglesa internamente y limitaban, o incluso ponían en peligro, el dominio del Imperio británico en el plano internacional. Los objetivos que se planteaba a este respecto eran los siguientes:

En el plano interno, Galton creía firmemente que la población inglesa, especialmente la urbana, estaba sufriendo una suerte de degeneración debido, sobre todo, a los efectos de la civilización moderna (crecimiento de la masa de obreros industriales en las ciudades inglesas, en condiciones de vida paupérrimas). Debido a que, en opinión de Galton, esta degeneración tenía una causa biológica y no social y que, por ello, se transmitía hereditariamente, la eugenesia debía aportar la solución al problema haciendo que fueran las mejores estirpes las que más se reprodujesen y limitando la procreación de las capas más bajas de la población (las de peor calidad, portadoras de esa supuesta degeneración racial).

En el terreno internacional, Galton estaba preocupado por las dificultades bélicas que estaba experimentando el Imperio británico en aquella época, particularmente en la guerra de Crimea (1854-

1855) y, posteriormente, en la guerra de los Boers (1899-1902). Para Galton, estas dificultades para imponer su dominio en el plano militar tenían su origen en una creciente debilidad innata de las tropas británicas, a causa de la pérdida de calidad biológica antes aludida. La eugenesia, una vez más, era la receta indicada para, en sus palabras, «cumplir con nuestras vastas oportunidades imperiales» (ibíd., 167).

Los métodos propugnados para llevar a la práctica la eugenesia fueron clasificados, ya en tiempos de Galton, en dos categorías: eugenesia positiva y negativa. La primera estaba destinada a fomentar la procreación de los mejor dotados (las clases altas e ilustradas de la sociedad), mientras que la segunda estaba encaminada a impedir o reducir la procreación de los «grupos inferiores» (clases bajas, marginados, delincuentes o deficientes mentales), incluyendo el internamiento de estos últimos. Galton hizo hincapié sobre todo en la eugenesia positiva, es decir, estimular la procreación de las elites de la sociedad. La eugenesia negativa, aunque no la descartó, incluso mediante medidas coercitivas, jugó un papel subordinado en el conjunto de su obra.

Galton no llegó a presenciar ninguna aplicación práctica de su doctrina eugenésica, ni en Gran Bretaña ni en ningún otro país. Sin embargo, sus ideas tuvieron repercusiones profundas tanto en sus contemporáneos británicos como en científicos, legisladores y gobernantes posteriores de diversos países de Europa y América. Es una historia bien conocida que durante la primera mitad del siglo XX fueron promulgadas leyes eugenésicas en Estados Unidos y en varios países europeos que llevaron a la esterilización forzosa de miles de personas.

La eugenesia en el marco de la teoría de la evolución: Darwin

A diferencia de Galton, Darwin siempre mantuvo una actitud de prudencia a la hora de extender las consecuencias de la teoría evolutiva a los asuntos humanos. No fue hasta 1871, en su obra *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, cuando aborda directamente la cuestión de las razas humanas y su valoración de las teorías eugénicas de Galton. La actitud de Darwin con respecto a estas últimas fue de aceptación, aunque expresó algunas reservas en algunos puntos concretos y mantuvo, en general, una actitud de mayor prudencia y moderación.

Los principales puntos de coincidencia entre Galton y Darwin a propósito de las ideas eugenistas de Galton, en particular las recogidas en el libro de éste *Hereditary Genius* (1869) son las siguientes:

1) Darwin acepta que las facultades mentales y morales son hereditarias: «Respecto a las facultades morales e intelectuales del hombre [...] nos inclinamos a creer [que tienen] grandes tendencias a ser hereditarias» (Darwin, 1871, p. 129).

2) Valora, al igual que Galton, que la tasa reproductiva de los peores elementos es muy superior a la de los miembros selectos de la sociedad, lo cual tiene consecuencias sociales muy negativas: «Los holgazanes, los degradados y con frecuencia viciosos tienden a multiplicarse en una proporción más rápida que los próvidos y en general virtuosos. [...] Si los distintos obstáculos que hemos señalado [...] no impiden que los holgazanes, los viciosos y otros miembros inferiores de la sociedad aumenten en mayor proporción que los hombres de clase superior, la nación atrasará en vez de adelantar, como es fácil probarlo, por abundar los ejemplos en la historia del mundo» (ibíd., pp. 139; 141).

3) Considera que la eliminación de los portadores de tendencias morales perversas es un signo de civilización.

4) Coincide también con Galton en que la no eliminación de los individuos débiles, enfermos o tarados tiene consecuencias negativas y conduce a la degeneración de la especie humana: «Los miembros débiles de las naciones civilizadas van propagando su naturaleza, con grave detrimento de la especie humana, como fácilmente comprenderán los que se dedican a la cría de animales domésticos [...]. A excepción hecha del hombre, ninguno es tan ignorante que permita sacar crías a sus peores animales» (ibíd., p. 135).

Sin embargo, pese a estas coincidencias en aspectos fundamentales de la eugenesia, Darwin mantiene algunas posturas divergentes con las propuestas eugenésicas formuladas por Galton. Es de notar, en este sentido, la sutil distinción que realiza entre los individuos a los que se hace referencia en los dos puntos anteriores, los portadores de tendencias morales perversas, por un lado, y los débiles, enfermos y tarados, por otro. Aunque comparte con Galton una valoración negativa, desde el punto de vista eugénico, de ambas categorías de personas, el tratamiento que propone para unas y otras es distinto. En lo tocante a las cualidades morales, acepta como positiva y necesaria la eliminación de los portadores de las tendencias consideradas perversas, mientras que, en contraposición

con esto, considera que la protección de los individuos débiles o enfermos es algo que distingue a los salvajes de los seres civilizados. Así, con respecto a la primera categoría de individuos, dirá:

> Con respecto a las cualidades morales, aun los pueblos más civilizados progresan siempre eliminando alguna de las disposiciones malévolas de sus individuos. Veamos, si no, cómo la transmisión libre de las perversas cualidades de los malhechores se impide, o ejecutándolos o reduciéndolos a cárcel por mucho tiempo (ibíd., p. 138).

Mientras que para la segunda puntualizará que:

> A impedir en lo posible la eliminación, se encaminan todos los esfuerzos de las naciones civilizadas; a esto tienden la construcción de asilos para los imbéciles, heridos y enfermos, las leyes sobre la mendicidad y los desvelos y trabajos que nuestros facultativos afrontan por prolongar la vida de cada uno hasta en el último momento (ibíd., p. 135).

En consecuencia con esto último, se distancia de las propuestas más duras de la eugenesia, en especial de aquellas más inclinadas hacia la represión, y las considera muy perjudiciales para la humanidad: «Despreciar intencionadamente a los débiles y desamparados, acaso pudiera resultar un bien contingente, pero los daños que resultarían son más ciertos y muy considerables. Debemos, pues, sobrellevar sin duda alguna los males que a la sociedad resulten de que los débiles vivan y propaguen su raza» (ibíd., p. 135).

Aunque ve con simpatía las propuestas eugenésicas de Galton, Darwin las considera, en general, utópicas y poco realizables:

> Ambos sexos deberían abstenerse del matrimonio si fuesen en grado marcado inferiores en cuerpo y alma; pero tales esperanzas son una utopía, y no se realizarán nunca, ni siquiera parcialmente, hasta que las leyes de la herencia no sean completamente conocidas (ibíd., p. 521).

Quizás la discrepancia más fundamental entre el pensamiento de Darwin y la eugenesia galtoniana, y que condicionaba su no excesiva fe en las capacidades de la eugenesia para perfeccionar a la humanidad, fuera que Darwin consideraba que la selección natural no era la causa principal del desarrollo de las facultades morales. Esta valoración parece contradictoria no sólo con el pensamiento de Galton, sino con las propias valoraciones de Darwin sobre el carácter de las facultades morales que, como hemos apuntado, aceptaba que eran hereditarias. Pese a ello, explícitamente recono-

ce que no son los mecanismos biológicos, basados en la selección natural, los más importantes a la hora de perfeccionar las facultades morales e intelectuales de la humanidad:

> A pesar de lo importante que ha sido y aún es la lucha por la existencia, hay, sin embargo, en cuanto se refiere a la parte más elevada de la naturaleza humana, otros agentes aún más importantes [...]. Las facultades morales se perfeccionan mucho más, bien directa o indirectamente, mediante los efectos del hábito, de las facultades razonadoras, la instrucción, la religión, etc., que mediante la selección natural (ibíd., p. 522).

Sin embargo, esta contradicción es más aparente que real y nos lleva a considerar el principal motivo de fricción científica que se produjo entre Darwin y Galton a lo largo de sus respectivas carreras.

En aquella época aún estaba de moda la herencia de las mezclas, que consideraba que los caracteres de la descendencia provenían de una mezcla de fluidos maternos y paternos y, en consecuencia, tendían a manifestarse con una expresión intermedia con respecto a los caracteres de los progenitores. Tal interpretación de la herencia, si fuese cierta, resultaba fatal para la teoría de la selección natural ya que, de ser así, la variación desaparecería en poco tiempo de las poblaciones, pues éstas tenderían a homogeneizarse, como consecuencia de la acción continuada de la mezcla hereditaria. Darwin era consciente del peligro que esto significaba para su teoría y, convencido como estaba de que la variación era omnipresente en las poblaciones naturales y no mostraba signos de desaparecer, pensó, con razón, que la herencia de las mezclas era incorrecta y que había que buscar otra teoría de la herencia más acorde con los hechos observados. Necesitaba, pues, una teoría de la herencia que explicase el origen de la variación hereditaria, que constituye la materia prima sobre la que actúa la selección natural. Él no llegó a tener conocimiento de los trabajos de Mendel y no podemos saber cómo hubiese reaccionado de haberlos conocido. Así pues, a falta de otra mejor, propuso la teoría de la pangénesis en su obra de 1868, *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*. Según esta teoría, las distintas partes del cuerpo desprenden gémulas que se transmiten por vía sanguínea para constituir las células sexuales. Se daba la circunstancia, además, de que la pangénesis era totalmente compatible con la herencia de los caracteres adquiridos, popularizada por Lamarck.

Suele creerse que la herencia de los caracteres adquiridos, característica del lamarckismo, es contraria al pensamiento de Darwin, que se basaba en la selección natural. Tal punto de vista es cierto para la teoría sintética de la evolución, es decir, para el darwinismo que se configuró a mediados del siglo XX, fruto de la síntesis entre el darwinismo clásico y la genética moderna (mendeliana, poblacional y molecular). Para la teoría sintética, el origen de toda variación hereditaria reside en las mutaciones que se producen en el ADN, cuando éste se replica, y es sobre los individuos portadores de estas mutaciones sobre los que actúa la selección natural.

Sin embargo, pese al poco aprecio que sentía por las ideas de Lamarck y a no formar parte integrante del núcleo de su teoría de la evolución por selección natural, Darwin no se oponía a la herencia de los caracteres adquiridos. Por el contrario, a medida que fue recibiendo críticas a la teoría de la selección natural por no aportar una explicación convincente sobre el origen de la variación hereditaria, se fue inclinando cada vez más hacia una aceptación mayor del papel de la herencia de los caracteres adquiridos, como un mecanismo auxiliar que podía proporcionar una fuente de variación hereditaria. Esta aceptación es muy clara en su obra sobre el origen del hombre, de 1871, en la que abundan afirmaciones explícitas sobre este particular.

Conviene que ilustremos con las propias palabras de Darwin su punto de vista sobre esta cuestión. Así, por ejemplo, sobre el carácter hereditario de los caracteres adquiridos por el uso y desuso de los órganos dirá que «la inferioridad de los europeos comparados con los salvajes, en lo que se refiere a la perfección de la vista y de los otros sentidos, es sin duda alguna efecto de la falta de uso, acumulada y transmitida durante un gran número de generaciones» (ibíd., p. 41); la misma afirmación realiza para referirse a los órganos vocales humanos que «se han adaptado a la expresión del lenguaje articulado por efecto hereditario del uso» (ibíd., p. 55); o también, cuando se refiere a los «hábitos seguidos durante muchas generaciones [que] tienden probablemente a convertirse en hereditarios» (ibíd., p. 132). Incluso, contra toda evidencia y pese a lo observador y meticuloso que era Darwin, llegará a hacer extensible la acción de este mecanismo a las mutilaciones: «Tenemos evidencia de que las mutilaciones producen algunas veces efectos hereditarios» (ibíd., p. 64).

Estos ejemplos ilustran bien las ideas (y los prejuicios) de Darwin en lo referente a la transmisión hereditaria de los caracteres adquiridos, bien por el uso o desuso de los órganos, bien por otros mecanismos. La importancia evolutiva que le otorga, hasta ponerla casi en el mismo plano que la propia selección natural, se aprecia en su afirmación de que «podemos considerarnos seguros de que los efectos hereditarios del uso o desuso repetidos obraron poderosamente en la misma dirección que la selección natural» (ibíd., pp. 510-511). No es de extrañar que, en coherencia con estas valoraciones, exprese una especie de autocrítica por no haber tenido suficientemente en cuenta con anterioridad la herencia de los caracteres adquiridos y haberla relegado excesivamente frente al papel otorgado a la selección natural:

> Las modificaciones adquiridas en el pasado, y puestas en uso para algún objeto útil en las épocas pasadas, llegaron probablemente a convertirse en firmes y estables y a hacerse hereditarias [...]. Me veo obligado a admitir que en las primeras ediciones de mi obra *Origen de las especies* di tal vez demasiado espacio a la acción de la selección natural y a la persistencia del más apto. Por esta razón introduje algunas modificaciones en la quinta edición del *Origen* [...]. Permítaseme en disculpa decir que dos eran entonces los blancos de mis miras; primero, demostrar que las especies no habían sido creadas separadamente, y segundo, que la selección natural había sido el principal agente de los cambios que notamos en las diversas partes constitutivas de los seres, aunque favorecida muy mucho en sus fines por los efectos hereditarios del hábito, y algún tanto también por la acción directa de las condiciones circunyacentes (ibíd., pp. 65-66).

Al contrario que Darwin, Galton era completamente opuesto a la herencia de los caracteres adquiridos. Para poner a prueba la veracidad de la pangénesis, Galton llevó a cabo, en colaboración con Darwin, una serie de experimentos de transfusiones sanguíneas entre conejos con distintos colores de pelaje que después fueron apareados. De ser cierta la existencia de gémulas en la sangre, éstas afectarían a la herencia de los conejos con sangre transfundida, de tal forma que los descendientes heredarían un patrón de pelaje semejante no al pelaje de sus progenitores, sino al de los conejos donantes de la sangre transfundida. Los resultados fueron completamente contrarios a las expectativas de Darwin, mientras que confirmaron las ideas de Galton acerca de la inexistencia de la herencia de los caracteres adquiridos y, al mismo tiempo, de lo poco

apropiada que resultaba la pangénesis como teoría hereditaria. La difusión por parte de Galton de los resultados, sin consultar previamente a Darwin, motivó el enfado de éste y la publicación de una réplica. Hoy sabemos que en este punto Galton tenía razón y Darwin no.

Lo importante para comprender el punto de vista de Darwin en relación con el perfeccionamiento de las facultades morales es que si la herencia de los caracteres adquiridos fuese cierta, como él pensaba, la afirmación de que estas facultades son hereditarias resulta plenamente compatible con la idea de que su perfeccionamiento se consigue, sobre todo, por los efectos del hábito, la educación, la razón, etc., ya que los cambios provocados por estos mecanismos, cambios todos ellos adquiridos, podrían ser transmitidos después a la descendencia y hacerse hereditarios, contribuyendo de este modo a su evolución en la especie humana.

El pensamiento eugenésico entre la genética y la evolución: Muller

Hermann J. Muller fue un científico brillante. Nacido en 1890 en Nueva York, se formó como biólogo en la universidad de Columbia, después de haber cursado estudios de medicina en la Cornell Medical School. En Columbia fue discípulo de Thomas Hunt Morgan, quien había formado un grupo de trabajo para el estudio de la genética mendeliana utilizando como material de trabajo la mosca *Drosphila melanogaster*. En el laboratorio de Morgan, conocido como la «habitación de las moscas», se familiarizó con la metodología de trabajo de la genética clásica y, en especial, con el estudio de las mutaciones, la base fundamental del trabajo que el grupo desarrollaría de forma brillante, y que le daría a Morgan el premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1933. A este grupo, que tuvo una importancia capital en el desarrollo de la genética como nueva disciplina científica llamada a ocupar un papel central en la biología del siglo XX, pertenecían, además del propio Muller, Alfred Sturtevant y Calvin Bridges.

Dado que la tasa de mutaciones espontáneas es extremadamente baja, lo que dificultaba mucho su estudio, Muller decidió inducir mutaciones utilizando, para ello, algún agente mutagénico. En 1927 demostró el efecto mutagénico de los rayos X sobre el material hereditario, lo que le valió la concesión del premio Nobel en 1946.

La importancia de su trabajo marcó un hito importante en la investigación genética que se estaba desarrollando en aquella época:

> Los resultados de Muller y los elegantes métodos que había puesto a punto, abrieron un nuevo campo a las investigaciones. Era posible dar una base cuantitativa a la investigación sobre mutación, por ejemplo para buscar una correlación entre las tasas de mutación y las dosis de rayos X. «El conjunto de las investigaciones sobre las mutaciones estuvo dominado tanto por las ideas como por las experiencias de Muller. Aportó el cuadro intelectual, formuló las preguntas decisivas, elaboró ingeniosas técnicas experimentales y, en todas las fases de su investigación, dirigió la interpretación de un montón creciente de datos hacia una teoría coherente. Muchas de las ideas y sugerencias que hizo, en una época en la que aún no existían los medios para comprobarlas, demostraron ser correctas» (Mayr, 1982, p. 923).

Esta investigación, además de su importancia para el estudio del comportamiento de los genes, tuvo una honda influencia sobre la formación del pensamiento biológico de Muller, lo que se tradujo en la formulación de su concepto de *lastre genético*, y condicionó también muchas de sus ideas acerca de la necesidad de la eugenesia.

Aunque su pensamiento biológico era básicamente conservador y pesimista acerca de la evolución futura de la especie humana, sus ideas políticas fueron progresistas y de izquierda, por lo menos hasta finales de los años treinta. Después de una estancia de un año en Alemania, entre 1932 y 1933, de la que se fue cuando los nazis accedieron al poder, sus simpatías prosoviéticas le llevaron a Leningrado, donde permaneció tres años y medio, entre 1934 y 1937. En ese año abandonaría la Unión Soviética, desencantado por el desarrollo que estaban tomando los acontecimientos allí con el *caso Lysenko*.

Muller era un eugenista convencido, aunque crítico con las orientaciones del movimiento eugenista que dominaba en los Estados Unidos. Por sus puntos de vista puede ser encuadrado en una corriente de eugenesia reformista que pretendía combatir los excesos de la llamada corriente principal. En 1935 escribió que «la eugenesia se había "pervertido sin remedio", convirtiéndose en fachada seudocientífica por obra de "atizadores de prejuicios raciales y clasistas, defensores de intereses religiosos y estatales, fascistas, hitlerianos y reaccionarios en general"» (Kevles, 1985, p. 141).

En la corriente de eugenesia reformista se agrupaba un buen número de científicos de renombre, entre los que se encontraban

varios genetistas de poblaciones, especialistas en genética humana y evolucionistas de prestigio. Entre ellos figuraban J. B. S. Haldane, Julian Huxley, Lionel Penrose, Lancelot Hogben y el propio Hermann Muller. Todos, aunque abrazaban el credo eugenésico con diferencias bastante notables entre ellos, compartían una posición crítica hacia la corriente principal del movimiento eugenésico, sobre todo por su falta de rigor científico y por su talante abiertamente reaccionario (racista y clasista). Podemos resumir los objetivos de la eugenesia reformista en los cuatro siguientes:

1) Expurgar la eugenesia de prejuicios raciales y clasistas.

2) Hacer de la naciente genética humana una disciplina científica seria en la que pudiera apoyarse la eugenesia.

3) Estudiar los caracteres hereditarios humanos con vistas a lograr la curación de las enfermedades hereditarias, lo que incluía orientar los programas eugenésicos hacia la genética humana con fines médicos.

4) Mejorar el patrimonio genético recomendando una mayor procreación de los mejor dotados mediante la educación y la voluntariedad.

Como se deriva de la formulación de estos objetivos, la genética (en especial la genética humana) cobra una importancia decisiva como disciplina en la que se apoya la eugenesia, en detrimento de la evolución. Sin embargo, como veremos, ésta no desaparecerá totalmente del horizonte de la eugenesia.

En los años treinta, las ideas eugenésicas de Muller aparecen expuestas en su libro *Out of the Night* (1935). En él critica duramente las orientaciones reaccionarias de la eugenesia americana de la que afirma que acabará por producir «un número abrumador de Billy Sundays, Valentinos, Jack Dempseys, Babe Ruths y, si se quiere, Al Capones» (ibíd., p. 160). En contraposición con ella, realiza sus propuestas eugenésicas como formando parte de un programa político de orientación socialista. En este sentido dirá que «únicamente la eugenesia de la nueva sociedad, libre de las tradiciones de casta, esclavitud y colonialismo, es la completa, la auténtica» (ibíd.).

La base de su programa de eugenesia positiva era la «eutelegenesia», término acuñado por Herbert Brewer, también eugenista reformista, para hacer referencia a la procreación a distancia, es decir, sería una especie de inseminación artificial empleando el semen de las personas más sobresalientes por sus carac-

terísticas intelectuales y morales. Sin embargo, pese a su confesado socialismo, los fines de su programa eugénico, a juzgar por los ejemplos con los que lo ilustraba, resultaban bastante elitistas: «En el decurso de un solo siglo o de dos [...] será posible que el grueso de la población sea dueña de la calidad innata de hombres como Lenin, Newton, Leonardo, Pasteur, Beethoven, Omar al-Khayyam, Pushkin y Sun Yant-sen (nombro adrede hombres de actividades y razas distintas), o incluso que posea la combinación de todas sus facultades» (ibíd., p. 162). Como hace notar Kevles, «las mujeres brillaban por su ausencia en el panteón de los talentos de Muller» (ibíd.).

Esta misma idea fue retomada por Muller veinticinco años más tarde con el nombre de «selección germinal». Esta tendría que concretarse en el establecimiento de un banco, bautizado por él con el nombre de Fundación de Selección Germinal, que almacenase el semen de los hombres genéticamente mejores. Los criterios de selección principales serían la inteligencia elevada y el altruismo. Muller no llegó a ver en vida materializada su idea, que se llevaría a la práctica, con escaso éxito, cuatro años después de su fallecimiento.

Desde el punto de vista de la relación entre eugenesia y evolución, la aportación más interesante de Muller guarda relación con los trabajos de 1927, centrados, como ya hemos apuntado, en la inducción de mutaciones en moscas por efecto de los rayos X. En 1949, en una conferencia pronunciada ante la Sociedad Americana de Genética Humana, titulada «Nuestra carga de mutaciones», Muller expuso su concepto de «lastre genético», término con el que se refería a la acumulación de mutaciones perjudiciales recesivas que disminuyen la capacidad de supervivencia de las poblaciones. Debido a su carácter recesivo, pueden no manifestarse en los individuos portadores pero pueden hacerlo en sus descendientes. Muller creía que el efecto combinado de la medicina, al permitir la supervivencia de personas que de otro modo serían eliminadas por la selección natural, y del exceso de radiaciones producidas por la energía nuclear, hacían incrementar el lastre genético humano de forma alarmante. Estimó que el lastre promedio acumulado era de ocho genes por persona, según él suficiente para, en las comunidades primitivas, producir la muerte del 20% de los individuos en cada generación. Cuanto más eficiente fuese la medicina moderna mayor sería el lastre que habría que soportar con la consecuencia

inevitable, a medio plazo, de que «todos serán inválidos, y cada uno a la manera propia de su familia» (ibíd., p. 216).

Ante este panorama tan sombrío, la eugenesia se imponía como una necesidad para la humanidad, como única forma de contrarrestar el lastre, ya que si no «el futuro de la especie humana es el de terminar teniendo dos tipos de individuos: los que estén tan afectados por defectos genéticos que apenas podrán moverse, y los que estén menos afectados pero que pasen todo su tiempo cuidando de los primeros» (Strickberger, 1990, p. 518).

Esta concepción del lastre mutacional de Muller no solamente tiene relación con sus propuestas eugenésicas, sino también con una importante polémica dentro de la biología evolutiva, que se desarrolló entre los años cincuenta y sesenta del siglo pasado. Fue la que se estableció entre las escuelas llamadas «clásica» y «equilibrada», respectivamente. La escuela clásica estaba representada por Muller mientras que la equilibrada lo estaba por el genetista de poblaciones Theodosius Dobzhansky. La controversia se centraba en la cantidad de variabilidad genética presente en las poblaciones naturales y el tipo de acción ejercida por la selección natural sobre esa variabilidad. Aunque se desarrolló como una polémica teórica dentro de la genética de poblaciones y los trabajos experimentales en los que se apoyaba apenas hacían referencia a la especie humana, esta discusión afectaba, como puso de manifesto Richard Lewontin, a algunos conceptos que podían tener importantes implicaciones sociales.

Teóricamente, la solución al dilema planteado podía resolverse midiendo la cantidad de variabilidad genética presente en las poblaciones naturales, pero esa cantidad era muy difícil de estimar con las técnicas de la genética de poblaciones que se utilizaban en aquellos tiempos. Así que, mientras no se abordó la cuestión con un nuevo enfoque metodológico y experimental, la controversia se mantuvo viva.

Según la escuela clásica, la variabilidad presente en las poblaciones era muy pequeña. Una importante consecuencias que se podía derivar de esto es que existe un tipo característico, representante de la población o de la especie, llamado tipo «silvestre» o «salvaje», una especie de tipo ideal que representa la norma de la población. Este concepto de tipo ideal había sido postulado por Galton sobre la base de presupuestos teóricos completamente distintos. Por otro lado, la selección natural es concebida como una

«selección purificadora», encargada de eliminar las pocas variantes que aparecen por mutación, que serán consideradas como imperfecciones deletéreas o perjudiciales. La importancia del concepto de lastre genético, derivado de esta concepción negativa de la variabilidad, era el núcleo de la doctrina de la escuela clásica y tenía, como ya se ha puesto de manifiesto, una relación muy directa con las propuestas eugenésicas formuladas por Muller.

Frente a esta concepción, para la escuela equilibrada, la variabilidad era abundante en las poblaciones. En consecuencia con esto, no existe un tipo ideal representativo de la especie, sino que existen muchos tipos distintos, con distintas frecuencias, pero ninguno de ellos puede ser considerado el tipo representativo de la población. La variación no es un accidente de la naturaleza sino que es una propiedad característica y distintiva de las poblaciones, que además resulta esencial como materia prima para la acción de la selección natural. Ésta no actúa únicamente eliminando parte de la variabilidad, sino que, en muchos casos, contribuye a mantenerla activamente mediante distintos mecanismos (selección equilibradora mediante la superioridad de los heterocigotos, selección dependiente de las frecuencias, etc.). Para los equilibradores, la existencia de variación no sólo echa por tierra toda idea de tipo ideal o tipo salvaje, sino que los distintos tipos se diferencian únicamente por su frecuencia estadística pero no por su valor. La propia existencia de variación se considera positiva para las poblaciones, ya que aumenta las posibilidades de adaptación frente a los avatares de la evolución por selección natural.

Esta controversia ilustra muy bien las relaciones que pueden existir entre las teorías científicas, las concepciones ideológicas subyacentes y las propuestas de acción social derivadas de ellas. En este caso la polémica concluyó con la victoria de la escuela equilibrada, aunque se trasladó a un nuevo escenario, el de la polémica entre neutralistas y seleccionistas. Esta nueva controversia, a diferencia de su predecesora, no tuvo relación con la eugenesia.

La eugenesia en el pensamiento evolutivo moderno: Wilson

Edward O. Wilson es el fundador de la sociobiología, doctrina que, según sus propias palabras, «se define como el estudio sistemático de las bases biológicas de todo comportamiento social» (Wilson, 1975, p. 4).

Así como los tres personajes comentados anteriormente –Galton, Darwin y Muller– tuvieron una relación clara con las ideas eugenésicas, principalmente el primero y el tercero de ellos, Wilson no puede considerarse con un eugenista. De hecho, su relación con la eugenesia es pequeña e insignificante en el conjunto de su obra. Su acercamiento a la eugenesia, que aparece en la parte final de su libro *Sobre la naturaleza humana*, es una consecuencia, hasta cierto punto inevitable, de la lógica de su argumentación sociobiológica, en la que las constricciones impuestas por nuestra naturaleza biológica hacen aparecer la eugenesia como una alternativa posible para la realización de cambios en el comportamiento individual y social de los individuos.

Para los sociobiólogos como Wilson, las posibilidades de transformación social están limitadas, cuando no impedidas, por los imperativos que nos dicta nuestra naturaleza biológica como consecuencia de la evolución por selección natural:

> Las respuestas emocionales humanas y las prácticas éticas más generales basadas en ellas han sido programadas en amplio grado por la selección natural después de millares de generaciones. [...] La conducta humana puede reducirse y determinarse en gran medida por medio de las leyes de la biología. [...]
>
> ¿Puede la evolución cultural de los valores éticos superiores ganar impulso y dirección propios y reemplazar completamente la evolución genética? Creo que no. Los genes sostienen a la cultura al extremo de una correa. La correa es muy larga, pero los valores inevitables se limitarán de acuerdo con sus efectos en el banco genético humano [...]. La conducta humana –como las capacidades más profundas para la respuesta emocional que la orientan y la guían– es la técnica tortuosa por medio de la cual el material genético humano ha sido y será conservado intacto. No es posible demostrar otra función definitiva de la moral [...].
>
> La cultura de cada sociedad viaja a lo largo de una u otra de un conjunto de trayectorias evolucionistas cuyo pleno ordenamiento está limitado por las reglas genéticas de la naturaleza humana (Wilson, 1979, pp. 21; 30; 236-237; 287).

La conclusión de Wilson es que la sociedad humana es como es porque biológicamente no puede ser de otra forma. Puede que no nos guste pero poco podemos hacer para transformarla. Quizás puedan programarse algunos cambios en contra de las tendencias que nos impone la biología, pero a medio plazo estarán condenados al fracaso o bien a tener que soportar unas tensiones derivadas de su imposición que causarán graves problemas que probablemente

no compensen el esfuerzo realizado. Es aquí donde aparece la posibilidad de la eugenesia. A pesar de no ser Wilson un eugenista, acepta la eugenesia como el único modo de enfrentarnos al fatalismo de nuestra determinación genética:

> Con el tiempo, se acumulará mucho conocimiento concerniente a las bases genéticas de la conducta social y se dispondrá de técnicas para alterar los complejos de genes por medio de la ingeniería molecular y una rápida selección mediante el *cloning*. Por lo menos, será posible el cambio evolutivo lento por medio de la eugenesia convencional. La especie humana puede cambiar su propia naturaleza. ¿Qué elegirá? ¿Permanecerá igual, temblando sobre una cimentación mal construida de adaptaciones parcialmente obsoletas de la Edad Glacial? ¿O avanzará en pos de una inteligencia y creatividad superiores, acompañadas por una mayor –o menor– capacidad para las respuestas emocionales? Podrían instalarse nuevos patrones de socialización en pequeñas dosis. Podría ser posible imitar genéticamente a la casi perfecta familia nuclear del gibón de manos blancas o a las armoniosas hermandades femeninas de las abejas (ibíd., pp. 288-289).

La eugenesia aparece en Wilson como la única alternativa viable para cambiar la conducta social humana y la propia sociedad. Si nuestra naturaleza biológica determina nuestro comportamiento individual y social, no podemos más que aceptar la sociedad tal como es o cambiar los genes que en última instancia la determinan. O nos quedamos con lo que tenemos o lo cambiamos alterando la estructura genética mediante métodos eugenésicos. En el caso de Wilson el fatalismo del determinismo biológico lo lleva a aceptar la alternativa eugenésica como la única vía posible de cambiar la naturaleza humana y alcanzar algún tipo de transformación social biológicamente dirigida. De nuevo, en este caso una combinación particular de concepciones científicas e ideológicas actúa de sustrato de toda una concepción de lo que debe y puede ser el cambio social.

A modo de recapitulación de la relación entre eugenesia y evolución a lo largo de la historia de ambas, que hemos comentado en estas líneas, podemos concluir que la eugenesia como programa de ingeniería social destinado a perfeccionar las características de las poblaciones humanas tuvo predicamento porque el determinismo biológico en el que se sustentaba siempre tuvo mucha influencia tanto en el mundo de la ciencia como en la sociedad. Fruto del peso de las concepciones deterministas, la eugenesia se desarrolló históricamente en paralelo con la teoría evolutiva, existiendo una influencia recíproca entre ambas, aunque el flujo principal de las

influencias fue, sobre todo, de la evolución hacia la eugenesia. Con el tiempo, la relación con la evolución fue haciéndose más débil. La eugenesia se orientó entonces hacia una relación más estrecha con la genética, hasta el punto de que la eugenesia moderna adopta unos perfiles muy distintos de los de la eugenesia tradicional, derivados de nuevas condiciones sociales y de su relación con la naciente biología molecular y con la biomedicina.

14. La pervivencia de la eugenesia

Hay prácticas sociales que, como los viejos roqueros, nunca mueren. Tan imbuidos estamos de la idea de que el progreso domina toda la evolución social, que cuando ciertos fenómenos sociales que creíamos superados reaparecen en nuestras desarrolladas y democráticas sociedades occidentales, nos asombramos y como mejor explicación de ellos tendemos a considerarlos reliquias del pasado. Pero, a veces, estas «reliquias» son demasiado tozudas como para poder ser catalogadas como un simple estigma de una época ya superada. Pensemos, si no, en los horrores de la guerra en los Balcanes, que muchos comentaristas consideraron más propios del «poco civilizado» Tercer Mundo que no de la «muy desarrollada» Europa; o en los brotes de racismo en distintos puntos de nuestra geografía, cuando nos vanagloriábamos de que aquí no existían actitudes manifiestamente racistas hacia otros grupos étnicos (si excluimos, por supuesto, a la comunidad gitana). La eugenesia es otra de esas reliquias que, con machacona puntualidad, reaparece una y otra vez en escenarios de los que, confiadamente, la habíamos considerado erradicada.

La eugenesia fue formulada como doctrina en la segunda mitad del siglo XIX por Francis Galton. Su pretensión era la de aplicar los métodos de cría y selección, utilizados por los mejoradores del ganado, a los seres humanos para mejorar la calidad genética de las futuras generaciones en aquellos caracteres más deseables desde el punto de vista social y moral. Desde Galton, los eugenistas siempre consideraron que los caracteres más deseables socialmente –como la inteligencia o la rectitud moral, comoquiera que la definamos– son hereditarios y se transmiten mediante los genes de generación en generación. Por otro lado, el mismo Galton tenía un diagnóstico muy pesimista de la evolución de la sociedad británica de su época, consistente en que, debido a los efectos de la vida urbana, estirpes que de otro modo desaparecerían por efecto de la selección natural

estaban proliferando, mientras que las buenas –pero poco prolíficas– cepas de la sociedad, representadas por sus grupos sociales más ilustres, tendían a disminuir. La consecuencia era que los malos linajes (debido a sus genes defectuosos) estaban sustituyendo, lenta pero inexorablemente, a los mejores, provocando con ello la degeneración paulatina de la población. En Galton, esta teoría eugenésica tuvo sobre todo un carácter clasista. En los Estados Unidos, los mismos postulados, representados por Charles Davenport, se orientaron en una dirección predominantemente racista.

Las doctrinas eugenésicas no fueron aplicadas en vida de Galton y hubo que esperar a los primeros años del siglo XX para su puesta en práctica, primero en Estados Unidos y después en diversos países europeos (predominantemente nórdicos), en forma sobre todo de esterilizaciones forzosas de personas que, por diversas razones, eran consideradas de baja calidad genética (débiles mentales, alcohólicos, epilépticos, prostitutas o, simplemente, pobres que no conseguían ganarse la vida). El apogeo de la eugenesia se alcanzó en la Alemania nazi, en la que de la esterilización se pasó a la eutanasia y después al exterminio directo de comunidades enteras, por motivos de «higiene racial». Cientos de miles de personas fueron esterilizadas, en aplicación de las leyes de esterilización eugenésica, entre 1907 y 1945. Solamente en Alemania las esterilizaciones rondaron las 400.000, en los Estados Unidos fueron unas 51.000 y en los países escandinavos alrededor de 49.000. Además, también se realizaron esterilizaciones en Dinamarca, Finlandia, Suiza, Estonia y Austria.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la eugenesia aparentemente desapareció por completo de la escena, no solamente por su asociación con la barbarie nazi aunque, indudablemente, esta asociación contribuyó a su total descrédito. En los últimos veinte años, sin embargo, se ha empezado a hablar de eugenesia en un sentido diferente, asociado a la capacidad de erradicar enfermedades hereditarias merced a la aplicación de las nuevas técnicas genéticas en combinación con la reproducción asistida. Se trata de una eugenesia distinta: individual, voluntaria y con propósitos terapéuticos. Tanto es así que cuando nos referimos a la eugenesia actual, o neoeugenesia, solemos remarcar que es muy distinta de la eugenesia clásica o tradicional, con la que guarda un parentesco lejano.

Sin embargo, aunque hay que reconocer que esta evolución del concepto y de las prácticas eugenésicas se ha producido en la direc-

ción señalada, las prácticas eugenésicas «a la antigua usanza» no han desaparecido en absoluto. En ocasiones hacemos tanto hincapié en los rasgos característicos de la eugenesia actual (rasgos, por otra parte, indiscutibles aunque no por ello exentos de problemas) que contribuimos, involuntariamente, a velar la realidad de prácticas eugenésicas en el sentido más tradicional de la palabra (coercitivas, elitistas e incluso racistas), aplicadas a miles de personas.

Para ser justos, hay que señalar que la práctica de esta eugenesia con fines «sociales», impuesta desde las instituciones gubernamentales por medio de leyes, sí ha sido reconocida y denunciada recientemente en China. En este país está en vigor desde 1994 una Ley de asistencia sanitaria materno-infantil que prevé chequeos prematrimoniales obligatorios y restricciones a la procreación en parejas que sean portadoras de enfermedades genéticas. Es esta una ley indudablemente eugenésica pero sobre la cual conviene, sin embargo, hacer algunas matizaciones. Aunque tiene un carácter coactivo, que viola derechos fundamentales de las personas (y en esto se asemeja a las leyes eugenésicas tradicionales), se trata de una eugenesia médica en lo fundamental, próxima por lo tanto, en este punto, a la moderna eugenesia de los países occidentales. No tiene connotaciones racistas de ningún tipo, ni tan siquiera las tiene de tipo clasista o elitista. Es más bien una mezcla de eugenesia médica de corte social y política de restricción demográfica, impuesta de forma obligatoria a la población. La principal crítica dirigida a la ley china se refiere precisamente a su carácter obligatorio, de imposición coactiva, que limita los derechos individuales a tener los hijos que se deseen, cuando y como se deseen. Es decir, se ha considerado que una cierta forma de «eugenesia tradicional» está presente en China en la medida en que se trata de una política de limitación de los derechos reproductivos impuesta coercitivamente por el Estado, con objetivos médico-sociales, en contraposición al carácter individual, privado y voluntario de la eugenesia actual practicada en los países occidentales de regímenes democráticos.

Si la única eugenesia practicada en el mundo en estos últimos años fuera la China, ciertamente podríamos concluir que la eugenesia en sentido clásico prácticamente ha desaparecido, salvo en este caso en el que, no obstante, estamos en presencia de una política más censurable por su carácter antidemocrático que por su contenido eugenésico-tradicional. De todos modos, no debemos olvidar que afecta a una sexta parte de la población mundial, por lo que en

ningún caso podría considerarse irrelevante desde el punto de vista de sus consecuencias prácticas.

Pero el caso es que en países de amplia tradición democrática también se han practicado durante los últimos cincuenta años esterilizaciones forzosas a miles de personas por motivos mucho más claramente eugenésicos, como puede ser la «pureza de la raza». Los datos publicados por los medios de comunicación son impactantes y nos retrotraen a los momentos más oscuros de la eugenesia norteamericana de entreguerras. En Suecia, un informe realizado por una comisión investigadora oficial (*El País*, 29 de marzo de 2000) da cuenta de 230.000 personas esterilizadas, entre 1935 y 1996, ¡hace tan sólo diez años! De este total de esterilizaciones, 63.000 fueron practicadas entre 1935 y 1975, mientras que las casi 167.000 restantes fueron realizadas entre 1975 y 1996, lo que significa que aproximadamente el 72% ocurrieron durante el último decenio de su aplicación. Hay que señalar, sin embargo, que la mayor parte de las esterilizaciones forzosas, o consentidas bajo presión –cerca de 30.000–, fueron realizadas antes de 1976, año en el que una ley hizo obligatorio el consentimiento de los interesados, consentimiento que, en por lo menos el 10% de los casos, fue obtenido mediante fuertes coacciones. También es de destacar que los motivos basados en una «eugenesia de purificación de la raza» abundaron, sobre todo, antes de esa fecha. Entre el catálogo de motivos para realizar la esterilización se incluyen personas consideradas «inferiores», simplemente por tener dificultades de aprendizaje y pertenecer a familias pobres (*El País*, 5 de agosto de 1997), tener «características raciales indeseables», tales como ser gitanos (*El País*, 29 de marzo de 2000) (unos 700 esterilizados) o ser «de raza mixta». El 5% de todas las esterilizaciones realizadas hasta 1975 (más de 3.000) lo fueron por motivos abiertamente racistas.

En Austria se sigue practicando la esterilización forzosa de personas discapacitadas (*El País*, 28 de agosto de 1997), especialmente mujeres, hasta el punto de que cerca del 70% de las mujeres disminuidas síquicas han sido esterilizadas en el país, la mayoría de ellas en contra de su voluntad. La mayor parte de las operaciones tienen lugar, además, antes de que las personas intervenidas alcancen la mayoría de edad, normalmente a los diez u once años. En Francia, también se hizo público en 1997 que unas 15.000 mujeres «deficientes» habían sido esterilizadas sin su consentimiento (*El País*, 11 de septiembre de 1997). Entre los motivos de esta

supuesta deficiencia se incluía tener un cociente intelectual inferior a 80, poseer un carácter considerado «agresivo», ser sorda y muda, o tener malas calificaciones escolares. En general, las víctimas de estas esterilizaciones procedían de un medio familiar desintegrado y de gran pobreza afectiva y material. Muchas de ellas eran engañadas haciéndolas creer que iban a ser operadas de apendicitis o de problemas de cadera. En Suiza también se practicaron esterilizaciones forzosas (*El País*, 28 de agosto de 1997), por lo menos hasta el año 1977, en aplicación de una ley del cantón de Vaud (que, sin embargo, se aplicó en todo el país), que data de 1928. Esta ley estaba inspirada en una eugenesia racista próxima a la que practicaron los nazis a partir de 1933.

Se pueden realizar algunas consideraciones a la luz de estos hechos. La primera es que la esterilización forzosa, basada en la consideración eugenésica de que existen personas de calidad genética inferior cuya reproducción debe ser impedida de forma coactiva, no se terminó en 1945 con la derrota de la Alemania nazi en la Segunda Guerra Mundial. De hecho, también en los Estados Unidos las esterilizaciones se siguieron practicando, por lo menos hasta 1972, año en que fue abolida la última ley eugenésica en el Estado de Virginia. «En julio de 1973, un comité de investigación del Senado de los Estados Unidos, presidido por Edward M. Kennedy, obtuvo testimonio del Departamento de Sanidad, Educación y Seguridad Social de que, como mínimo, 16.000 mujeres y 8.000 hombres habían sido esterilizados por el Gobierno federal en 1972 [...] un elevado porcentaje del total eran negros (en relación con el porcentaje de negros de la población)» (Woodward, 1977, p. 82).

Una segunda consideración es que la práctica de la eugenesia coactiva, contra lo que muchas personas creen, no es exclusiva de países dictatoriales, que niegan los derechos políticos a la ciudadanía. Esa creencia está bastante extendida, tal vez porque se toma como modelo de prácticas eugenésicas forzosas el de Alemania bajo el régimen nazi. La eugenesia actual china casaría bien con este modelo, al practicar un sistema político que no respeta la mayoría de los derechos políticos reconocidos en las democracias occidentales. El premio Nobel Peter Medawar, que criticó la eugenesia con dureza, afirmaba que «no se puede practicar un régimen de mejoramiento genético en el marco de una sociedad que respete los derechos individuales» (Medawar, 1972, p. 116). Esto es cierto, pero no lo es que en sociedades democráticas, incluso de larga tradición

como Suecia, no es posible que se pongan en práctica medidas eugenésicas contrarias a los derechos humanos elementales de las personas. La historia de la primera mitad del siglo XX en Suecia, Noruega, Dinamarca, Estados Unidos, Austria, Estonia, Francia y Suiza, y la historia reciente de por lo menos cinco de estos países, en especial Suecia, ponen claramente de manifiesto que la existencia de un régimen democrático no es una garantía suficiente para evitar que se apliquen medidas eugenésicas contrarias a la dignidad y la libertad de las personas.

Una tercera consideración, relacionada con la anterior, es que la práctica de la eugenesia coactiva no es exclusiva de la derecha reaccionaria cuando ostenta el poder. La mayor parte de las esterilizaciones realizadas en Suecia a lo largo de todo el período considerado, lo fueron bajo Gobiernos socialdemócratas, en pleno Estado del bienestar. Las leyes que sirvieron de base para la práctica de estas esterilizaciones fueron aprobadas por un parlamento de mayoría socialdemócrata. Incluso la propia existencia del Estado de bienestar fue utilizada como coartada para presentar las esterilizaciones como necesarias desde el punto de vista de la salud pública y de racionalización de los recursos sanitarios disponibles.

Que esto haya podido suceder, e incluso continúe sucediendo en la actualidad, es posible porque a la hora de buscar explicaciones de un buen número de problemas sociales sigue teniendo mucho predicamento la idea de que las capacidades, comportamientos y actitudes de las personas están determinados por factores genéticos. Sólo así se puede explicar que se recurra a la esterilización de jóvenes procedentes de familias desintegradas de ambientes muy pobres, simplemente porque tienen resultados escolares malos o porque muestran un comportamiento «agresivo». Otro tanto cabría decir de los disminuídos síquicos, cuando se pretende que su discapacidad no se transmita a la descendencia[22]. Si no se creyese que los genes son los responsables de esa situación, la esterilización se consideraría una medida absurda, independientemente de cualquier otra consideración. Esto, evidentemente, no evitaría que otras medidas discriminatorias fuesen adoptadas contras esas personas pero, en cualquier caso, no tendrían porque ser eugenésicas, es decir, destinadas a impedir la transmisión de sus características hereditarias.

Achacar la pervivencia de problemas sociales, como la pobreza o la delincuencia, a la transmisión de los genes en ciertos grupos de personas que, por esta razón, son considerados genéticamente defi-

cientes, ha conducido no solamente a adoptar medidas coercitivas para impedir su reproducción. Este tipo de ideas, aunque también ha sido defendido por Gobiernos socialdemócratas de corte progresista, tiene consecuencias regresivas desde el punto de vista social. Al hacer responsables a los propios individuos, debido a su dotación genética, de los problemas sociales en que se ven inmersos se desvía la atención de las verdaderas causas sociales que están en la base de muchas de estas situaciones. Como consecuencia, se obstaculiza la adopción de las medidas necesarias para superarlos. En el caso de Suecia, incluso se llegó a considerar necesaria la política de esterilización como una forma de mantener el Estado del bienestar para el conjunto de la población.

Si tenemos en cuenta, además, que los colectivos más marginados desde el punto de vista social sufren discriminaciones bajo distintas formas, incluso en las sociedades más democráticas, a pesar de que las leyes las prohíban, no debería extrañarnos que la eugenesia como programa de ingeniería social, impuesto a las personas y colectivos considerados «asociales», siga aplicándose en la actualidad. En la mayoría de los países en los que tales hechos han venido sucediendo, lo han sido de forma poco conocida o incluso «bajo cuerda». A pesar de ello, la extensión de estas prácticas es tal, que no es posible considerarlas hechos aislados o exclusivos de países dictatoriales. En conjunto, si incluimos a la República Popular China, en los últimos 30 años no menos de diez países, que suman un censo de casi 1.700 millones de personas (el 28% de la población mundial), han practicado algún tipo de medidas de esterilización forzosa, en aplicación de leyes de contenido eugenésico.

La eugenesia como forma de resolver los problemas sociales es biológicamente errónea y socialmente condenable, sobre todo si se violan los derechos de las personas sometidas a estas prácticas. No hay nada de beneficioso o positivo en buscar la salud genética de la población futura cercenando el derecho de los más débiles a tener hijos. Esas políticas son contrarias a la libertad y a la dignidad de las personas, y por lo tanto rechazables, aunque se presenten como beneficiosas desde el punto de vista de la salud pública. La historia de la eugenesia durante todo el siglo XX debería servirnos de suficiente lección para ser intransigentes en la condena más rotunda de estas prácticas, aunque se presenten bajo el manto supuestamente «progresista» de servir a objetivos de salud pública.

15. El pensamiento eugenésico en la actualidad

Muy frecuentemente escuchamos decir que el desarrollo meteórico de la genética y de la biología molecular pueden abrir las puertas a un resurgimiento de la eugenesia, como si fuese una desviación perversa que debemos evitar. Pero cuando se habla de las aplicaciones presentes y futuras de estas disciplinas el término eugenesia tiende a desaparecer de la escena, como si ésta no formase parte, hasta cierto punto inherente, de esas aplicaciones.

Abordaré en este ensayo la presencia del pensamiento eugenésico en la actualidad y sus características principales, con especial dedicación a las intervenciones en la línea germinal. La razones que me llevan a centrar mi análisis de la eugenesia en las intervenciones en la línea germinal se basan en varias razones entre las que destacan, en primer lugar, el hecho de que, desde el punto de vista técnico, no parece que la tecnología en las que se basarían estas intervenciones esté muy alejada en el tiempo, dados los avances que, en este terreno, se están alcanzando en algunas especies animales, particularmente en el ratón. En segundo lugar, debido a las potencialidades que se le presuponen, la terapia germinal cuenta con un número cada vez mayor de defensores, entre los que se cuentan personas muy influyentes en el mundo de la ciencia. Por ejemplo, el premio Nobel James Watson se expresaba a este respecto así:

> Mi opinión es que, a pesar de los riesgos, deberíamos considerar seriamente la terapia génica germinal. Lo único que espero es que la mayoría de los biólogos que comparten este criterio se mantengan firmes en los futuros debates y no se dejen intimidar por las inevitables críticas. Algunos de nosotros ya conoce el dolor de haber sufrido el mismo castigo reservado en otro tiempo a los eugenistas. Pero al final, este es un bajo precio que hay que pagar para reparar la injusticia genética. Si a semejante trabajo le llaman eugenesia, entonces soy eugenista (Watson, 2003, p. 426).

No cabe duda de que las intervenciones en la línea germinal, de llegar a aplicarse, tendrían unas enormes potencialidades eugenésicas. En este sentido, la discusión sobre la terapia germinal está estrechamente relacionada con la llamada ingeniería genética de mejora. A ambas modalidades me referiré a lo largo del ensayo.

El punto del que partiré serán algunas características de la eugenesia actual y sus posibilidades técnicas, que la diferencian de la eugenesia clásica. Aunque es una cuestión polémica, aquí consideraré eugenésica toda intervención, individual o colectiva, encaminada a modificar las características genéticas de la descendencia, independientemente de la finalidad, terapéutica o social, que persiga.

Esta definición engloba decisiones privadas, es decir, individuales o familiares, sobre tratamientos terapéuticos, siempre y cuando se realicen con la finalidad de influir sobre la transmisión de características genéticas a la descendencia. Sin pretender establecer una discusión terminológica sobre el concepto de eugenesia, es de notar que esta definición tiene la ventaja de que permite considerar algunas intervenciones médicas en el contexto más amplio de las repercusiones sociales de los programas eugenésicos, al tiempo que invita a analizar el sustrato ideológico común a todas las prácticas eugenésicas, en caso de que tal sustrato exista.

Las características propias de la eugenesia actual en las que me centraré son las siguientes:

Técnicas: desde el punto de vista técnico, la eugenesia actual se caracteriza por la posibilidad de emplear procedimientos de biología molecular para el diagnóstico genético y la intervención directa sobre los genes. Entre ellas estarían los diagnósticos preimplantatorio y prenatal, la terapia génica germinal y la ingeniería genética de mejora. Los dos tipos de diagnóstico citados (preimplantatorio y prenatal) se aplican en la actualidad en el ámbito sanitario, mientras que las intervenciones en la línea germinal aún no están suficientemente desarrolladas para poder ser puestas en práctica.

Sociales: por lo que hace referencia a sus características sociales son de resaltar las siguientes:

1. *Privacidad*: la eugenesia actual se plantea como una cuestión privada de los individuos y de sus familias, como parte de su derecho a la reproducción.

2. *Voluntariedad*: cualquier intervención eugenésica se basa, al menos en teoría, en la decisión libre y voluntaria de las personas afectadas.

3. *No discriminación*: las potenciales prácticas eugenésicas que se propugnan en la actualidad no se dirigen, en principio, a grupos de población específicos, que pudieran resultar discriminados en sus derechos, como consecuencia de estas prácticas, sobre todo si son aplicadas de modo coactivo. Al ir abandonando las principales connotaciones racistas y clasistas que tenía la eugenesia tradicional, ahora son los individuos y no las poblaciones específicas el objeto de intervención eugenésica. La oferta eugenésica se dirige a toda la población, sin discriminación en función de distintos grupos sociales. Ya veremos que, en la práctica, pueden aparecer motivos de discriminación por razones económicas, étnicas u otras.

Esta caracterización que acabo de realizar es sobre todo teórica y se refiere a lo que constituye la tendencia general del ideario eugenésico en la actualidad. No conviene olvidar, sin embargo, que existen excepciones importantes. Las prácticas eugenésicas de la República Popular China, en aplicación de la Ley sobre asistencia sanitaria materno-infantil vigente, no cumplen estrictamente estos presupuestos (en especial los de privacidad y voluntariedad). En este aspecto, la eugenesia china está más próxima en sus características sociales a las prácticas eugenésicas tradicionales. Otras prácticas eugenésicas coercitivas, basadas en motivos de higiene racial, fueron aplicadas de forma generalizada en Suecia, desde 1935 hasta 1996, hace solamente unos pocos años. No debemos olvidar, por tanto, que la eugenesia, incluso en su forma más tradicional y discriminatoria, no es un fenómeno que corresponda únicamente al pasado.

Diferencias entre la eugenesia clásica y la eugenesia moderna

La eugenesia clásica, en la medida en que fue aplicada, se caracterizó por limitar los derechos reproductivos individuales en aras de la salud genética de las generaciones futuras. Fue, en lo fundamental, una eugenesia negativa aplicada casi siempre de forma coactiva. La eugenesia actual es, sobre todo, una eugenesia con fines terapéuticos que es considerada, en general, aceptable en sus objetivos aunque discutible en sus métodos. En la mayoría de los casos

se habla de ella sin utilizar el término eugenesia, por las connotaciones peyorativas a las que está asociada, siendo la terapia génica germinal su modalidad que presenta unas mayores potencialidades futuras. A pesar de lo controvertida que resulta, suele aceptarse que la terapia germinal es intrínsecamente buena en su finalidad, ya que persigue la erradicación, de forma libre y voluntaria, de enfermedades hereditarias dentro de un linaje familiar. Sin embargo, incluso en los casos de prácticas eugenésicas privadas, voluntarias y con finalidad terapéutica se pueden formular objeciones que hagan problemática su aceptación.

Algunas de estas objeciones serían las siguientes:

1. No siempre está claro lo que debe entenderse por *patología*, objeto de una intervención terapéutica. En los casos de enfermedades graves, su carácter patológico no presenta discusión. Pero en el caso de dolencias leves o de caracteres que simplemente se apartan de los valores medios de la población, las cosas pueden no estar tan claras. Pensemos, por ejemplo, en el tratamiento con la hormona del crecimiento a que son sometidos niños completamente normales, con la finalidad de aumentar su estatura en la creencia, por parte de sus padres, de que eso es beneficioso para ellos. Esta es una práctica bastante extendida en varios países en los últimos años, hasta el punto de disparar el consumo de la hormona del crecimiento humana desde que ésta se obtiene mediante ingeniería genética.

Además, los conceptos de salud y enfermedad cambian a lo largo del tiempo en función de las circunstancias sociales. Para complicar aún más las cosas, en ocasiones se pretende hacer pasar por patológicos caracteres que en absoluto lo son, pero que los prejuicios sociales convierten en poco deseables (como reiteradamente ha ocurrido con el caso de la homosexualidad).

2. La *presión de las empresas biotecnológicas y de las compañías privadas de seguros médicos*, que puede hacer que la elección familiar no sea realmente libre y voluntaria. Este problema ya se ha puesto de manifiesto en Estados Unidos con la comercialización de tests para enfermedades con un componente genético. El caso de los tests para el cáncer de mama hereditario son un buen ejemplo ilustrativo de este problema.

A mediados de los años noventa se comercializaron tests genéticos para la detección de varios alelos de dos genes, llamados brca-1 y brca-2, asociados con una variedad de cáncer de mama hereditario. Entre el 40 y el 50% de las mujeres portadoras de mu-

taciones para ambos genes llegan a desarrollar cáncer a lo largo de sus vidas. Pese a este significativo poder predictivo, esos casos suponen únicamente el 16% de los casos de cáncer de mama hereditario y solamente el 5% del total de casos de cáncer de mama o, lo que es lo mismo, el 95% de las mujeres que padecen cáncer de mama no poseen los genes brca mutados. Estos datos hacen aconsejable que el empleo de las pruebas diagnósticas se centre en mujeres con antecedentes familiares, que puedan indicar la presencia de cáncer de mama hereditario. Además, ponen de manifiesto que una estrategia de lucha contra el cáncer de mama basada en la realización de un cribado genético sobre toda la población no sólo carece de sentido, ya que dejaría sin diagnosticar el 95% de los casos en los que se producirá la enfermedad, sino que podría llegar a tener efectos contraproducentes si en los casos en que la prueba resultase negativa, las mujeres, confiadas por su resultado, ignoran los cuidados preventivos aconsejables para evitar la enfermedad. Pese a las recomendaciones en contra de que las mujeres sin antecedentes familiares de cáncer de mama se hiciesen la prueba, debido a sus consecuencias negativas, las compañías biotecnológicas implicadas, Myriad Genetics y Oncormed, llevaron a cabo fuertes campañas propagandísticas, y otros tipos de presiones sobre la comunidad médica, a favor de la realización de los tests.

Para evaluar los intereses de las empresas biotecnológicas en la puesta en práctica de estas técnicas, téngase en cuenta que en el año 1997 el coste individual de la prueba para el cáncer de mama era de 3.000 dólares y que ese año 180.000 norteamericanas se sometieron a ella.

3. Los métodos empleados pueden presentar consecuencias negativas superiores a las ventajas potenciales que reportan. En mi opinión, como trataré de demostrar, éste es precisamente el caso de la terapia génica en la línea germinal.

Aunque los dos primeros problemas enunciados son muy importantes para enjuiciar las prácticas eugenésicas, están fuera de los objetivos de este texto. Sí me referiré más adelante a la tercera de las objeciones citadas, cuando comente los problemas de la terapia génica germinal.

Pero la eugenesia moderna no se circunscribe únicamente a un programa de intervenciones terapéuticas. Existen defensores de otras formas de eugenesia, de objetivos más sociales, encaminadas al perfeccionamiento de distintas características humanas. Normal-

mente, debido al descrédito de la palabra *eugenesia*, no suelen ser etiquetadas como tales pero, como veremos a continuación, son propuestas eugenésicas en el sentido más genuino. Por ejemplo, en 1991, el filósofo Tristram Engelhardt Jr. escribió acerca de la ingeniería genética de mejoramiento:

> Puede que la organización biológica contemporánea de los seres humanos no provea el mejor medio de alcanzar las metas que podamos desear realizar mediante nuestros cuerpos a nivel individual y colectivo [...].
>
> La ingeniería genética en la línea germinal llegará a ser deseable y moralmente aceptable. [...] La naturaleza humana, tal y como hoy la conocemos, será inevitablemente –por buenas razones morales de carácter laico– remodelada tecnológicamente [...] (Engelhardt, 1991, pp. 79, 81).

Seguidamente analizaré tres características relevantes del ideario eugenista y expondré algunos criterios para enjuiciar las prácticas eugenésicas, para centrarme, a continuación, en las propuestas de intervenciones en la línea germinal humana, tanto las de carácter terapéutico (la llamada terapia génica germinal), como con finalidad perfectiva (llamada ingeniería genética de mejora). Como conclusión, trataré de emitir un juicio razonado acerca de hasta qué punto estas intervenciones son aceptables ética y socialmente.

Características del ideario eugenista

Las características del eugenismo que me interesa destacar son las siguientes:

1. El determinismo biológico, presente en prácticamente todos los defensores de la eugenesia.

2. La idea de que el progreso social depende del desarrollo tecnológico y que, como consecuencia, la mejor forma de resolver los problemas sociales es actuando tecnológicamente sobre la herencia.

3. La prioridad dada a las intervenciones genéticas sobre las ambientales, derivada de la consideración de que la intervención directa sobre los genes es siempre la más eficaz y duradera.

El determinismo biológico consiste en la idea de que las facultades, comportamientos y relaciones sociales humanas están causados, de forma prácticamente determinante, por las características

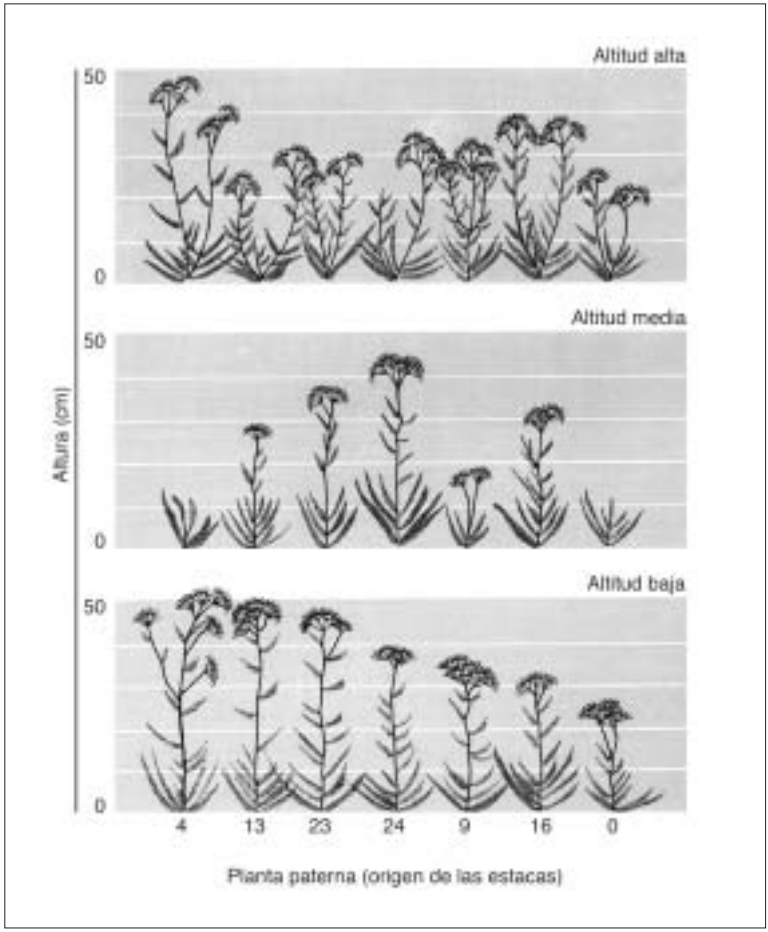
biológicas de los individuos, especialmente por su dotación genética siendo, en consecuencia, hereditarios.

Una discusión a fondo sobre el determinismo biológico requeriría una extensión excesiva, que no es posible en los límites de este ensayo. Me limitaré a realizar unos breves comentarios y a presentar un par de ejemplos ilustrativos de la interacción entre genes y ambiente para caracteres sencillos, fácilmente mensurables.

El determinismo biológico se apoya en una idea falsa, basada en una comprensión errónea del funcionamiento de los genes. Si bien algunos caracteres simples, como los grupos sanguíneos, están determinados directamente por los genes y no dependen en absoluto del ambiente, la mayoría de los caracteres de un organismo son fruto de la interacción entre los genes y el ambiente en el que se desarrolla ese organismo, influyendo también factores aleatorios, que algunos autores llaman ruido de desarrollo. Aunque esta interacción se produce en la mayoría de los caracteres físicos, es especialmente importante en los más complejos, como pueden ser los mentales o de conducta.

Consideremos el siguiente ejemplo. La ilustración de la página siguiente (reproducida de Lewontin, 1982, p. 23) muestra siete plantas distintas del género *Achillea* de las que se separaron esquejes que fueron plantados a distintas altitudes. El carácter estudiado fue la altura de la planta y el factor ambiental que se hizo variar fue la altitud a la que se realizaron las plantaciones. En lenguaje genético diríamos que tenemos siete *genotipos* distintos con tres *fenotipos* para cada uno. A pesar de ser un carácter bastante simple y unidimensional (la altura de la planta medida en centímetros), y que el número de ambientes considerado es pequeño, las variaciones fenotípicas son bastante grandes. Los genetistas llaman *norma de reacción del genotipo* al conjunto de fenotipos que puede presentar un determinado genotipo en una gama de ambientes distintos.

La noción de norma de reacción resulta muy útil para representar la interacción entre los genes y el ambiente para un carácter determinado. Como puede observarse en este ejemplo, tanto el genotipo como el ambiente influyen sobre el fenotipo de forma notable. No puede decirse que la magnitud del carácter esté determinada directamente por los genes. Tampoco podemos hablar, en general, de genotipos superiores e inferiores para el carácter considerado.



Esta misma idea se observa de forma clara en la ilustración de la página siguiente (reproducida de Winchester, 1975, p. 174). Los dos individuos de la figura son gemelos monocigóticos que presentan un grado bastante diferente de desarrollo corporal (en particular, una diferencia de altura notable), simplemente porque uno de ellos sufrió a los cinco años una infección que afectó a su hipófisis, lo que determinó una producción menor de hormona del crecimiento. Este ejemplo muestra claramente la importancia de la interacción entre los factores externos e internos en el desarrollo del organismo y la disparidad de resultados que se pueden producir, aun en los casos de una identidad genética completa.

Si considerásemos caracteres complejos de los seres humanos, como son los que determinan la personalidad o el desarrollo mental, la interacción entre los genes y las influencias ambientales de todo tipo sería todavía mucho más importante. Aun aceptando que pueda estar influidos por los genes, resulta totalmente imposible determinar *a priori* el valor de un genotipo al margen de las contingencias ambientales por las que ha de pasar la persona durante su vida. Aunque lo considerásemos deseable, cosa que es obviamente discutible, no hay forma posible de determinar qué genes son los más adecuados para realizar una selección de tipo eugenésico de estos caracteres.



La segunda característica de la eugenesia que estamos considerando es la idea de que el progreso social depende en lo fundamental del desarrollo tecnológico. Si a esto le añadimos la idea determinista que acabamos de comentar de que los caracteres, incluida la conducta, dependen de la dotación genética, no debería extrañarnos que los eugenistas crean que la mejor forma de solucionar los problemas sociales es actuando directamente sobre la herencia, gracias a los adelantos de la tecnología genética.

Daniel Kevles comienza su fundamental historia de la eugenesia con la siguiente frase: «Francis Galton, ignorando el futuro, equiparaba con confianza ciencia y progreso» (Kevles, 1985, p. 11). Esta misma confianza ha sido y es una constante de los defensores de la eugenesia. Sin embargo, el crecimiento incontrolado de la industria química, con sus secuelas de contaminación a nivel planetario, o el desarrollo de la energía nuclear, o la propia historia del movimiento eugenésico durante la primera mitad del siglo XX,

han puesto sobradamente de manifiesto la ambivalencia del desarrollo de la ciencia y la tecnología. No se puede negar que la ciencia y sus aplicaciones pueden contribuir decisivamente al aumento del bienestar social, pero la confianza ciega en que el desarrollo tecnológico producirá inexorablemente el progreso social es una creencia ingenua e incluso peligrosa.

La tercera característica del ideario eugenista que quiero comentar está muy relacionada con las dos anteriores. Consiste en la idea de que las intervenciones genéticas son siempre preferibles a las ambientales y, dentro de ellas, las que suponen cambios directos en los genes de la línea germinal son las que resultan más eficaces y duraderas. De ahí la confianza que se deposita en la aplicación futura de la terapia germinal, no solamente con fines terapéuticos, sino como una forma de ingeniería social para la mejora de distintas características humanas.

Esta idea, sobre todo en lo que se refiere a la posible erradicación de las enfermedades hereditarias, es apoyada por muchas personas que no comulgan con los postulados eugenistas. No niego que en algunos casos de genes deletéreos esto pueda ser cierto. Pero ésta es una idea que se acepta demasiado acríticamente. Creo que no puede aplicarse con carácter general. Es más, considero que en la mayoría de los casos resulta falsa, como trataré de demostrar posteriormente.

Criterios para enjuiciar las prácticas eugenésicas

Para el análisis que pretendo realizar de las prácticas eugenésicas, y más concretamente de las intervenciones en la línea germinal, me serviré de los siguientes criterios:

1. Ponderación de *riesgos/beneficios* que presenta la práctica eugenésica en cuestión.

2. Eficacia relativa de la intervención eugenésica frente a otros tipos de intervenciones genéticas o ambientales no eugenésicas.

3. Valoración de las intenciones declaradas y de los efectos producidos, tanto en el plano biológico como social.

Estos criterios pueden ser objetados como consecuencialistas. Sin embargo, conviene hacer algunas precisiones:

En el análisis de cualquier problema bioético una evaluación de las consecuencias resulta ineludible. En este sentido, los criterios consecuencialistas son necesarios aunque, puede ser que no sean suficientes.

Los criterios que acabo de exponer, además de permitir la realización de valoraciones concretas, pueden englobar consideraciones sociales que vayan más allá de un simple cálculo material de costes y beneficios individuales. En este sentido, resulta particularmente importante considerar cómo afectan las prácticas eugenésicas a los problemas de justicia distributiva.

Puede y debe existir una perspectiva social de fondo, que considere el contexto ideológico, social y político en el que tienen lugar las prácticas que se pretenden enjuiciar.

Aunque este ensayo no intentará cubrir todos estos aspectos, no es incompatible con un análisis a fondo de estos problemas. El alcance que pretendo darle a los criterios expuestos es el siguiente:

Riesgos / beneficios

Desde el punto de vista de los riesgos y los beneficios, el criterio fundamental es el de la *prudencia*, sobre todo en lo referente al uso de procedimientos técnicos que puedan producir consecuencias negativas no deseadas. A modo de ejemplo, desde este punto de vista la aplicación de la terapia germinal resulta mucho más problemática que la terapia somática, que no tiene consecuencias para la descendencia.

Al considerar los riesgos, el tipo de intervención a realizar cobra una gran importancia. No podemos valorar de igual forma un procedimiento de eugenesia negativa, verbigracia, de eliminación de un gen portador de una enfermedad grave o mortal, cuando se tiene la certeza de que sin la intervención genética se va a manifestar inexorablemente, que una intervención de eugenesia positiva sobre un embrión sano, encaminada a dotarlo de resistencia genética ante una enfermedad infecciosa grave que tal vez no llegue a contraer nunca. Aunque en ambos supuestos se trataría de intervenciones genéticas para prevenir enfermedades, la ponderación de riesgos y beneficios es completamente distinta. Si en el primer caso, esa ponderación pudiera llevar a justificar la intervención aunque su riesgo fuese alto, en el segundo caso es mucho más dificil su aceptación desde el punto de vista de los riesgos, ya que se trataría de un futuro individuo sano que podría desarrollar su vida perfectamente sin recurrir a ninguna intervención. Este problema de la relación entre riesgos y beneficios es, como veremos con mayor detalle después, una de las diferencias entre los procedimientos de eugenesia negativa y positiva, que hacen que la segunda resulte mucho más problemática que la primera.

También deben considerarse los riesgos que acarrea la experimentación necesaria para la puesta a punto de la técnica que se pretende implantar. Este aspecto a menudo suele ser omitido en las valoraciones de los riesgos.

Eficacia de la intervención genética

A la hora de valorar la eficacia de la intervención, debe tenerse en cuenta el tipo de carácter sobre el que se quiere actuar. En primer lugar, si estamos ante un carácter patológico, es decir, si se trata de una enfermedad o no y si existe algún tratamiento eficaz para ella. En segundo lugar, si se trata de un carácter monogénico o poligénico, es decir, multifactorial.

En el caso de patologías, cuando no se trate de caracteres mendelianos simples, la posible intervención eugenésica resultará siempre más problemática que otras formas de actuación. La incidencia de las enfermedades multifactoriales se expresa como una predisposición estadística a contraer la enfermedad. Su base poligénica, es decir, el efecto combinado de varios genes y la influencia de factores ambientales hace que la eventual intervención eugenésica, si es que alguna vez llega a ser posible, resulte no sólo muy difícil, sino poco eficaz frente a otros tipos de posibles intervenciones.

Si se tratase de caracteres no patológicos, la mayoría de los atributos físicos y prácticamente todos los relacionados con rasgos mentales o de conducta son, como hemos visto, poligénicos y no dependen de un determinismo genético estricto. En esos casos no puede hablarse sin ambigüedad de genes mejores o peores. No hay criterios objetivos para seleccionar unos genotipos frente a otros, por lo que las elecciones están inevitablemente cargadas de prejuicios sociales. No hay duda, además, de que las intervenciones genéticas son incomparablemente menos eficaces que las ambientales, sobre todo en el caso de los rasgos más complejos.

Hay que considerar también si la intervención va dirigida a familias concretas o, por el contrario, tiene como objetivo el conjunto de la población, por ejemplo, para combatir socialmente una enfermedad como el sida o la malaria. Como criterio general, cuando la actuación va dirigida al conjunto de la población, las intervenciones eugenésicas suelen resultar muy poco útiles, mientras que las ambientales son potencialmente más eficaces, ya que se podría beneficiar de ellas toda la población mucho más fácilmente, por ejemplo, aplicando masivamente una vacuna.

Esta cuestión es de la máxima importancia. Tradicionalmente, la ideología eugenista tenía como meta la mejora de la calidad genética de la población, mediante la eliminación de los genes perjudiciales o potenciando los considerados como buenos. Desde esta perspectiva, el objetivo de la política eugenésica no era solamente las familias directamente afectadas por una enfermedad hereditaria, sino también los portadores sanos presentes en la población.

Las intervenciones en la línea germinal, como forma de eliminación de una dolencia genética dentro de un linaje familiar, en ciertos casos tal vez podrían llegar a ser viables y quizás también eficaces, pero carecería de sentido generalizar estas intervenciones al conjunto de la población. Más aún si el objetivo es hacer a los individuos genéticamente resistentes a una determinada enfermedad infecciosa. Piénsese que cualquier intervención en la línea germinal necesita obligatoriamente que la reproducción se realice mediante fecundación *in vitro*, acompañada del consiguiente tratamiento de los gametos o de los embriones recién fecundados. Esta perspectiva, como forma de tratamiento dirigido al conjunto de la población, es absurda ya que resulta completamente inaplicable en cualquier escenario social que imaginemos que no sea de pura ciencia-ficción.

Valoración de las intenciones y de los efectos

Este tercer criterio es quizás el más importante porque incluye, además de las consecuencias biológicas, los efectos sociales de las prácticas eugenésicas que son, sin duda, los más importantes para sustentar un juicio ético sobre ellas.

En lo referente a los efectos biológicos, ya he apuntado que la eugenesia aplicada a caracteres poligénicos podría ser poco eficaz, además de extremadamente difícil desde el punto de vista técnico. Incluso en algunos casos podríamos decir que sus efectos son irrelevantes desde el punto de vista biológico, siempre y cuando no se produjesen consecuencias negativas no deseadas. Pero que una práctica no tenga consecuencias biológicas no quiere decir que resulte inocua desde el punto de vista social, ya que puede tener repercusiones sociales negativas o discriminatorias para terceras personas. De hecho, es casi seguro que los procedimientos eugenésicos aplicados a caracteres no patológicos las tendrían. Esto es especialmente importante en los casos de posibles intervenciones no

terapéuticas destinadas a mejorar determinadas características socialmente valoradas, como la inteligencia.

La experiencia de la eugenesia norteamericana de la primera mitad del siglo XX es muy aleccionadora a este respecto. Las esterilizaciones realizadas a personas que, sometidas a tests de inteligencia, fueron consideradas débiles mentales no hizo mejorar en lo más mínimo la inteligencia media ni la calidad genética de la población norteamericana. Sin embargo, sus repercusiones sociales fueron trágicas en términos de violaciones de los derechos humanos y de discriminaciones de personas y de colectivos enteros que fueron considerados poco útiles socialmente porque se creía que eran inferiores desde el punto de vista genético.

Es necesario, pues, analizar con sumo cuidado cada propuesta eugenésica, no solo en sus intenciones, que podrían ser loables, sino en sus efectos biológicos y sociales, y determinar los peligros que se puedan derivar de su puesta en práctica. Consideraré, a continuación, a la luz de los criterios esbozados, la terapia génica germinal, utilizada con fines terapéuticos, y la ingeniería genética de mejora.

Terapia génica germinal

Por terapia germinal entendemos la modificación genética de las células del embrión en los primeros estadios del desarrollo, o de las células germinales, es decir, de las células reproductoras o de las células precursoras de éstas. Como consecuencia, la modificación genética es incorporada de forma permanente a los tejidos del individuo, de modo que se puede transmitir a la descendencia en las siguientes generaciones.

Los defensores de la terapia génica germinal argumentan que no hay razones, al margen de las de carácter religioso, para oponerse a ella, una vez que la técnica sea lo suficientemente segura. Me propongo argumentar, a partir de los criterios que acabo de exponer que, salvo algunas excepciones que después indicaré, las supuestas ventajas de la terapia germinal no compensarán sus inconvenientes, aun en el caso de que la técnica llegase a ser considerada razonablemente segura. Dado que sus eventuales beneficios se podrían conseguir, de forma menos problemática, con otros procedimientos, resulta difícil explicar por qué levanta tantas expectativas.

En primer lugar, aunque uno de los argumentos más utilizados para criticar la terapia germinal es que produce modificaciones

permanentes en el patrimonio genético de la descendencia y que tales modificaciones no deben ser permitidas, considero que esta crítica tiene poco fundamento. Creo que debe aceptarse que no existen razones morales para impugnar la terapia germinal por sus propósitos. La no modificación del patrimonio genético de la descendencia no puede tener un valor sacrosanto, sobre todo si lo que se pretende es la erradicación definitiva de una enfermedad grave en un linaje familiar. El motivo para rechazar la terapia germinal no puede ser únicamente que produce cambios permanentes en el genoma, cambios que se transmitirán a las generaciones siguientes.

Este problema tiene mucha importancia desde un punto de vista prudencial y no está claro que, dados los protocolos que se están investigando en la actualidad, podamos llegar a un grado de fiabilidad aceptable en ninguno de los casos que se puedan presentar. Pero, más allá de este criterio prudencial, los cambios permanentes en los genes no constituyen, por sí mismos, un criterio suficiente para rechazar esta posibilidad terapéutica. El objetivo de la erradicación de genes deletéreos a nivel de toda la población y las intervenciones no terapéuticas resultan más problemáticos y merecen valoraciones distintas.

Los principales motivos para no optar por la terapia génica germinal tienen relación con los dos primeros criterios que he expuesto anteriormente: el de sus riesgos frente a los beneficios potenciales y el de su posible eficacia relativa frente a otras acciones terapéuticas que entrañan un menor riesgo.

Consideremos en primer lugar la utilidad. La terapia germinal podría llegar a aplicarse a enfermedades monogénicas recesivas, insertando un gen cuyo efecto supliese el del gen defectuoso. A más largo plazo incluso podría pensarse en la corrección dirigida del gen deletéreo, lo que permitiría la actuación sobre enfermedades causadas por un gen de efecto dominante. En cualquiera de los dos casos nos estamos refiriendo a dolencias monogénicas. Las enfermedades multifactoriales quedarían fuera del ámbito de acción de la terapia, por dos razones. Son enfermedades poligénicas, lo que dificultaría sobremanera, o incluso imposibilitaría, la intervención. Y porque, además, estas dolencias dependen para su manifestación de factores ambientales. Por estos motivos, no se divisa aún en el horizonte la posibilidad de su puesta en práctica. Pero incluso en ese caso futuro, otras estrategias, incluidos algunos protocolos de

terapia génica somática, podrían resultar mucho más eficaces que la terapia germinal para enfrentarse a este tipo de enfermedades.

En cuanto a los riesgos, además de los derivados de la experimentación necesaria para la puesta a punto de la técnica, es indudable que, aun en el mejor de los escenarios, existirá un cierto porcentaje de tentativas que resulten frustradas, bien porque el defecto no se corrija adecuadamente, bien porque se produzcan efectos secundarios no deseados (iatrogénicos) que podrían transmitirse a las generaciones sucesivas. Hay que considerar también que se necesitaría algún método fiable de verificación de los resultados que permitiese no tener que esperar hasta después del nacimiento para comprobar si la terapia funciona correctamente y no se presentan efectos secundarios importantes. De no existir un método aceptable de verificación, la valoración del riesgo en los individuos sometidos a la terapia la podría hacer desaconsejable en la mayoría de los casos.

Ignoramos los avances que se realizarán en las técnicas de manipulación genética que puedan afectar a la precisión, fiabilidad y seguridad de la terapia. Las valoraciones sobre los riesgos tendrían que ser reconsideradas en función de esos avances. Lo que sí parece claro es que, con el horizonte de las técnicas que se están ensayando en la actualidad, la terapia génica germinal resultará extremadamente problemática.

Frente a estos peligros, y limitándonos a tratamientos que puedan comportar cambios permanentes en el genoma de la descendencia, para la gran mayoría de los casos en que pudiese ser de aplicación la terapia germinal, el diagnóstico preimplantatorio seguido de la selección de embriones cubriría los mismos objetivos, sin presentar los mismos riesgos. Como se sabe, este diagnóstico se realiza separando un blastómero de un embrión en estado de 6-8 células, procedente de una fecundación *in vitro*. Una vez realizado el diagnóstico genético sobre la célula extraída, el embrión puede ser transferido al útero o desechado, si presenta algún rasgo patológico. En principio, el embrión no tendría que verse afectado por la separación del blastómero que va a ser sometido a diagnóstico. Tampoco tendría que sufrir el embrión ninguna intervención como consecuencia del diagnóstico, que se circunscribe únicamente al blastómero separado.

La ventaja radica en que siempre será preferible seleccionar los embriones una vez diagnosticados sin necesidad de realizar ninguna manipulación sobre ellos, que llevar a cabo la intervención tera-

péutica, asumiendo el riesgo que entraña, aunque éste no fuese muy elevado. Si el diagnóstico preimplantatorio, una vez que se desarrolle y aumente su eficacia, puede abarcar los mismos supuestos de la terapia germinal, ¿por qué recurrir a ella, si siempre presentará un grado mucho mayor de riesgo?

Únicamente en algunos casos no podría ser de aplicación la selección de embriones previo diagnóstico preimplantatorio. Consideremos algunas de las situaciones que se pueden presentar:

1. El primer caso es el de una enfermedad dominante de manifestación tardía (como la enfermedad de Huntington), cuando el portador es homocigótico. Aunque sea raro, este caso se puede dar cuando la consanguinidad familiar es elevada, como ocurre en las poblaciones que bordean el lago Maracaibo en Venezuela, donde esta enfermedad se presenta con una frecuencia alta. En este caso no es posible la realización de la selección de embriones porque todos ellos son portadores y, debido al carácter dominante del gen que determina la enfermedad, todos acabarían sufriéndola. Sin embargo, la mayoría de los casos de enfermedades dominantes tampoco podrían ser tratados mediante terapia germinal de inserción génica[23], la única de momento disponible. Tendría que utilizarse algún tipo de corrección dirigida del gen defectuoso, situación ésta que aleja mucho en el tiempo su viabilidad práctica.

2. El segundo caso es el de una enfermedad recesiva en la que los dos progenitores son enfermos (homocigotos). No podría ser una enfermedad muy grave, porque de ser así sería prácticamente imposible que ambos llegasen a la edad reproductiva en condiciones de tener hijos. Pero podría presentarse en casos menos graves o en otras enfermedades genéticas, como la fenilcetonuria, en las que existe algún tipo de terapia paliativa que permite que los enfermos lleguen a la edad adulta. Esta situación también sería rara, pero podría presentarse. De ser así, la selección de embriones después del diagnóstico preimplantatorio no podría realizarse por los mismos motivos del caso anterior.

En estos dos supuestos, y quizá en algún otro, de no existir otra posibilidad de actuación, podría optarse por la terapia germinal si ésta llegase a ser factible y segura, y la importancia de la dolencia justificase que se asuman los riesgos inherentes a la intervención. Pero, excepto en situaciones como éstas, muy poco comunes en general, no estaría justificado optar por una terapia que, en el mejor de los casos, presentaría un riesgo injustificado en relación con

la posibilidad de seleccionar los embriones previo diagnóstico preimplantatorio. Hay que tener en cuenta, además, que la terapia germinal de inserción génica, que es la que en principio podría llegar a aplicarse a corto plazo, no asegura que el gen defectuoso no se transmita a la descendencia, ya que éste no es eliminado de las células del embrión tratado, sino que únicamente se inserta una nueva copia funcional del gen en cuestión. De este modo, aunque la terapia llegase a corregir la enfermedad en ese futuro individuo, no impediría que sus descendientes heredasen la copia defectuosa del gen que no fue eliminada. Desde este punto de vista, el diagnóstico preimplantatorio seguido de la selección de embriones continúa siendo un procedimiento con una capacidad terapéutica superior a la de la terapia germinal de inserción génica.

No cabe duda de que el diagnóstico preimplantatorio podría ser utilizado con una finalidad distinta de la comentada aquí. Por esta razón, Jacques Testart ha propuesto su prohibición total. Yo creo que aunque los peligros existen, los beneficios terapéuticos que se pueden obtener hacen aceptable su uso con una reglamentación muy precisa. Estos mismos riesgos, incluso mayores, existirían también para la terapia germinal, por lo que desde este punto de vista el diagnóstico preimplantatorio seguiría siendo preferible.

Todas estas posibilidades de aplicación de la terapia germinal hacen referencia al tratamiento de casos concretos en familias donde se manifiesta una enfermedad hereditaria grave. Las aplicación de la terapia germinal con el objetivo de eliminar genes deletéreos de las poblaciones es, como ya hemos comentado, inviable desde el punto de vista práctico e imprudente desde el punto de vista de las consecuencias que pueda tener sobre la variabilidad genética.

Es inviable porque los genes recesivos raros están escondidos sobre todo en los individuos heterocigóticos y no se manifiestan, salvo en los casos de cruzamientos entre dos heterocigotos, en los que estadísticamente aparecen en la cuarta parte de la descendencia. Si el gen es raro, estos cruzamientos son muy poco probables. Habría que realizar un cribado genético de toda la población para todos los genes que se deseen eliminar y tratar mediante terapia germinal a la descendencia de todos los individuos portadores. Tal cosa es materialmente imposible. Además, implicaría un elevado control social sobre la reproducción de las personas que podría derivar en situaciones de discriminación totalmente inaceptables.

Sería, además, imprudente porque la variabilidad genética a nivel poblacional es un factor muy importante en la adaptabilidad biológica, por ejemplo, para la resistencia a enfermedades. La contribución de las interacciones entre genes a esta adaptabilidad es muy poco conocida y únicamente sabemos de algunos efectos pleiotrópicos, es decir, de genes que influyen sobre la expresión del carácter de otros genes distintos. Una política encaminada a la eliminación de un cierto número de genes de poblaciones enteras podría resultar imprevisiblemente peligrosa.

Volviendo a la problemática de familias concretas, existen, obviamente, otras posibilidades diagnósticas y terapéuticas para evitar la transmisión a la descendencia de una enfermedad hereditaria, como son el consejo genético antes de la concepción, el aborto, previo diagnóstico prenatal, o la donación de gametos. Aparte de los problemas que la interrupción del embarazo plantea para algunas personas, los dos primeros métodos citados no constituyen una alternativa completa a la terapia germinal, ya que no impiden la transmisión, de forma definitiva, del gen causante de la enfermedad.

Si lo que se pretendiese fuese realizar una acción de mejora, introduciendo un gen que antes no existía, obviamente la ingeniería genética germinal sería la única posibilidad. Analizaré ahora ese segundo caso.

Ingeniería genética de mejora

La defensa del la ingeniería genética de mejora suele presentarse mediante un razonamiento encadenado del siguiente tipo:

1. No existe diferencia moral entre provocar cambios en el genoma mediante terapia germinal para evitar una enfermedad genética y modificarlo para introducir un gen de resistencia a una enfermedad infecciosa. En ambos casos se trata de combatir una enfermedad.

2. Si aceptamos la proposición anterior, también debemos aceptar que no hay diferencia entre «mejorar» el genoma para dotarlo de resistencia a una enfermedad y «mejorarlo» para otros atributos socialmente deseables, no ligados a enfermedades.

3. En consecuencia, la ingeniería genética de mejora es tan aceptable moralmente como la terapia génica germinal. No existe barrera moral entre intervención terapéutica e intervención mejoradora.

Por ejemplo, el anteriormente citado Tristram Engelhardt Jr. ha escrito:

> No sólo existen numerosas debilidades propias de la especie que muchos hombres y mujeres se alegrarían de eliminar en la mayoría de las circunstancias, tanto para ellos mismos como para sus hijos, sino que también será difícil establecer un límite entre curar esas debilidades y conferir nuevos beneficios positivos. Por ejemplo: considérese la posibilidad de inducir en los seres humanos la resistencia al virus del sida, [...] incrementar la inteligencia de los seres humanos, o incrementar la reserva cardio-respiratoria de los seres humanos [...]. Desde un punto de vista laico no existirá ninguna diferencia moral –en principio– entre curar un defecto y aumentar las capacidades humanas (Engelhardt, 1991, pp. 82-83).

El razonamiento encadenado que hemos presentado no resulta, sin embargo, aceptable. En primer lugar, no puede ser lo mismo intervenir para evitar una enfermedad que la persona sufrirá de forma inexorable que potenciar la resistencia frente a enfermedades que puede que no lleguen a contraerse nunca. Si en el primer caso se persigue que los futuros individuos tratados no se vean mermados con respecto del resto de la población librándose del sufrimiento provocado por la enfermedad, en el segundo los futuros individuos tratados adquirirían una situación de ventaja potencial frente a los no tratados, que estarían expuestos al contagio. En el primer caso se trataría de evitar una situación que es causa de sufrimiento y puede convertirse en potencialmente discriminatoria (la que podrían sufrir los enfermos como consecuencia de su enfermedad si no son tratados conforme a las posibilidades existentes), mientras que en el segundo se trataría precisamente de crear una discriminación favorable a los individuos tratados en detrimento de los no tratados. Como no es posible que toda la población se someta a la intervención mejoradora, ya que para ello sería necesario que todas las personas naciesen mediante fecundación asistida acompañada del tratamiento genético, cosa obviamente irrealizable, solamente una pequeña fracción podría beneficiarse del tratamiento. La diferencia moral entre ambos propósitos resulta bastante clara.

En segundo lugar, desde el punto de vista de los riesgos aceptables tampoco es equiparable intervenir para eliminar una dolencia presente que hacerlo para prevenir una probabilidad de contagio de una enfermedad que no se padece. Si la enfermedad presente en el embrión susceptible de ser sometido a terapia germinal es grave, los riesgos de la terapia pierden importancia en la misma medida que aumenta la gravedad de la enfermedad. Por el contrario, actuar sobre el embrión sano para incorporar un gen que aumente la resis-

tencia frente a una enfermedad que puede que nunca se llegue a contraer supone el riesgo de convertir, si la terapia funcionase mal, un futuro niño perfectamente sano en un enfermo crónico que, además, en el caso de que llegara a reproducirse, podría transmitir esa dolencia genética a sus hijos. Incluso en el caso de enfermedades infecciosas graves, que de momento no tienen curación, resulta muy problemática la aceptación del riesgo de la terapia realizada sobre embriones sanos. Más discutible sería aún si la terapia no fuese dirigida a inducir resistencia frente a una enfermedad, sino a potenciar características no relacionadas con patologías, como las facultades mentales o la modificación de la conducta.

En tercer lugar, no puede ser equiparable una acción terapéutica, aunque sea preventiva, con la potenciación de otro tipo de características, como la inteligencia, que podría acarrear riesgos muy graves de discriminación social. En la misma línea de la posición anteriormente citada de Tristram Engelhardt Jr., el filósofo John Harris afirmaba, en su conocido libro *Supermán y la Mujer Maravillosa*, que:

> Supondremos que podremos insertar nuevos genes que codifiquen anticuerpos para enfermedades importantes, incluidos el sida, la hepatitis B y la malaria. También supondremos que podremos insertar genes que codifiquen enzimas para reparar los daños de carcinógenos o contaminantes medioambientales de diversos tipos y otros que quizá suprimiesen la predisposición a enfermedades coronarias [...].
>
> Los beneficios de producir algunos seres humanos transgénicos con funciones realzadas son formidables, y estos beneficios podrían redundar en la sociedad en su conjunto así como en los individuos mismos [...] (Harris, 1992, pp. 37, 253).

Desde el punto de vista de la salud del conjunto de la población no hay duda de que los métodos preventivos tradicionales, como las vacunas, son más eficaces para combatir una enfermedad infecciosa que la intervención germinal. Consideremos los casos de la viruela, la poliomielitis y la malaria. La viruela fue erradicada oficialmente del planeta gracias a la aplicación masiva de una vacuna. La poliomielitis, según las previsiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), también está en vías de desaparición por el mismo procedimiento, objetivo que tal vez se cumpla no más allá de este decenio. La malaria, por su parte, ha sido prácticamente erradicada de los países industrializados a pesar de que aún no existe una vacuna eficaz contra ella, simplemente eliminando su

vector portador que, como es sabido, es la hembra del mosquito *Anopheles*.

Por el contrario, la modificación génica germinal nunca podría ser aplicada a toda la población, por lo que ni aun en el mejor de los horizontes posibles puede presentar las mismas ventajas. Únicamente cuando no exista ninguna posibilidad de actuación profiláctica podría tener alguna utilidad la inserción genética. Pero en este caso se plantea un serio problema de discriminación de las personas que no puedan tener acceso a la tecnología genética. Esto es reconocido por el propio John Harris:

> En una población que haya sido sometida a ingeniería genética para hacerla resistente a todas las infecciones importantes, incluidos el sida, la hepatitis y las enfermedades del corazón, quien no estuviese así protegido estaría gravemente discapacitado (ibíd., p. 127).

Que una discapacidad se pueda presentar de forma natural no hace más aceptable que ésta se produzca como consecuencia de una acción deliberada. Los defensores de la eugenesia de mejoramiento argumentan que las oportunidades para enfrentarse a las contingencias de la vida también son distintas por causas sociales. Por ejemplo, diferencias en ingresos económicos pueden conducir a diferencias notables en el acceso a la educación, a la salud o a una nutrición de mayor calidad, y a pesar de ello no impedimos que la gente pueda llevar a sus hijos a colegios privados caros o ir a hospitales donde les garanticen una asistencia sanitaria de calidad superior.

Que esto sea cierto no hace ni deseable ni justo que las diferencias sociales se traduzcan en una distinta calidad de vida. Puede ser una consecuencia no igualitaria del funcionamiento de nuestra sociedad actual, pero la igualdad de oportunidades forma parte del principio de justicia y sigue siendo un valor social que hay que defender y potenciar por todos los medios. Este es el fundamento del llamado Estado del bienestar, de la existencia de un sistema sanitario público y de una enseñanza gratuita para toda la población, además de formar parte de los ideales de emancipación de todos los movimientos de inspiración igualitaria desde hace más de un siglo. La propia Constitución española reconoce esto en su artículo 9.2: «Corresponde a los poderes públicos promover las condiciones para que la libertad y la igualdad del individuo y de los grupos en que se integra sean reales y efectivas». Lo que no puede

estar justificado en ningún caso es que las diferencias socioeconómicas se traduzcan en diferencias biológicas con distinto valor social entre las personas, ya que se podrían convertir en causa de discriminación. De ser así, no estaríamos muy lejos de una nueva forma de racismo.

Es casi seguro que propuestas de este estilo, aplicadas a otras características como pueden ser la inteligencia u otros caracteres de incidencia social, no tendrían repercusiones biológicas dignas de mención, por las razones comentadas acerca del funcionamiento de los sistemas genéticos. Pero, a pesar de esto, pueden tener consecuencias sociales discriminatorias. Si, a pesar de su dudosa eficacia biológica, hay personas dispuestas a ponerlas en práctica, es porque de la posesión de esos genes esperan obtener para sus hijos alguna ventaja social importante. Esta ventaja podría convertirse en real por el solo hecho de adquirir esos genes, aunque biológicamente la repercusión de la intervención sea nula y los genes introducidos no afecten en absoluto a la característica que se quiere potenciar. Las expectativas sociales creadas por la intervención genética pueden ser precisamente el motivo para que la discriminación genética llegue a producirse, por la simple presunción de que tal influencia existe. En esto reside precisamente la principal razón para el rechazo de este tipo de actuaciones eugenésicas porque, en la medida en que tengan éxito social, implicarán consecuencias elitistas y discriminatorias. De otro modo carecerían de interés para sus promotores.

Es casi un lugar común escuchar que el análisis de las biotecnologías debe hacerse teniendo en cuenta el contexto social en el que se desarrollan. En este caso la exigencia es especialmente importante. Los defensores de la ingeniería genética de mejora suelen realizar sus propuestas desde la aceptación implícita y totalmente acrítica de los valores ideológicos de la moderna sociedad industrial, como son la competitividad y el afán de alcanzar el éxito social a toda costa, sin pararse a analizar las consecuencias sociales que eso puede tener para los colectivos no favorecidos, por esa mejora. Si todos fuesen igualmente favorecidos la supuesta mejora desaparecería por sí misma, ya que en la mayoría de los casos ésta únicamente tiene sentido si supone una ventaja comparativa a la hora de tener opciones de ascenso social a costa de los individuos y colectivos que no la poseen.

Las características genéticas pueden ser utilizadas como coartada para la discriminación social de las personas aunque los genes no influyan en absoluto en las diferencias sobre las que se pretende establecer esa discriminación. Ya he comentado anteriormente que en la primera mitad del siglo XX la sola creencia, a todas luces falsa, de que el nivel mental se podía establecer basándose en un simple test de inteligencia y que la debilidad mental era hereditaria fue usada como motivo para la discriminación social de miles de personas. También en la actualidad ya se han empezado a producir discriminaciones por causas genéticas sobre personas en relación con situaciones laborales o con seguros sanitarios y de vida. Del mismo modo, la inserción de un gen que codifique para una supuesta superioridad mental, aunque no produzca ese efecto, puede ser motivo de que los portadores de ese gen sean considerados superiores y tratados de ese modo, lo que tal vez sí podría llegar a tener repercusiones sobre su desarrollo intelectual. En cualquier caso, las personas no agraciadas con esos genes quedarían en una situación de inferioridad y podrían sufrir un trato discriminatorio, o menos favorable, por este motivo. De ser así, por la vía de una nueva eugenesia libremente decidida, se estarían reproduciendo los aspectos más negativos de la eugenesia clásica, con sus consecuencias injustas, discriminatorias y elitistas. Si, desde el punto de vista biológico, hay pocos motivos para defender una eugenesia positiva de perfeccionamiento, desde el punto de vista ético y social hay razones poderosas para oponerse a ella.

Epílogo

Las prácticas eugenésicas no constituyen un todo monolítico que podamos aceptar o rechazar de forma global, sobre todo desde que su principal objetivo ha pasado a ser el tratamiento preventivo de las enfermedades hereditarias. Algunas formas de eugenesia terapéutica (como el diagnóstico preimplantatorio seguido de la selección de embriones) podrían formar parte legítimamente del esfuerzo por combatir las causas de sufrimiento humano y, en este sentido, integrarse en los programas de medicina predictiva que el desarrollo de la biomedicina está empezando a poner en práctica, aunque sus aplicaciones deben ser evaluadas con la mayor seriedad, para evitar posibles repercusiones negativas.

Por lo que respecta a la terapia germinal, aunque no se considere como moralmente rechazable, en mi opinión no hay razones de

peso suficientes para apoyar su puesta en práctica. Como he tratado de argumentar, la valoración de la terapia germinal resulta negativa por sus riesgos frente a otros tratamientos terapéuticos que entrañan menos riesgos. Siendo una técnica tan problemática, resulta muy difícil entender por qué levanta tantas expectativas y cuenta con tantos defensores dentro de la comunidad científica. En mi opinión, hay dos razones que pueden motivar esto.

En primer lugar, están los intereses económicos de las empresas biotecnológicas implicadas en las investigaciones para el desarrollo de esta terapia. Estas investigaciones son llevadas a cabo, en parte por empresas privadas y, en parte, por departamentos universitarios, pero muchos de ellos tienen establecidos contratos con corporaciones privadas que financian parcial o totalmente las investigaciones y que serían las que explotarían comercialmente sus aplicaciones clínicas.

Una segunda razón que puede explicar las expectativas puestas en la terapia germinal es que podría ser la vía de entrada a otro tipo de intervenciones no terapéuticas destinadas a mejorar el patrimonio genético de los individuos. De hecho, algunos defensores de la terapia germinal consideran, como hemos visto, que no existe una diferencia moral entre un tipo y otro de intervenciones. De llegar a hacerse realidad la terapia germinal, consideran que sería más fácil la aceptación de la ingeniería genética de mejora, como una extensión lógica de la primera. En cualquiera de los casos, creo que la defensa de la terapia germinal contiene una buena dosis de propaganda interesada para fomentar expectativas poco realistas de esta aplicación de la tecnología genética humana que no posee las potencialidades terapéuticas que se le otorgan. Por tanto, creo que la terapia germinal no resulta aceptable y que, como mínimo, debería establecerse una moratoria internacional, ya reclamada desde diversas instancias, que impida su puesta en práctica en los próximos años.

Por su parte, la eugenesia con fines perfectivos no debería ser aceptada en ningún caso por ser intrínsecamente injusta y discriminatoria. Como afirmara Lionel Penrose, uno de los fundadores de la genética humana, «es preferible vivir en una sociedad genéticamente imperfecta, la cual conserve principios humanitarios de vida, que en una cuyas bases tecnológicas sean dechado de perfección hereditaria» (Kevles, 1985, p. 238).

IV. Miscelánea

16. Determinismo y sociobiología humana

Somos una terrible mezcla de ácidos
nucleicos y de recuerdos, de deseos y de proteínas.
François Jacob

El determinismo biológico está casi universalmente presente en la relación entre la biología y los asuntos humanos. En las líneas que siguen vamos a realizar una evaluación crítica de él desde el punto de vista biológico, así como de algunas de sus implicaciones en el terreno de la ética y de la política. Antes de seguir, aclaremos qué entendemos por determinismo biológico.

El determinismo biológico, o quizás podríamos denominarlo con más precisión determinismo genético, es una forma de pensamiento muy influyente en la biología, y también fuera de ella, que trata de explicar los comportamientos individuales y las formas de organización social sobre la base de imperativos biológicos, en particular por la acción de los genes. La dotación genética de los individuos sería la causa determinante de su conducta y de las formas de organización que las sociedades humanas establecen para maximizar su éxito reproductivo. En estas líneas la forma de determinismo biológico en la que nos centraremos será la de la sociobiología humana, la doctrina que debe su nombre a la obra de Edward O. Wilson, *Sociobiología, la nueva síntesis*, publicada en 1975, por ser su formulación más moderna y prestigiosa.

El determinismo biológico goza de una enorme influencia en la biología y en otros campos del pensamiento, siendo incluso dominante en algunas áreas, en especial en la biología molecular y quizás también en la biología evolutiva. Aunque el campo del determinismo es amplio e incluye desde formulaciones moderadas a extremas, las explicaciones basadas en la creencia de una natura-

leza humana determinada por el genotipo gozan de un gran predicamento. Las doctrinas deterministas, además, tienen indudables implicaciones sociales, éticas y políticas que es interesante someter a discusión.

En síntesis, pretendo poner de manifiesto que el determinismo biológico, pese a su atractivo y pervivencia a lo largo del tiempo, es una forma inadecuada de enfocar la explicación del comportamiento de los seres humanos. Sus análisis conducen, en general, a conclusiones que distorsionan gravemente la naturaleza de la conducta y de las relaciones humanas, tanto desde el punto de vista biológico como social y, por último, que más allá de las intenciones de sus promotores, es empleado para justificar como naturales distintas características sociales presentes en las colectividades humanas, contribuyendo, por lo menos desde un punto de vista ideológico, a la pervivencia de algunas de ellas.

Los postulados sociobiológicos

En el contexto de la aparición de la teoría de Darwin, el determinismo biológico significó una forma de reivindicar la relación filogenética de nuestra especie con el resto de las especies animales y de explicar su evolución a partir de los mismos postulados metodológicos que el resto del mundo vivo. Constituyó ésta una reacción positiva y necesaria frente a las ideas que situaban a los humanos en un mundo distinto, por encima y al margen de cualquier parentesco con otras especies.

Sin embargo, bien pronto esta reivindicación materialista pasó a convertirse en una formulación acerca de la naturaleza humana que se limitaba a reducir toda explicación al carácter innato de cualquier característica humana, fuese ésta la inteligencia, la dominación masculina, la delincuencia, la estratificación social o cualquier otra.

En la actualidad, la forma más moderna y elaborada del determinismo biológico es la sociobiología. Es también la más popularizada, desde que las obras de Wilson y Dawkins llegaron a convertirse en verdaderos *best sellers*. Además, la sociobiología tiene el atractivo añadido de que se presenta como un intento de aplicación de la ortodoxia darwiniana a la explicación del comportamiento, razón por la cual, a los ojos de muchas personas, debe de gozar de las mismas credenciales.

La sociobiología, en palabras de su fundador E. O. Wilson, «se define como el estudio sistemático de las bases biológicas de todo comportamiento social» (Wilson, 1975, p. 4). Dado que el comportamiento social que se pretende explicar incluye a la especie humana, los sociobiólogos tienen la esperanza explícita de que la sociología y otras ciencias sociales pasen a formar parte de la biología, como consecuencia de la síntesis que la sociobiología pretende realizar.

El fundamento metodológico de la sociobiología es el análisis de la conducta por el beneficio que en términos de supervivencia y reproducción comporte para los individuos que la manifiesten. Para que el análisis tenga significado desde un punto de vista darwiniano, esa conducta debe ser heredada, es decir, deben existir genes que determinen las pautas de comportamiento de los individuos. Si esos comportamientos son adaptativos, aumentarán la reproducción diferencial de sus portadores y, en consecuencia, las frecuencias de los genes responsables aumentarán en las poblaciones de generación en generación. Un elemento adicional muy importante consiste en la generalización y extrapolación de los fenotipos individuales para interpretar los fenómenos sociales. Éstos serían explicados como una consecuencia inevitable de las acciones independientes de los individuos que componen la sociedad. O, para aclararlo mejor con un ejemplo, la guerra como fenómeno social humano estaría determinada por el comportamiento agresivo, genéticamente determinado, de los individuos. Los factores económicos, ideológicos o políticos no serían relevantes si no afectan a la eficacia darwiniana y se limitarían, como mucho, a modificar el escenario donde los determinantes genéticos se manifiestan con toda su fuerza.

Para apoyar el carácter genéticamente determinado del comportamiento, los sociobiólogos tienden a buscar analogías entre la especie humana y otras especies animales, sobre todo de primates y otros mamíferos, aunque en ocasiones las analogías se hacen extensivas a especies de aves o de insectos. El propio Wilson se ha encargado de hacer explícito que «la sociobiología es una ciencia que se basa principalmente en las comparaciones de especies sociales» (Wilson, 1979, p. 33). Además, tienden a considerar que cualquier conducta que confiera adaptación debe ser hereditaria en un sentido genético, frente a cualquiera otra opción alternativa de transmisión cultural.

La plausibilidad del carácter adaptativo de estos rasgos de comportamiento se argumenta con historias hipotéticas sobre el éxito

reproductivo diferencial, bien mediante selección individual, bien mediante selección de parentesco e, incluso en ocasiones, mediante lo que Trivers ha llamado el altruismo recíproco.

La selección individual sería aquella que favoreciese directamente a los individuos portadores de un determinado genotipo para un carácter de comportamiento dado. Por ejemplo, volviendo al caso de la agresión, los individuos más agresivos podrían tener una ventaja darwiniana frente a los menos violentos y dejar, por término medio, más descendientes que estos últimos.

El segundo mecanismo nombrado, la selección de parentesco, constituye uno de los argumentos más queridos de las interpretaciones sociobiológicas. Supone que aunque el comportamiento no beneficie directamente al individuo que lo exhiba, sí beneficiará a sus familiares, de modo que las ventajas que éstos reciban compensarán el sacrificio individual de aquél, y los genes compartidos entre el individuo y sus parientes tenderán a aumentar de frecuencia en la población. La selección de parentesco es empleada por los sociobiólogos para explicar las conductas altruistas, en las que los individuos sacrifican sus vidas para salvar las de sus familiares.

El tercer mecanismo, el altruismo recíproco, serviría, en el argumento sociobiológico, para explicar las conductas altruistas hacia individuos no emparentados. Supone que este tipo de altruismo podría ser ventajoso si es recíproco, porque ambos mejoran su eficacia darwiniana a largo plazo, pese a los costes que la conducta altruista presente para su supervivencia inmediata. Aunque Wilson estima que el altruismo recíproco está prácticamente ausente en las sociedades de insectos y es muy escaso en mamíferos, incluidos los primates, considera que en la especie humana puede jugar un papel muy importante, sobre todo en conductas muy difícilmente explicables mediante los mecanismos de selección individual o familiar.

Como ya fue apuntado, una de las premisas en las que se fundamentaba el discurso sociobiológico es que el comportamiento social es una extensión del comportamiento individual. Esta idea es formulada explícitamente por Wilson cuando afirma que «las culturas no son superorganismos que evolucionan de acuerdo con su propia dinámica. Por el contrario, el cambio cultural es el producto estadístico de las respuestas de conducta por separado de gran número de seres humanos que se enfrentan lo mejor que pueden con la existencia social» (ibíd., p.118). Esta idea se deriva de la aplicación estricta del mecanismo de la selección natural individual.

Fenómenos sociales como la guerra, ya comentado, el sexismo o la xenofobia vendrían determinados por la acción de los individuos que, a su vez, estarían determinados por sus genes. A este respecto Wilson considera que «el nacionalismo y el racismo [...] son el resultado culturalmente nutrido del simple tribalismo» (ibíd., p. 136), porque «las respuestas sociales básicas de los cazadores-recolectores se han metamorfoseado de las adaptaciones ambientales relativamente modestas a formas inesperadamente elaboradas y aun monstruosas en las sociedades más avanzadas» (ibíd., p. 133).

Crítica de las tesis sociobiológicas

No creo que sea necesario ilustrar con más ejemplos las pretensiones teóricas y prácticas de la sociobiología humana. Para comenzar su crítica debemos situarnos en el mismo terreno sobre el que ésta pretende establecerse, el del papel de los genes en la determinación de las características de los organismos. Desde el punto de vista científico, la sociobiología, y el determinismo biológico en general, no se desacreditan porque las consecuencias que se puedan derivar de sus conclusiones sean socialmente inaceptables. Los deterministas realizan afirmaciones acerca del funcionamiento real de los organismos que es necesario contrastar. Cuando Wilson dice que «ciertos genes predisponen a los individuos hacia la esquizofrenia» (ibíd., p. 92) está realizando una afirmación que debe ser discutida con los conocimientos que poseemos de la genética humana.

Por este motivo, comenzaremos la crítica de la sociobiología con una discusión acerca de la relación entre los genes y el ambiente en la determinación de los caracteres que configuran el organismo. Para desmontar las argumentaciones del determinismo biológico es necesario esclarecer previamente esta cuestión.

Todos los caracteres físicos, fisiológicos o conductuales de un individuo de una especie cualquiera, incluida la humana, tienen relación con los genes. No es ésta una afirmación determinista, es una constatación derivada de la naturaleza biológica de los organismos. Si nos referimos a la inteligencia, parece obvio que está relacionada con el sistema nervioso y, más específicamente, con el cerebro, y que en el desarrollo de éste los genes juegan un papel importante. Sería absurdo decir que son únicamente factores ambientales los responsables de la capacidad intelectual.

No pretendo afirmar que habilidades socialmente adquiridas, como la facilidad para hablar con normalidad la lengua propia, estén mediadas por los genes. Evidentemente, la destreza de cualquier ser humano normal para hablar una lengua concreta dependerá de factores ambientales o sociales, como son el lugar donde se ha criado y la educación recibida.

La controversia sobre la influencia de los genes no radica, pues, en si éstos están involucrados en la expresión de los caracteres sino más bien en si las diferencias entre los individuos son debidas a diferencias genéticas entre ellos y si la expresión de los caracteres puede ser modificada por los efectos del ambiente y en qué medida puede serlo.

Salvo algunas excepciones, el ambiente debe de influir también en la expresión de los caracteres. Incluso en los gemelos monocigóticos, que son genéticamente idénticos por proceder del mismo óvulo fecundado, existen diferencias que sirven para individualizarlos. Salvo algunas excepciones, el ambiente debe de influir también en la expresión de los caracteres. Incluso en los gemelos monocigóticos, que son genéticamente idénticos por proceder del mismo óvulo fecundado, existen diferencias que sirven para individualizarlos.

A veces, los deterministas genéticos se expresan como si los genes determinaran los caracteres al margen del ambiente o, en el mejor de los casos, éste únicamente se limitara a modificar ligeramente el papel de aquéllos. Así, Wilson considera que «las limitaciones genéticas y el número restringido de ambientes dentro de los que pueden vivir los seres humanos limita de manera substancial el número de posibles resultados» (ibíd., p. 110). Dada esta premisa, no es sorprendente que afirme, por ejemplo, que «la conducta territorial humana está genéticamente limitada en su expresión» (ibíd., p. 158).

Pero genes y ambiente forman una unidad inseparable, ya que es imposible que los genes se expresen al margen del ambiente. Los individuos viven en un entorno ambiental determinado, sea éste el que sea; no puede haber organismos al margen del ambiente. Recíprocamente, tampoco puede haber organismos en ausencia de los genes y de los efectos que éstos producen. Los seres humanos no saltamos como los canguros, no solamente porque no estemos sometidos a las mismas presiones ambientales, sino porque no tenemos unos genes que contribuyan a configurar las adaptaciones ana-

tómicas necesarias para el salto. Como afirman Lewontin, Rose y Kamin, «lo biológico y lo social no son separables, ni antitéticos, ni alternativos, sino complementarios. Todas las causas del comportamiento de los organismos son [...] simultáneamente sociales y biológicas» (Lewontin, Rose y Kamin, 1984, p. 343).

La expresión de los caracteres suele presentar una flexibilidad que los deterministas biológicos tienden a desconsiderar. Ésta puede ser pequeña en aquellos caracteres fenotípicos que están más próximos en su expresión a los productos primarios de los genes, es decir, cuando los fenotipos considerados son proteínas. Sería éste el caso antes citado, por ejemplo, de los grupos sanguíneos. También los caracteres anatómicos y fisiológicos de los que depende más directamente la supervivencia pueden estar canalizados en el sentido de presentar una variabilidad fenotípica nula o casi nula y, en consecuencia, estar muy poco sometidos a variaciones ambientales. Pero aquellos otros que dependen de la influencia múltiple de muchos factores, internos o externos, suelen expresarse de un modo mucho más flexible y variado. Especialmente notable es la flexibilidad en los caracteres de comportamiento que dependen del funcionamiento de un sistema nervioso bien desarrollado.

Detengámonos por un momento en esta cuestión, que es de la máxima importancia. Para eso definiremos dos conceptos básicos de la genética que son esenciales para una correcta comprensión de la relación entre los genes y el ambiente en la codeterminación de las características del organismo. Son los conceptos de genotipo y fenotipo. Entendemos por genotipo la dotación genética de un individuo, es decir, los genes que ha heredado de sus progenitores. El fenotipo es la expresión externa que muestra el individuo para un carácter o conjunto de caracteres y describe aspectos de su morfología, fisiología o comportamiento. A diferencia del genotipo, normalmente el fenotipo puede ser percibido directamente a través de los sentidos, aunque no siempre es así. En el caso del grupo sanguíneo, que es un fenotipo, necesitamos realizar una prueba antigénica para determinar el grupo al que pertenece cada persona. No es posible percibirlo directamente. En otros casos, como el color de los ojos, la estatura o la forma de la nariz, el fenotipo puede ser observado directamente.

Para representar las complejas relaciones entre genotipo y fenotipo los genetistas utilizan el concepto de norma de reacción. Ésta es el conjunto de fenotipos que puede mostrar un genotipo

particular considerando toda la gama de ambientes posibles que puedan influir en él. En la práctica, la determinación completa de la norma de reacción es imposible ya que no se puede establecer, y menos aún controlar, toda la gama de ambientes a los que pudiera estar expuesto el genotipo en cuestión. Sin embargo, pueden diseñarse experimentos para determinar normas de reacción parciales en un número limitado de ambientes. Esto es precisamente lo que aparece en la ilustración de la página 218.

La figura muestra siete plantas distintas del género *Achillea* de las que se han separado esquejes que fueron plantados a distintas altitudes. El fenotipo estudiado es la altura de la planta y el factor ambiental que se ha hecho variar fue la altitud a la que se realizaron las plantaciones. Tenemos, pues, siete genotipos distintos con tres fenotipos para cada uno. Las normas de reacción expresan las variaciones fenotípicas que experimentan las plantas dependiendo del distinto genotipo que posean y de las variaciones ambientales a las que se vean sometidas. A pesar de ser un carácter bastante simple y unidimensional y que la gama de ambientes es pequeña, las variaciones fenotípicas son bastante grandes. No hay un genotipo que pueda ser considerado superior a cualquier otro en todos los ambientes seleccionados, ni ninguna otra pauta ordenada de interacción genotipo/medio que permita realizar generalizaciones acerca de qué genotipo o qué ambiente es preferible para la expresión del carácter estudiado.

Si pudiésemos representar las normas de reacción de caracteres humanos complejos y multidependientes, como la inteligencia, las pautas de comportamiento sexual, la agresividad, la tendencia al adoctrinamiento o cualquier otro de los que los sociobiólogos gustan comentar, serían, necesariamente, muchísimo más variadas y ricas. Si tenemos en cuenta la enorme plasticidad del sistema nervioso central humano y la capacidad de aprendizaje que permite, deberíamos aceptar que la interacción entre genotipo y ambiente para este tipo de caracteres está muy lejos de la determinación directa y simple por parte de los genes. Cuando Wilson afirma, grandilocuentemente, que «la ideología se inclina ante sus amos ocultos, los genes, y ante un examen riguroso los impulsos más elevados parecen metamorfosearse en actividad biológica» (Wilson, 1979, p. 16), no hace sino expresar una concepción de las relaciones entre genes y ambiente muy alejada del funcionamiento real de los organismos vivos.

La interacción entre genes y ambiente, con ser muy diversa, no agota la determinación del fenotipo. Existe otro factor que rara vez se tiene en consideración, pero que puede ejercer una influencia notable. Se trata de fluctuaciones aleatorias en el crecimiento de los tejidos que determinan cambios en el desarrollo. Se conoce como ruido de desarrollo. Si reparamos en las partes simétricas del cuerpo, como son las dos manos, las dos orejas o las dos fosas nasales, observaremos que no son exactamente iguales. Una puede ser algo mayor que otra, tener un lunar que la otra no tiene, incluso haber pequeñas diferencias en la forma. Ambos órganos (manos, orejas o cualesquiera otros) están determinados exactamente por los mismos genes y fueron expuestos aproximadamente a los mismos ambientes en el interior del útero y posteriormente durante la vida. Sin embargo, a pesar de las coincidencias genéticas y ambientales, presentan diferencias fenotípicas debidas al ruido de desarrollo. Un ejemplo particularmente notorio es el de las huellas dactilares, que son distintas en ambas manos precisamente por este motivo.

El ruido de desarrollo parece jugar un papel importante en el establecimiento de las conexiones neuronales del cerebro. De hecho, la teoría selectiva de la formación del sistema nervioso central da una gran importancia al crecimiento aleatorio de las conexiones nerviosas que originan las redes neuronales.

En ocasiones, algunos críticos del determinismo biológico caen en la posición simétrica de un determinismo ambiental casi absoluto, cosa que, por otro lado, ha sido utilizada por los sociobiólogos para reforzar su propia posición. Wilson ha afirmado con razón que «la mente humana no es una *tabula rasa*. Una pizarra en blanco sobre la cual la experiencia dibuja imágenes complicadas con líneas y puntos» (ibíd., p. 103). Efectivamente, no lo es y el determinismo ambiental es tan incorrecto como su simétrico determinismo genético. Que un carácter necesite para expresarse de un determinado entorno ambiental, que incluya algún tipo de aprendizaje, no excluye que los genes puedan jugar un papel relevante. Los niños pequeños, por ejemplo, aprenden a andar, pero este aprendizaje requiere unas estructuras anatómicas que indudablemente están codeterminadas por los genes y que son fruto de la evolución biológica.

No podemos dividir el organismo en una parte debida a los genes y otra debida al ambiente, como si ambos fuesen independientes y asignar tantos por ciento a la influencia de cada uno. El organismo

es el producto de la interacción única e irrepetible entre genes y ambiente.

Una de las razones que dificulta poner a prueba las tesis sociobiológicas es que no podemos someter a los seres humanos a experimentos controlados para determinar las normas de reacción de caracteres concretos. No es posible tomar cierto número de genotipos y someterlos a distintos ambientes seleccionados. En consecuencia, en la mayoría de los caracteres humanos la interacción entre genes y ambiente y su variación no puede ser estimada, ni siquiera aproximadamente. El problema se complica aún más si tenemos en cuenta que las técnicas de la genética cuantitativa que estudian esta variación son aplicadas a caracteres que puedan ser objeto de medición. El peso corporal, la estatura, la puesta de huevos o la cantidad de leche producida pueden ser medidos. Pero ¿cómo podemos estimar cuantitativamente la agresividad, la tendencia a la religiosidad, la inclinación sexual o la xenofobia?

La imposibilidad de realizar predicciones cuantitativas y de ponerlas a prueba hace que la mayoría de las hipótesis sociobiológicas sean sumamente especulativas. En este sentido, la sociobiología humana, aunque presume de apoyarse en el aparato matemático de la genética de poblaciones, nunca ha conseguido poner en práctica tal pretensión.

Estos problemas metodológicos no pueden ser resueltos recurriendo simplemente a la realización de reconstrucciones históricas, por plausibles que pueden parecer. Los sociobiólogos son conscientes de estas dificultades, aunque puedan discrepar sobre su importancia y consecuencias. A este respecto, Wilson se hace eco de estos problemas al proponer que «la conducta social humana puede evaluarse [...] primero por comparación con la conducta de otras especies, y después –con bastante más dificultad y ambigüedad– por medio de estudios de las variaciones entre y dentro de poblaciones humanas» (ibíd., pp. 37-38).

Dado que este último procedimiento presenta las limitaciones reseñadas, para la sociobiología la forma principal de postular si una conducta está controlada genéticamente es el establecimiento de similitudes entre los seres humanos y otras especies animales. Se supone que si dos especies emparentadas presentan un comportamiento semejante para un carácter dado ese comportamiento tendrá las mismas causas ya que, presumiblemente, tiene un origen común. Pero para poder evaluar si esa comparación puede ser esta-

blecida es necesario considerar primero la diferencia esencial entre caracteres homólogos y análogos.

En biología evolucionista la homología se refiere a estructuras, o caracteres en general, que tienen un origen común y que pueden realizar las mismas o diferentes funciones dependiendo de su evolución posterior.

Los brazos de los seres humanos y de los chimpancés constituyen un caso de estructuras anatómicas homólogas. Ambos tienen los mismos huesos, con una estructura prácticamente idéntica. No cabe duda de que tienen el mismo origen y que el antepasado común de ambos ya poseía esas mismas extremidades. En este caso concreto, además, realizan funciones muy parecidas, aunque no exactamente iguales. En los chimpancés los brazos son una ayuda imprescindible para la locomoción, cosa que no ocurre en los humanos.

Pero las estructuras homólogas no tienen por qué compartir la misma función, ni tan siquiera tiene que ser semejante. Las extremidades anteriores de las aves y de los cuadrúpedos, al igual que en el ejemplo anterior, también son homólogas y comparten, además de un origen común, la misma estructura anatómica, aunque fueron modificadas para adaptarse a funciones distintas, al vuelo en el primer caso y a la locomoción en el segundo.

La analogía (también llamada homoplasia), a diferencia de la homología, se refiere a estructuras o comportamientos parecidos, pero que no tienen un mismo origen y su aparición y evolución ha sido independiente. Las analogías pueden ser funcionalmente semejantes, si los caracteres en cuestión están adaptados a la realización de la misma función, o desemejantes, si no lo están.

Tanto los insectos como las aves tienen alas que les permiten volar. Sin embargo, en los dos grupos de animales la aparición de las alas ha sido fruto de procesos evolutivos independientes y las estructuras anatómicas subyacentes son distintas, aunque el resultado sea funcionalmente análogo, en el sentido de alcanzar una adaptación al vuelo. Este sería un caso de analogía funcionalmente semejante. Las hojas de los árboles y la piel de ciertas especies de lagartos es igualmente verde, es decir, presentan una coloración análoga. Sin embargo, esta analogía es funcionalmente desemejante, ya que en el caso de las hojas el color verde es debido a la presencia de clorofila para realizar la fotosíntesis y en el caso de los lagartos probablemente se trate de un mimetismo que les permi-

te camuflarse. Los lagartos, como todo el mundo sabe, no realizan la fotosíntesis.

La diferencia entre caracteres homólogos y análogos es de la mayor importancia para poder extraer conclusiones válidas acerca de la similitud de comportamientos entre especies diferentes. Cuando los sociobiólogos comparan conductas que presentan un cierto parecido en dos especies, suelen asumir que esos comportamientos tienen el mismo origen, es decir, que son homólogos. Así, no sorprende que encontremos en Wilson afirmaciones del siguiente tipo: «La conducta social humana descansa sobre bases genéticas, [...] está para ser más precisos, organizada por ciertos genes que compartimos con las especies estrechamente relacionadas con la nuestra» (Wilson, 1979, p. 55); o esta otra: «La territorialidad es un rasgo general de las sociedades cazadoras-recolectoras. [...] Estas sociedades relativamente primitivas no difieren de forma básica en cuanto a estrategia, de la tenencia de la tierra de muchas especies de mamíferos» (Wilson, 1975, pp. 582-583).

Pero, como acabamos de ver, es preciso determinar, antes de realizar las comparaciones, si el rasgo en cuestión es homólogo o análogo y, en este último caso, si se trata de una convergencia evolutiva fruto de presiones selectivas semejantes. De no poder realizar este análisis, del simple parecido es imposible extraer conclusiones sobre si las causas que explican una conducta animal pueden ser extrapoladas a la especie humana.

Quizás el aspecto que más dificulta la comparación entre la conducta animal y la humana, y que contamina la valoración de la trascendencia de las analogías encontradas, sea la tendencia a calificar las conductas animales con términos y conceptos extraídos de las sociedades humanas. Así, se habla de violación entre los ánades reales, de especies esclavas entre las hormigas, de reinas y obreras entre las abejas y una retahíla de calificativos más, procedentes todos ellos de las sociedades humanas. Si estuviéramos en presencia de una simple metáfora antropocentrista, la cuestión no tendría mayor importancia. Pero no es el caso. Una vez que las conductas se designan con calificativos extraídos de las sociedades humanas, se da el paso de tratarlas como si fueran funcionalmente análogas, cuando no homólogas, asumiendo que cumplen los mismos papeles sociales e incluso que están determinadas por las mismas causas. Una vez establecido esto, el último paso consiste en reinterpretar la conducta humana a partir de la conducta animal, considerando que

corresponde a un proceso natural que los humanos, por ser también animales, compartimos con otras especies.

Esta práctica de interpretar la naturaleza como si fuera un reflejo de la sociedad humana para después reinterpretar el comportamiento humano como si fuera simplemente una extensión del animal es antigua y no es exclusiva de la sociobiología. Ya en 1875, Engels criticó que detrás de la lógica del darwinismo social se escondía este mismo argumento falaz:

> Toda la doctrina darwiniana referida a la lucha por la existencia es sencillamente una transferencia desde la sociedad a la naturaleza viva de la doctrina de Hobbes del *bellum omnium contra omnes* y de la doctrina económico-burguesa de la competencia, así como de la teoría de la población de Malthus. Cuando este acto de prestidigitación ha sido realizado [...] las mismas teorías son transferidas nuevamente desde la naturaleza orgánica a la Historia y se afirma entonces que se ha probado su validez como *leyes* eternas de la sociedad humana. La puerilidad de este procedimiento es tan manifiesta que no es necesario decir ni una palabra al respecto (Lewontin, Rose y Kamin, 1984, p. 294).

Marshall Sahlins ha expresado esta misma idea al afirmar que «parece que somos incapaces de escapar a este movimiento perpetuo hacia atrás y hacia adelante, entre la culturización de la naturaleza y la naturalización de la cultura, que frustra al mismo tiempo nuestra comprensión de la sociedad y del mundo orgánico» (Sahlins, 1982, p. 137).

Para ilustrar nuestra crítica a este aspecto del discurso sociobiológico consideremos el caso de la supuesta «violación» que se produce en el ánade real. El sociobiólogo David Barash lo analiza en los siguientes términos:

> Mucha gente puede ofenderse ante la idea de la violación en animales, pero el término parece totalmente apropiado cuando examinamos lo que sucede. Entre los patos [...] cuando el rito culmina finalmente en la monta, macho y hembra están claramente de acuerdo. Pero a veces un macho extraño sorprende a una hembra ya emparejada e intenta forzarla a una cópula inmediata, sin pararse en ninguno de los rituales de cortejo habituales y en contra de las evidentes y vigorosas protestas de ella. Si es que esto no es una violación, ciertamente se le parece mucho.
>
> La violación entre los humanos no es en modo alguno tan simple, influida como está por una capa extremadamente compleja de actitudes culturales. No obstante, la violación en el ánade real y el adulterio en el pájaro azul pueden tener un cierto grado de relevancia para el comportamiento humano. Tal vez los violadores humanos, en sus modos crimi-

> nalmente desviados, estén haciendo lo mejor que pueden para maximizar su eficacia. De ser así, no son tan diferentes del ánade real soltero sexualmente excluido. Otra cuestión es que, estén o no dispuestos a admitirlo, a muchos machos humanos les resulta estimulante la idea de una violación. Eso no los convierte en violadores, pero les añade algo más en común con los ánades reales (Sober, 1993, pp. 314-315).

En primer lugar, la consideración de la violación en el ánade real como funcionalmente análoga de la violación en los seres humanos es explícita. Se asume que ambas responden al mismo impulso de maximizar la eficacia reproductiva. La cuestión no es solamente que tal suposición aplicada a los seres humanos es totalmente gratuita e incluso directamente falsa. El hecho más relevante es que a partir de aquí se concluye que esto puede tener importancia para explicar el comportamiento humano.

En segundo lugar, la culturización de la naturaleza y la naturalización de la cultura que realiza Barash, por utilizar la afortunada expresión de Marshall Sahlins, es también paradigmática. Nos habla del ánade «soltero» (concepto indudablemente humano) y califica su comportamiento como «violación», término igualmente extraído del comportamiento humano que designa una agresión sexual, no exclusivamente coital[24], que no tiene relación alguna con la reproducción. Según Masters y Johnson, la violación, «aunque se defina como un acto sexual, es sobre todo una expresión de violencia, rabia y agresividad» (Masters, Johnson y Kolodny, 1986, p. 515). Después de realizada la trasposición, se vuelve a los humanos para aplicar las lecciones extraídas del comportamiento de los ánades y presuponer que a muchos varones les resulta estimulante la idea de la violación por lo que tienen en común con los ánades reales.

Otro aspecto de interés en la crítica de la sociobiología es el de la consideración de que los comportamientos sociales pueden ser explicados recurriendo únicamente al comportamiento individual de sus miembros. Evidentemente, las sociedades están formadas por individuos. Pero toda sociedad posee algún tipo de organización que confiere propiedades nuevas al conjunto, que no están presentes en los individuos por separado. Estas propiedades emergentes son una característica de cualquier sistema que posea un grado de organización distinto al de sus componentes individuales. Las propiedades de una célula, por ejemplo, no vienen especificadas únicamente por la totalidad de las moléculas constituyentes,

consideradas aisladamente. Cada nivel de organización –átomos, moléculas, orgánulos, células, etc.– posee propiedades emergentes que no están presentes en el nivel inferior y que no se deducen de las propiedades de esos niveles precedentes.

De modo análogo, las propiedades de cualquier sociedad humana no están determinadas únicamente por el conjunto de las normas de reacción de todos los individuos que componen esa sociedad. La capacidad de desplazarse entre Madrid y Toledo en una hora no depende de que existan algunos genotipos humanos que en un determinado ambiente desarrollen una inusitada velocidad y resistencia en carrera. Eso podría servir para saber qué gacelas tienen mayor probabilidad de escapar de sus predadores. Pero las personas podemos desplazarnos a grandes distancias al margen de los caracteres biológicos de cada individuo. Y aunque son los individuos los que se desplazan, dependen de una determinada organización social en forma de carreteras, fábricas de vehículos, gasolineras, autoescuelas, etc., para poder hacerlo (tomado de Lewontin, Rose y Kamin, 1984, p. 348).

La sociobiología es incapaz de dar cuenta del funcionamiento de las sociedades humanas porque cae en el error de considerar que las conductas individuales son suficientes por sí solas para determinar la conducta colectiva, socialmente organizada, pero, como indica el sociólogo W. G. Runciman, «hay un sentido en el que las sociedades y culturas son más que la suma de los comportamientos de sus miembros, y éstos lo reconocen en gran parte de lo que dicen y hacen» (Runciman, 1998, p. 59). Muchas de las personas que participan en una guerra no experimentan sentimientos violentos, sino simplemente sentimientos de terror. Además, y esto es lo más importante, las causas de la guerra no vienen determinadas por la presencia de esos impulsos violentos en los participantes, ni tan siquiera en los personajes con influencia para provocar el desencadenamiento de aquélla.

Esto no quiere decir que la biología no sea necesaria para contribuir a explicar el funcionamiento de las sociedades humanas, sino solamente que resulta a todas luces insuficiente. Se necesita algún tipo de teoría social que, además, englobe los factores económicos, políticos, sociológicos, ideológicos y culturales que contribuyen a hacer de la historia humana algo distinto de una simple evolución biológica de conjuntos de individuos que compiten por maximizar las frecuencias de sus genes.

Llegamos de esta forma al punto esencial de divergencia entre la conducta humana y la conducta de otras especies animales. Este punto no es otro que la presencia, en las sociedades humanas, de la cultura, entendida como «un comportamiento simbólico aprendido y adaptable, basado en un lenguaje plenamente establecido, asociado a la inventiva tecnológica, un conjunto de aptitudes que depende a su vez de la capacidad para organizar relaciones de intercambio entre comunidades» (Kuper, 1994, p. 97)[25]. No cabe duda de que hubo un proceso de evolución biológica que posibilitó que los seres humanos llegasen a tener capacidad de conceptualización abstracta, a emplear un lenguaje de símbolos, a transmitir informaciones por métodos distintos de los genéticos y, en fin, a poder configurar el mundo sobre la base del cambio cultural y tecnológico.

Esto último no supone un motivo de discrepancia con las tesis sociobiológicas. Quizás los detalles del proceso y el énfasis puesto en uno u otro aspecto de él puedan variar de unos autores a otros, pero en sus rasgos fundamentales el proceso de evolución biológica que condujo a la hominización no es motivo de controversia.

En este proceso algunos acontecimientos resultaron particularmente importantes. La posición bípeda, presente ya en los australopitecinos hace unos cuatro o cinco millones de años, permitió que las manos fuesen empleadas por nuestros antepasados más modernos para la construcción de herramientas, cada vez más sofisticadas a medida que el desarrollo cerebral fue mayor. Pero un elemento verdaderamente decisivo fue la adquisición de un lenguaje que posibilitó no solamente la transmisión horizontal de informaciones, sino la emergencia de una verdadera capacidad simbólica. El nacimiento de un lenguaje simbólico y la construcción de instrumentos para el dominio del medio natural es lo que nos permite hablar de una cultura plenamente humana.

La posibilidad de aprendizaje que la transmisión cultural conlleva es posible en los seres humanos gracias a las particularidades del desarrollo nervioso en los primeros años de vida. Debe de tenerse en cuenta que, aunque todas las neuronas de que dispondremos durante la vida están prácticamente presentes desde la trigésimo tercera semana de desarrollo embrionario, las principales conexiones entre ellas –las llamadas sinapsis–, que son la base física de los circuitos neuronales responsables de las funciones cerebrales, entre las que se incluyen la memoria y la capacidad de razonamiento, se establecen durante los primeros años de vida. Los circuitos básicos

están determinados genéticamente, pero en el proceso de formación de las redes neuronales juegan un papel muy importante los estímulos ambientales y quizás también el azar en forma de ruido de desarrollo.

En los seres humanos, el enorme desarrollo del cerebro, en particular de la corteza cerebral frontal, posibilitó una gama enorme de respuestas ante los estímulos externos. Dejamos de ser individuos programados en detalle por nuestros genes para adquirir una plasticidad en los comportamientos que ninguna otra especie posee. El resultado de todo esto es que los seres humanos somos fruto de una historia que se va construyendo desde antes del nacimiento, en la que los factores ambientales y sociales interaccionan con los genéticos para moldear la expresión de los caracteres, y cuanto más complejos son estos últimos, mayor es la plasticidad de las respuestas provocada por esta interacción. La posibilidad de la existencia de una cultura se deriva de esta potencialidad biológica exclusiva de los seres humanos.

Evolución biológica y cambio cultural

En el contexto de la discusión que estamos realizando, para poder evaluar el papel distintivo de la cultura en la evolución reciente de las sociedades humanas, es necesario analizar las diferencias entre el cambio cultural y la evolución biológica. Antes de considerar en qué consisten estas diferencias, observemos que tanto la evolución biológica como la cultural pueden promover la adaptación. Que un determinado tipo de comportamiento sea adaptativo en el sentido de favorecer la supervivencia no nos indica, por sí mismo, nada acerca de si fue adquirido mediante evolución biológica o mediante algún tipo de adaptación cultural. Necesitamos, primero, conocer las diferencias entre estos dos tipos de transmisión.

En primer lugar, existe una asimetría clara en cuanto al proceso de desarrollo de cada una de ellas. La evolución biológica es un proceso de especiación y diferenciación prácticamente continuo pero, una vez separadas, las especies no pueden volver a fusionarse. El cambio cultural también puede presentar diferenciación, en el sentido de formación de nuevas culturas por diversificación. Pero, a diferencia de la evolución biológica, las culturas pueden influirse mutuamente, pueden intercambiar tradiciones y valores e, incluso, llegar a fusionarse por muy diferentes que sean en origen. En palabras de Stephen Gould, «el cambio cultural de los seres humanos se

nutre del fructífero (o destructivo) impacto explosivo de la ósmosis entre tradiciones, un mecanismo desconocido en el parsimonioso mundo de la evolución darwiniana» (Gould, 1996b, p. 235).

En segundo lugar, los mecanismos de herencia o de transmisión son totalmente distintos. La evolución biológica se rige por el mecanismo de la selección natural. Se producen variaciones hereditarias debido a la existencia de mutaciones azarosas de los genes y se seleccionan los individuos que son portadores de aquellas variantes que mayor probabilidad de supervivencia y reproducción confieran a sus portadores. En el modelo darwiniano los cambios que se producen en el organismo durante la vida no se transmiten a la descendencia porque no pueden ser grabados en los genes de las células reproductoras, que se mantienen al margen de las modificaciones corporales. En este sentido, la herencia de los caracteres adquiridos, que Lamarck postuló como mecanismo evolutivo, está totalmente ausente de la evolución biológica.

Sin embargo, lo que no es cierto para la evolución biológica sí lo es para el cambio cultural. La transmisión cultural sigue un patrón lamarckiano, de «herencia de los caracteres adquiridos». Los conocimientos, informaciones, pautas de conducta, técnicas o cualquier otra adquisición realizada por medios culturales puede ser transmitida. Además, a diferencia de la herencia genética, la transmisión no es únicamente vertical, sino también oblicua y horizontal. Las personas reciben influencias culturales de sus progenitores, de otros miembros de la generación de sus progenitores, de personas de su misma generación e incluso de generaciones anteriores muy separadas en el tiempo. Los vehículos de esta transmisión, como el habla, la escritura y los medios de comunicación audivisuales, son mecanismos muchísimo más potentes que cualquier forma de transmisión genética.

En la biología de los organismos, las modificaciones físicas o fisiológicas adquiridas durante la vida mueren con ellos si no están codificadas en sus genes. Los cambios culturales, por el contrario, pueden ser transmitidos sin necesidad de que exista la más mínima relación de parentesco genético. Como señaló Marvin Harris, «la invención del fonógrafo se hubiese difundido por todo el mundo aunque Thomas Alva Edison y todos sus parientes cercanos hubiesen muerto sin dejar descendencia» (Harris, 1979, p. 142).

Por otro lado, en la evolución darwiniana, las variaciones genéticas, que constituyen su materia prima, aparecen al azar, in-

dependientemente de su utilidad presente o futura. En la evolución biológica no existe ningún tipo de finalismo ni dirección preestablecida. La selección natural favorece a los individuos que poseen aquellas variantes que mejor les permiten sobrevivir y reproducirse en un lugar concreto con un medio ambiente determinado. Pero los ambientes son cambiantes y lo que en un momento era adaptativo puede dejar de serlo. En este sentido, la selección natural no establece tendencias evolutivas. Estas únicamente aparecen *a posteriori*, como consecuencia impredecible de los efectos continuados de la selección durante un período de tiempo prolongado. La evolución biológica, además, no guarda memoria del pasado. Como afirmó Richard Lewontin, «la historia de la evolución biológica de una especie no se almacena [...] en los individuos que componen la especie. Su estado presente es, efectivamente, una *consecuencia* de su historia, pero los genes que posee actualmente la especie es todo lo que importa para su futuro evolutivo, con independencia de cómo los adquiriera» (Lewontin, 1982, p. 148). Esta propiedad de la evolución biológica, consistente en que la impronta del pasado sobre el presente no ejerce influencia sobre el futuro, es una característica de los procesos llamados markovianos, que no es exclusiva de la evolución por selección natural y está presente en otros tipos de procesos, pero no en la evolución cultural y social.

La historia cultural presenta unas pautas muy distintas. Las adaptaciones culturales, sean conductas, inventos, técnicas o procedimientos, pueden aparecer, y de hecho aparecen muchas veces, con una finalidad precisa. En la mayor parte de los casos las ideas en que se basan no surgen como fruto del azar, sino que se fundamentan en un propósito previo y son elaboradas para cumplir una determinada función. Esto es posible porque el cambio cultural conserva memoria del pasado. La historia pasada se proyecta sobre el presente y el futuro y ejerce influencia sobre ellos. La historia pasada, en forma de mitos, tradiciones, creencias o valores, condiciona el presente y forma parte de los proyectos sobre el futuro. Esto no hace que la historia cultural humana sea determinista en el sentido de poder predecir la evolución futura a partir de las tendencias del presente. Pero, a diferencia de la evolución biológica, la historia cultural es un proceso en el que el pasado, aunque no determine el futuro, influye sobre él y lo condiciona.

La evolución cultural es muchísimo más rápida y poderosa que la evolución biológica. Esta última necesita miles de generaciones

para producir cambios apreciables en las especies. Los cambios culturales pueden ocurrir en pocos años, o muy pocos, si consideramos la aceleración vertiginosa que está suponiendo el desarrollo de las comunicaciones a causa de los avances de la electrónica y de la informática. Las aves, para volar, desarrollaron unas estructuras anatómicas a lo largo de millones de años. La humanidad alcanzó este mismo objetivo en pocos decenios de una forma tremendamente eficaz. Esta diferencia de velocidad entre los dos tipos de procesos que estamos considerando es crucial para evaluar si la evolución de las pautas de comportamiento humano es debida a cambios genéticos, como afirman los sociobiólogos, o a los efectos de transformaciones culturales independientes de los genes.

No siempre resulta fácil desechar las explicaciones sociobiológicas acerca de una conducta o de un determinado cambio social humano. Dado que tanto la evolución biológica como la cultural pueden promover una mayor adaptación a las condiciones de existencia, es posible conjeturar historias igualmente plausibles basadas en los genes o en la cultura. Como es bien conocido, Marvin Harris ha elaborado en sus libros algunas ingeniosas historias sobre conductas de sociedades humanas sobre la base de adaptaciones culturales, del mismo modo que sociobiólogos como Wilson han pretendido realizar ejercicios semejantes desde el punto de vista de los imperativos de la selección natural.

Pero es posible en algunos casos poner a prueba las hipótesis sociobiológicas y encontrar pautas de conducta socialmente significativas que permitan decantarse sin ambigüedad por una interpretación biológica o cultural. Estos casos son especialmente importantes porque ponen claramente de manifiesto la importancia determinante de los factores culturales –en sentido amplio– en la organización de las sociedades humanas. No creo que exista mejor ejemplo de este tipo que la llamada transición demográfica en Europa, es decir, el conjunto de cambios demográficos acaecidos en los países industrializados a partir del siglo XVIII, desde una situación de alta natalidad y alta mortalidad a otra caracterizada por tasas bajas de natalidad y mortalidad.

Durante la transición, las tasas de mortalidad disminuyeron a medida que mejoraba el nivel de vida y las de natalidad casi siempre decrecieron unas décadas más tarde, para terminar en niveles muy bajos, aunque rara vez tan bajos como las de mortalidad. Al término de la transición demográfica se alcanzó una situación esta-

ble de crecimiento casi nulo pero con un volumen de población muy superior al existente antes de su comienzo.

La consideración de este caso para poner a prueba las hipótesis sociobiológicas es especialmente útil. En primer lugar, porque se trata de un proceso que afectó a la mayor parte de los países industrializados durante los siglos XVIII y XIX y que, en la actualidad, se está extendiendo a casi todo el mundo, quizás con algunas excepciones en parte del continente africano y de los países árabes. Se trata, pues, de un acontecimiento que, aunque con ritmos distintos y peculiaridades muy marcadas de unas zonas a otras, se produce a escala mundial.

En segundo lugar, la transición tuvo lugar en un período de tiempo muy breve como para que pueda ser causada por cambios en las frecuencias génicas. Estamos hablando de unos doscientos años, entre ocho y diez generaciones como máximo. Ni el más atrevido de los sociobiólogos osaría considerar que los cambios genéticos pueden producirse a un ritmo tan rápido.

En tercer lugar, estamos considerando un fenómeno que afecta directamente al comportamiento reproductor y que, como veremos, hace disminuir directamente la eficacia darwiniana. La causa de este cambio en el comportamiento reproductivo radica en que la vida industrial y urbana debilita la presión social en favor de la existencia de familias grandes. El mismo desarrollo económico que reduce la mortalidad transforma, simultáneamente, a la sociedad en una sociedad urbana e industrial. En ella, la escolarización obligatoria reduce el valor económico de los niños al separarlos del mercado de trabajo, y el descenso de la mortalidad infantil determina que ya no sea preciso que nazcan tantos niños para conseguir un determinado número de hijos vivos.

Una explicación adaptativa darwiniana de la reducción de la natalidad durante la transición demográfica únicamente podría tener sentido si considerásemos que disminuyendo el número de hijos puede asegurararse una mayor supervivencia media de la descendencia. Pero tal cosa no ocurre, ya que durante la transición la bajada de la natalidad es posterior a un descenso significativo de la mortalidad, lo que significa que el número de hijos que pueden sobrevivir es precisamente mayor que antes de comenzada aquélla. Además, esta reducción de la natalidad no se produjo de modo homogéneo en todas las capas de la población, sino que comenzó a apreciarse primero en las clases medias y altas, que son las que

tienen mayor capacidad para mantener un número de hijos más elevado. Precisamente, este hecho preocupaba grandemente a los eugenistas británicos del siglo XIX, como Galton, que pensaban que la mayor tasa reproductiva de las clases bajas haría descender la calidad media de la población inglesa. De ahí sus propuestas eugénicas para mejorar el acervo génico seleccionando a los individuos mejor dotados.

La disminución del número de hijos por mujer, desde casi seis antes de la transición a dos al término de ésta, implica una reducción de la eficacia biológica darwiniana que no puede ser favorecida por la selección natural. Este comportamento reproductor «se extendió *a pesar* de su eficacia biológica, no *a causa* de ella» (Sober, 1993, p. 336). La fuerza de los factores económicos y culturales puede determinar que las sociedades evolucionen incluso contra lo que podría esperarse de la lógica de la evolución biológica por selección natural.

Con los elementos críticos expuestos he intentado poner de manifiesto que la sociobiología, y el determinismo biológico en general, elaboran un discurso acerca del comportamiento humano que resulta reduccionista y empobrecedor en extremo. No es sólo que desconsideren otros factores que no sean los biológicos, es que de ese modo aportan explicaciones que deforman gravemente la naturaleza de la conducta y de las relaciones sociales humanas.

Como afirmara Adam Kuper, «no existen teorías neutras sobre el ser humano. Cada una de ellas transporta una carga que puede alimentar, prender fuego para ser más exactos, a un programa político» (Kuper, 1994, p. 108). Por este motivo haré seguidamente algunas consideraciones sobre las relaciones de la sociobiología con la ética y también sobre algunas implicaciones socio-políticas de las teorías del determinismo biológico.

Sociobiología y ética

Una primera consideración que podríamos hacer es que los valores humanos no deberían verse condicionados por las conclusiones que se puedan extraer de las distintas teorías acerca de nuestra naturaleza biológica. En este sentido tenemos que suscribir nuestro total acuerdo con la afirmación de Wilson de que «no se nos obliga a creer en la uniformidad biológica para afirmar la libertad y la dignidad humana. El sociólogo Marvin Bressler ha expresado esta

idea con precisión. “Una ideología que tácitamente apela a la igualdad biológica como condición para la emancipación humana corrompe la idea de libertad. Además, impulsa a los hombres decentes a temblar ante la perspectiva de hallazgos ‘inconvenientes’ que puedan surgir de la futura investigación científica. Este indebido antiintelectualismo es doblemente degradante porque probablemente es innecesario”» (Wilson, 1979, p.80).

Obviamente, debemos compartir esta opinión. Si únicamente se tratase de esto no habría discusión sobre la relación entre la ética y la sociobiología. Hay, sin embargo, bastante más. A pesar de esta razonable exposición preliminar, Wilson es muy ambicioso sobre las posibilidades de fundamentar la ética sobre la base de los principios sociobiológicos. Tanto es así que, llevado de una inmodestia digna de mejor causa, llegó a hacer la siguiente proposición: «Científicos y humanistas deberían considerar conjuntamente la posibilidad de que ha llegado el momento de retirar temporalmente la ética de las manos de los filósofos y biologizarla» (Wilson, 1975, p. 580). La intención no sería otra que la de conseguir un «código de ética genéticamente preciso y, por lo tanto, totalmente justo» (ibíd., p. 593).

Pocas veces habremos escuchado una formulación más extrema y descarnada de la llamada falacia naturalista. Repitámoslo; para Wilson un código de ética es totalmente justo cuando es genéticamente preciso. Según este código, las decisiones morales fundamentales deberían basarse en lo que los sociobiólogos consideran que son los determinantes genéticos de la conducta humana. No estoy tratando de interpretar de forma sesgada las palabras de Wilson. Él mismo se manifiesta de forma explícita sobre esta cuestión cuando se pregunta: «¿Puede la evolución cultural de los valores éticos superiores ganar impulso y dirección propios y sustituir completamente la evolución genética? Creo que no. Los genes sostienen la cultura al extremo de una correa. La correa es muy larga, pero los valores inevitables se limitarán de acuerdo con sus efectos en el banco genético humano. [...] La conducta humana [...] es la técnica tortuosa por medio de la cual el material genético humano ha sido y será conservado intacto. No es posible demostrar otra función definitiva de la moral» (Wilson, 1979, pp. 236-237).

Sin embargo, la principal conclusión que pretende extraer la sociobiología humana en el terreno de la moral no se limita a la formulación de nuevos códigos éticos basados en imperativos bio-

lógicos. En las formulaciones deterministas, como las de Wilson, la propia ética se convierte en irrelevante, ya que los juicios éticos únicamente tienen sentido cuando existe la libertad de escoger entre distintas alternativas. Aquellas opciones que simplemente no pertenecen al horizonte de lo posible o realizable no pueden convertirse en verdaderas opciones éticas.

Por este motivo, el determinismo biológico resulta exculpatorio. Como afirman unos críticos suyos, «si se acepta la determinación biológica, no es necesario cambiar nada, pues lo que entra en el campo de la necesidad está fuera del campo de la justicia. La cuestión de la justicia surge solamente cuando hay posibilidad de elegir» (Lewontin, Rose y Kamin, 1984, p. 287). Si, como afirma Wilson, «las respuestas emocionales humanas y las prácticas éticas más generales basadas en ellas fueron programadas en amplio grado por la selección natural» (Wilson, 1979, p. 21), no es posible responsabilizar a las personas de los actos que realicen, porque esos actos no son morales en la medida en que no son libres. Las propias estructuras sociales serán consideradas naturales e inamovibles. ¿Como podríamos condenar una violación si ésta estuviese determinada genéticamente al igual que lo está la conducta análoga entre los ánades reales?

La perspectiva que dibuja la sociobiología sobre la posibilidad de desarrollo futuro de las sociedades humanas no es muy alentadora. Quizás en las intenciones de algunos sociobiólogos no esté sacar conclusiones políticas reaccionarias de sus teorías, pero como diría Marshall Sahlins, «es fácil comprender por qué la izquierda se niega a dar a Wilson inmunidad política» (Sahlins, 1976, p. 118).

Que los genes no sólo dificultan las posibilidades de transformación social, sino que determinan definitivamente los caminos por los que puede discurrir, no es una atribución gratuita y mal intencionada hecha por los críticos para desprestigiar injustamente a la sociobiología humana. El propio Wilson lo ha manifiestado de la forma más clara y concluyente:

> Tenemos razones para sustentar la opinión de que la cultura de cada sociedad viaja a lo largo de una u otra de un conjunto de trayectorias evolucionistas cuyo pleno ordenamiento está limitado por las reglas genéticas de la naturaleza humana. [...] El conocimiento puro es el emancipador definitivo. [...] pero no creo que pueda cambiar las reglas básicas de la conducta humana o alterar el curso principal de la predecible trayectoria de la historia. [...] No eliminaremos la dura subestructura

> biológica sino hasta que llegue el momento [...] en que nuestros descendentes puedan aprender a cambiar los mismos genes.[...] Con el tiempo, [...] se dispondrá de técnicas para alterar los complejos de genes por medio de la ingeniería molecular y una rápida selección mediante la clonación (Wilson, 1979, pp. 142-143; 287-288).

No todos los sociobiólogos estarían de acuerdo con las conclusiones de Wilson. Sin embargo, su ensayo fue ampliamente elogiado y recibió el premio Pulitzer en 1979. El programa político que se deriva de él no es otro que el de aceptar la sociedad actual tal como está, porque es la expresión de la naturaleza humana, genéticamente determinada, o el de optar por la eugenesia positiva como forma radical de modificar el patrimonio genético humano. Afortunadamente, ninguna de estas opciones están determinadas por nuestra biología, sino que pertenecen a la particular visión de la humanidad del determinismo biológico más extremo.

Las teorías del determinismo biológico no son únicamente biología mal entendida. Sus consecuencias prácticas en forma de políticas injustas y discriminatorias, como las leyes eugenésicas que estuvieron en vigor en diversos países, la discriminación de personas por su cociente intelectual, la segregación de grupos étnicos o las justificaciones de las discriminaciones de sexo han sido moneda corriente desde hace 150 años y constituyen una historia oprobiosa. Los sociobiólogos no son responsables de todo el mal que se ha hecho en nombre del determinismo biológico, pero no podemos dejar de considerar que sus teorías han sido, y aún lo son, utilizadas con fines discriminatorios. Es más, en ocasiones ese es, como hemos visto, el propio sentido de las conclusiones que extraen de sus teorías, ya que, parafraseando a Condorcet, «convierten la naturaleza misma en un cómplice del crimen de la desigualdad política» (Gould, 1996a, p. 43).

Ya que la sociobiología apela al darwinismo como fundamento de sus teorizaciones, creo procedente terminar este ensayo con unas palabras de Darwin que resumen a la perfección el sentimiento más profundo de nuestra oposición a la ideología del determinismo biológico: «Grande es, en verdad, nuestra falta si resulta la miseria de nuestros pobres, no de las leyes naturales, sino de nuestras instituciones» (Darwin, 1839, p. 576).

17. Armas biológicas y químicas: una historia de pesadilla

Los casos de infección por carbunco registrados en los Estados Unidos en las semanas siguientes a los atentados contra las Torres Gemelas y el Pentágono despertaron una cierta alarma social sobre los peligros para la población, no sólo norteamericana, del uso de armas biológicas y/o químicas con un cierto carácter generalizado o indiscriminado. Me propongo, pues, dar una información básica de lo que son este tipo de armas, así como de los peligros potenciales que pueden reportar. Aunque me referiré principalmente a las llamadas armas biológicas, que son las que más han centrado la atención, también haré algunas referencias a las armas químicas, ya que ambas suelen ser tratadas de forma conjunta, por ejemplo, en algunos tratados internacionales dedicados a su control.

La armas biológicas están constituidas por microorganismos o sustancias tóxicas, obtenidas a partir de ellos, usadas deliberadamente con propósitos hostiles. Estos propósitos incluyen matar, lesionar o incapacitar a seres humanos, animales o plantas. La armas químicas serían productos químicos sintetizados y utilizados con estos mismos fines. En principio, casi cualquier agente biológico capaz de causar enfermedades a los humanos, al ganado o de dañar los cultivos podría ser utilizado como arma biológica. Sin embargo, en la práctica, el abanico se reduce bastante porque es necesario que se den una serie de requisitos que esos agentes biológicos deben cumplir para ser utilizados con fines militares, guerrilleros o de sabotaje civil. Estos requisitos incluyen el que sean cultivables sin grandes dificultades (además, si se pretende su uso generalizado por un ejército convencional debe ser posible cultivarlos de forma masiva, cosa que no siempre es fácilmente realizable); un segundo requisito es que resistan los procesos de almacenamiento y dispersión (muy importante para su utilización posterior); y, en

tercer lugar, deben producir efectos predecibles y rápidos sobre las poblaciones objeto del ataque sin causar, a ser posible, daños en las fuerzas atacantes. Como es lógico, si se trata de un ataque del tipo del que se produjo en los Estados Unidos algunos de estos requisitos no son necesarios o adquieren una importancia muy secundaria para el atacante.

La historia del uso de agentes biológicos con fines militares se remonta, por lo menos, a hace más de 2.000 años. En el año 600 a.C., el gobernador ateniense Solón envenenó los suministros de agua de la ciudad de Kirrha con las raíces tóxicas de la planta *Hellesborus*, que posee una toxina biológica bastante efectiva. Durante la dominación romana, los ejércitos tenían especialistas en envenenar las fuentes de agua potable de las que se abastecían las ciudades e, incluso, en algunas ocasiones se llegaron a introducir en ciudades asediadas vasijas que contenían humores de enfermos de cólera, peste o lepra. En el siglo XIV, un ejército tártaro, durante el asedio de Kaffa, una ciudad de Crimea, catapultó los cuerpos de víctimas de la peste por encima de las murallas de la ciudad, con la finalidad de provocar una epidemia entre la población enemiga. En el siglo XVIII, primero soldados británicos y después agentes del gobierno de los Estados Unidos, infectaron deliberadamente poblaciones de indios norteamericanos suministrándoles mantas previamente contaminadas con el virus, casi siempre mortal, de la viruela.

En el siglo XX, el uso de las armas biológicas y, sobre todo, químicas, adquiere dimensiones mucho mayores. La capacidad científico-tecnológica para cultivar y sintetizar en laboratorios microorganismos y productos químicos, destinados a ser empleados con fines militares, trajo consigo que el alcance práctico de este tipo de armamento adquiriese unas proporciones que hacen aparecer los casos anteriores como casi anecdóticos.

Durante la Primera Guerra Mundial se emplearon profusamente armas químicas que provocaron, al menos, 100.000 muertes y unos 1,3 millones de soldados mutilados, abrasados o con asfixia grave. En total, se emplearon más de 100.000 toneladas de gas venenoso, primero clorina, después fosgeno y, por último, gas mostaza. Este gas constituyó la más importante arma química utilizada en la Primera Guerra Mundial. Fue empleado por primera vez en julio de 1917 por el Ejército alemán en la batalla de Ypres (Bélgica), donde causó importantes daños a las tropas francesas.

El gas mostaza no es realmente un gas, sino un líquido irritante, el cual, debido a su baja tensión superficial, produce vapores muy tóxicos. Incluso con concentraciones no muy elevadas puede llegar a causar la muerte. Se prepara haciendo reaccionar etileno con cloruro de azufre. Otras sustancias químicas investigadas o empleadas con los mismos fines en los años posteriores incluyen gases lacrimógenos, cloro, sulfato de metilo, etil carbazol, fosgeno y venenos como el ácido cianhídrico. En 1936, investigadores alemanes descubrieron una familia de gases «nerviosos», que incluyen el tabun, el sarín y el soman. El sarín fue empleado el 20 de marzo de 1995 por la secta Aum Shinrikyo (la Verdad Suprema) en el metro de Tokio, provocando la muerte de 11 personas y unas 5.500 personas afectadas por los daños.

No resulta fácil ofrecer una información fidedigna sobre la investigación y las pruebas realizadas con armas biológicas debido a la reserva y el secreto que siempre ha rodeado este tipo experimentos. Por este motivo, no sólo algunas denuncias sobre actividades con agentes biológicos que han provocado daños sobre diversas poblaciones no han podido ser confirmadas posteriormente –como, por ejemplo, un brote repentino de carbunco en una zona de Siberia, en 1979, del que en un principio se creyó que provenía de una fábrica de armas biológicas en la ciudad próxima de Sverdlovsk y que, después, se atribuyó a contaminación natural procedente del ganado–, sino que desconocemos por completo gran parte de los experimentos realizados y de los daños que eventualmente han podido producir. Pese a estas limitaciones, sí se conocen algunos episodios dignos de mención desde la puesta en marcha de este tipo de investigaciones. La mayoría de ellos tuvieron lugar desde el comienzo de la Segunda Guerra Mundial hasta la actualidad. Durante esta contienda científicos de Estados Unidos, Reino Unido y Canadá trabajaron conjuntamente en centros gubernamentales para investigar en armas biológicas (especialmente carbunco) y efectuar algunos experimentos al aire libre. Algunos de estos centros fueron Port Down (Inglaterra), Suffield (Alberta, Canadá) y Camp Detrick (Maryland, EEUU). En 1942, expertos del Ejército británico lanzaron bombas con esporas del bacilo del carbunco sobre una pequeña isla del noroeste de Escocia, llamada Gruinard, que habitualmente estaba desierta. En 1979 los soldados aún tenían que utilizar trajes especiales en sus visitas a aquélla. La isla fue descontaminada en 1987 con miles de litros de formaldehído.

Durante los años de la guerra, fue Japón el país que llevó más lejos la investigación sobre armas biológicas y experimentación con ellas directamente sobre personas. El principal programa fue centralizado en Manchuria, en una estación de investigación, en la población de Pingfan, cerca da la ciudad de Harbin. Esta estación, que fue construida en 1937, se convirtió en el mayor centro del mundo para la investigación en armas biológicas. Llegó a contar con un personal de 3.000 científicos (entre técnicos y soldados) dedicados a concebir y experimentar armas biológicas y bombas para su diseminación. Entre las enfermedades investigadas figuraban el tifus, el botulismo, la peste, el cólera, la brucelosis y el carbunco.

Durante los experimentos se llegaron a cultivar siete toneladas de bacterias al mes, se hicieron explotar miles de bombas de carbunco, se sacrificaron miles de animales de laboratorio y domésticos y, lo más importante, se infectó deliberadamente a prisioneros de guerra con diversas enfermedades mortales. Aunque no se sabe la cifra exacta, parece ser que el número de personas infectadas ronda las 3.000. Como consecuencia de estos experimentos, más de mil prisioneros murieron, mayoritariamente de nacionalidad china, aunque también había coreanos, mongoles, británicos, norteamericanos y australianos. En la campaña japonesa contra Corea y Manchuria, once ciudades chinas fueron bombardeadas con bombas que contenían material contaminado con peste y tifus, pero se ignora las víctimas que ocasionaron sobre la población civil.

Después de la guerra, Estados Unidos inició varios programas de investigación y desarrollo de armas biológicas, importando conocimientos obtenidos de fuentes japonesas. Informaciones sin confirmar han apuntado que, durante la guerra de Corea, los Estados Unidos emplearon armas biológicas contra poblaciones de Corea del Norte. Lo que sí está confirmado es el uso, por parte de Estados Unidos, durante la guerra del Vietnam, del agente naranja. Se trata de una combinación de dos herbicidas que posee un importante efecto defoliante sobre la vegetación. En la guerra del Vietnam fue profusamente utilizado para tratar de evitar que los guerrilleros vietnamitas pudiesen esconderse en la jungla, gracias a la densidad de la vegetación existente. No se tuvieron en cuenta las consecuencias que el uso de estos productos químicos podría tener sobre la población y también sobre los cultivos. Varios años después se produjeron abundantes casos de cáncer y malformaciones fetales

entre la población vietnamita. Las propias tropas norteamericanas también se vieron afectadas, ya que unos 50.000 ex combatientes sufrieron daños por los efectos del agente naranja.

Una de las ventajas más notables que presentan las armas biológicas frente a otro tipo de armamento convencional o nuclear es que resultan muchísimo más baratas y fáciles de producir. Esto hace posible que países con un desarrollo económico modesto puedan producir y almacenar este tipo de armas. Sin embargo, son los países más poderosos los que más han desarrollado estas investigaciones. Que sepamos, poseen armas biológicas Estados Unidos, Rusia, China, Japón, Irak, Egipto, Libia, Siria, Irán, Israel, Corea del Norte y Taiwan. Es posible que no sean los únicos, pero es un dato que, por el momento, desconocemos.

La panoplia de agentes que se han investigado y/o usado con fines militares es bastante grande. El más profusamente empleado es el bacilo del carbunco, no solamente en el caso de los Estados Unidos, sino también desde la Segunda Guerra Mundial. Además de éste, cabe destacar también la bacteria de la tularemia, que fue el agente letal estándar empleado por los Estados Unidos en sus investigaciones sobre guerra biológica, oficialmente hasta 1969. Otra enfermedad de la que se ha vuelto a hablar recientemente en el contexto de la guerra biológica es la viruela. Esta enfermedad fue oficialmente erradicada del planeta por la Organización Mundial de la Salud, varios años después de que el último caso declarado se produjese en Somalia, en 1977. A raíz de esta declaración, la vacunación sistemática y obligatoria durante la infancia dejó de practicarse, razón por la cual toda la población joven del planeta no está inmunizada contra la enfermedad. Oficialmente, únicamente existen dos laboratorios de alta seguridad en todo el mundo que poseen muestras del virus de la viruela –los CDC en Atlanta, (Georgia, EEUU) y el Instituto de Preparaciones Virales, en Moscú (Rusia)–. Si es cierto que no existen más cepas de viruela en el mundo que las conservadas en estos dos laboratorios, la posibilidad de su utilización con fines hostiles por parte de un grupo clandestino debería ser prácticamente imposible. No se entiende, por tanto, que parte de la inquietud manifestada se oriente hacia los peligros del eventual uso de esta enfermedad mortal.

La peste y el cólera también son enfermedades producidas por bacterias que han sido investigadas con fines militares. Ambas son enormemente contagiosas y pueden causar una mortalidad elevada.

La toxina botulínica, producida por la bacteria *Clostritium botulinum*, también ha sido investigada con estos mismos fines. Se trata de una sustancia de una enorme toxicidad que puede provocar la muerte en pocos días por insuficiencia respiratoria o cardíaca y que podría ser utilizada para contaminar las aguas de uso doméstico. Aunque no hay constancia de que se esté investigando directamente con fines militares sobre ellos, debemos citar también los virus que causan fiebres hemorrágicas, como el ébola o el marburg que, debido a su enorme virulencia y elevada mortalidad, podrían ser empleados con efectos devastadores sobre las poblaciones infectadas.

Por lo que hace referencia al ataque en los Estados Unidos, conviene hacer una primera aclaración. Aunque se ha repetido hasta la saciedad que se trataba de bacterias de ántrax, esta denominación no es correcta y se presta a confusión. Lo que en los países anglosajones se denomina ántrax, aquí se llama carbunco. Se trata de una bacteria cuyo nombre científico es *Bacillus anthracis*, nombre derivado de la palabra griega *anthrakis*, que significa carbón, porque produce pústulas ulcerosas de color negro, también conocidas como chancro negro. En español, el término ántrax designa una enfermedad distinta, originada por el estafilococo dorado (*Staphylococcus aureus*). En concreto, un ántrax es un absceso multilocular en torno a varios folículos pilosos. Tampoco conviene confundir el carbunco con el llamado carbunco sintomático, frecuente en los bovinos, que es debido al desarrollo de la bacteria *Clostridium chauvei*.

El carbunco, aunque no es de las enfermedades más graves que pueden ser utilizadas con fines de guerra biológica, es el más empleado debido a su facilidad de cultivo y de diseminación y a que produce esporas de resistencia que pueden durar decenios. En el caso de los Estados Unidos, en un principio existieron dudas sobre la naturaleza de la infección, que después se fueron disipando. Tanto por el número de personas infectadas (número superior a las 50 y que estadísticamente supera significativamente el de los casos que se producen anualmente en los Estados Unidos, unos diez al año); por el tipo de bacilo de carbunco utilizado («muy concentrado, muy puro, mucho más pequeño y mucho más dañino», en palabras de Tom Ridge, responsable de la Oficina para la Seguridad Nacional de los Estados Unidos), así como por la forma de diseminación (a través de envíos postales a centros como el Capitolio, la Casa Blanca

o las oficinas de CIA), pronto quedó claro que se trataba de un ataque deliberado. Lo que resultó verdaderamente llamativo es que los propios responsables gubernamentales de los EEUU, públicamente, no descartaron que pudiese proceder de sus propios laboratorios militares. Lo cual significa que, tuviera ese origen o no, reconocían que la investigación y cultivo de armas biológicas mortíferas con fines militares por parte de los Estados Unidos sigue desarrollándose en sus laboratorios a pesar de haber firmado, el 10 de abril de 1972, la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y toxínicas y sobre su destrucción y de haber depositado la ratificación de esta Convención el 10 de marzo de 1975. Sin que las consecuencias mortíferas del ataque fueran grandes, los efectos intimidatorios y atemorizadores sobre la población fueron más que notables. Desde el punto de vista de los atacantes, sin tratarse de un ataque masivo (se limitó al envío de unas decenas o centenares de cartas contaminadas, a lo sumo) consiguieron crear una verdadera sicosis colectiva de miedo.

De lo que no cabe duda es de que, más allá de la magnitud de este ataque u otros que se puedan producir, el uso de armas biológicas es totalmente condenable. Si cualquier ataque militar es condenable, entre otras cosas, por los efectos que tiene sobre la población civil, que siempre acaba siendo la víctima inocente, las armas biológicas son una muestra particularmente macabra del terror que su uso desata entre las poblaciones objeto de estos ataques.

Para terminar, referiré algunas de las convenciones y tratados que existen para el control y limitación de las armas químicas y biológicas. El primer documento jurídico internacional regulador de las armas biológicas fue el Protocolo sobre la prohibición del uso en la guerra, de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos, que fue aprobado en Ginebra en 17 de junio de 1925. Mediante este protocolo los Estados firmantes reconocen la prohibición de «emplear en la guerra gases asfixiantes, tóxicos o similares, así como de todos los líquidos, materias o procedimientos análogos» y «aceptan extender esta prohibición de empleo a los medios de guerra bacteriológicos».

El 10 de abril de 1972 quedó abierta a la firma en Londres, Moscú y Washington la Convención sobre prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y toxínicas y sobre su destrucción. En su artículo pri-

mero, cada Estado parte «se compromete a no desarrollar, producir, almacenar o de otra forma adquirir o retener, nunca ni en ninguna circunstancia: 1. Agentes microbianos u otros agentes biológicos, o toxinas, sea cual fuere su origen o modo de producción, de tipos y en cantidades que no estén justificados para fines profilácticos, de protección u otros fines pacíficos; 2. Armas, equipos o vectores destinados a utilizar esos agentes o toxinas con fines hostiles o en conflictos armados». Asimismo, en el artículo segundo, los Estados parte se comprometen «a destruir o a desviar hacia fines pacíficos lo antes posible, y, en todo caso, dentro de un plazo de nueve meses contado a partir de la entrada en vigor de la Convención, todos los agentes, toxinas, armas, equipos y vectores especificados en el artículo primero».

En la actualidad el número de países parte de la Convención es de 143, de los cuales 107 son signatarios del protocolo de ratificación. El Estado español ratificó su adhesión a la Convención el 20 de junio de 1979. De los 12 países antes citados que sabemos que poseen armas biológicas, únicamente dos (Israel y Taiwan) no han suscrito la Convención. Para los otros diez, su adhesión a la Convención no ha ido acompañada de un cumplimiento de sus obligaciones.

El caso de Estados Unidos es particularmente grave. En primer lugar, tal como se ha reconocido implícitamente, la CIA ha estado llevando a cabo un programa secreto de desarrollo de armas biológicas (como excusa, se dice que defensivas), que viola la Convención sobre armas biológicas. Parte de este programa se desarrolla en una planta situada en Nevada. En segundo lugar, Estados Unidos no reveló la investigación de la CIA en las declaraciones anuales de actividades de defensa biológica a la Convención de Armas Biológicas, como era su obligación. En tercer lugar, se sabe que desde 1998 el Departamento de Estado de EEUU estuvo intimidando y amenazando a Afganistán con la realización de un ataque biológico con el hongo *Pleospora papaveracea*, con la finalidad de erradicar forzosamente cultivos de adormidera (*Papaver somniferum*), la planta de la que se extrae el opio y sus derivados. En cuarto lugar, Estados Unidos está llevando a cabo en secreto un Programa Conjunto de Armas No Letales, que incluye sedantes, calmantes, opiáceos, sustancias hediondas, relajantes musculares y otras drogas. Estas armas incluyen también microondas que calientan la piel, generadores de sonidos que hacen vibrar órganos internos y rayos

láser para abrumar los sentidos. Entre los dispositivos investigados se incluyen microbios genéticamente modificados para incapacitar vehículos y maquinaria enemigos o para destruir provisiones. En quinto lugar, Estados Unidos ha estado boicoteando sistemáticamente las negociaciones tendentes a desarrollar un protocolo para la verificación internacional de la Convención de Armas Biológicas. Ante esta actuación en el desarrollo y uso de armas biológicas, a los Estados Unidos puede aplicársele aquello de que «el que siembra vientos recoge tempestades». La tempestad ha sido el ataque con carbunco que las autoridades norteamericanas no descartaron que pudiese proceder de sus propios laboratorios militares.

En lo referente a las amas químicas, el 3 de enero de 1993 fue abierta a la firma en París la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción. Esta Convención entró en vigor el 29 de abril de 1997. Se trata de un extenso texto cuya finalidad es la prohibición de las armas químicas y de su desarrollo, así como de las instalaciones para su producción y almacenamiento. También se definen los mecanismos de control para hacer efectivas las prohibiciones definidas en la Convención.

18. Ética de la investigación con animales

El marco ético

Cualquier discusión sobre los problemas morales derivados del uso de animales en investigación o experimentación nos lleva inevitablemente a plantearnos el controvertido tema de la consideración ética de los animales. No es el objetivo de este ensayo entrar en un análisis en profundidad de esta cuestión. Es necesario, no obstante, dejar constancia de las principales corrientes de pensamiento existentes sobre ella y de algunas de sus consecuencias éticas.

Los defensores de incluir a los animales dentro de la comunidad moral lo han hecho, sobre todo, desde dos perspectivas filosóficas diferentes:

La primera es la perspectiva de los derechos de los animales, basados en el valor inherente de su vida. Esta postura está representada, principalmente, por el norteamericano Tom Regan. Una variante de esta línea de pensamiento es la que, formulada en términos kantianos, estima que los animales deben ser considerados como fines en sí mismos. Un representante en nuestro país de esta postura es Jorge Riechmann, que ha escrito varios ensayos críticos sobre la experimentación con animales.

La otra perspectiva es la utilitarista, una variante del consecuencialismo, cuya figura más destacada es el filósofo utilitarista australiano Peter Singer, que ha basado su argumentación en defensa de la valoración moral de los animales en el principio de igual consideración de intereses de todos los seres con sensibilidad, «usando el término como forma conveniente, aunque no del todo exacta, para referirnos a la capacidad para sufrir o para experimentar placer o felicidad» (Singer, 1980, p. 72).

Por lo que respecta a los defensores de la utilización de animales en investigación, los argumentos suelen basarse en criterios consecuencialistas, formulados desde el punto de vista de los beneficios que los seres humanos obtenemos de esas investigaciones, beneficios que compensan el sufrimiento que tales experimentos acarrean para los animales sometidos a ellos.

Cualquiera de las corrientes que abogan por la inclusión de los animales en la comunidad moral y que suelen coincidir con los que se oponen, en mayor o menor grado, a la experimentación con animales, se sitúan en lo que podríamos considerar una ética zoocéntrica (valora a los animales), sensocéntrica (valora a los seres sensibles) o biocéntrica (valora la vida).

Por el contrario, quienes consideran lícita la utilización de animales en investigación suelen mantener un punto de vista antropocéntrico, según el cual los seres humanos merecen una consideración moral superior a la de los animales, lo que justificaría el uso de éstos para investigaciones que pueden mejorar la salud y la calidad de vida de los humanos.

Entre ambos extremos hay, por supuesto, posiciones intermedias. Riechmann ha propuesto una clasificación que incluye variantes fuertes y débiles tanto del biocentrismo como del antropocentrismo, señalando que «se puede ser a la vez partidario de un antropocentrismo débil y de un biocentrismo débil, si se afirma que todo ser vivo merece respeto moral, pero unos seres vivos más que otros» (Riechmann, 1995, p. 30). De hecho, no todos aquellos que defienden un punto de vista ético zoocéntrico o biocéntrico son abolicionistas en un sentido absoluto respecto de la investigación con animales. Únicamente los autores que se sitúan en una posición biocéntrica fuerte, siguiendo la denominación de Riechmann, suelen abogar por una prohibición total del uso de animales en investigación.

La valoración moral de los animales

Conviene que manifieste mi perspectiva antes de pasar a enjuiciar algunos de los argumentos de los defensores de lo que ha venido a llamarse «los derechos de los animales». Mi punto de vista es antropocéntrico. Esto no significa, en modo alguno, que no acepte que tenemos deberes morales que van más allá de los seres humanos. Por el contrario, considero que es una obligación moral huma-

na evitar, en lo posible, el dolor, el sufrimiento, la angustia y los daños duraderos a los animales.

Sin embargo, como lúcidamente ha señalado Victoria Camps, aunque «la ética tiene que abrirse de forma que dé cabida a otros seres distintos de los humanos [...] debe hacerlo sin confundirse de perspectiva y sin rechazar de plano el paradigma ético vigente hasta ahora, que es antropocéntrico» (Camps, 2001, p. 67). Según su punto de vista, que yo comparto, «una cosa es pensar que el sujeto de la ética es y sólo es el ser humano, y otra muy distinta decir que la ética se ocupa o debe ocuparse sólo de la vida humana. La responsabilidad por los demás debe hacerse extensiva a todos los seres vivos, sean o no humanos, aunque en medidas y formas diversas. Deducir de ahí que el sujeto de la ética o de los derechos fundamentales lo constituyen también los animales o la naturaleza en general es extrapolar las cosas sin demasiado fundamento y con consecuencias más bien absurdas» (ibíd., pp. 67-68).

Sin querer extenderme en la argumentación para sustentar una posición antropocéntrica en ética, lo que está fuera de los objetivos de este trabajo, apuntaré que las razones de tal posición han sido señaladas breve y admirablemente bien por Victoria Camps, al apuntar que «si el sufrimiento animal o el deterioro del planeta son –como creo que es cierto– inadmisibles, ¿para quién son inadmisibles? ¿No lo siguen siendo irremediablemente para los humanos? ¿Quién juzga y denuncia el sufrimiento animal más que nosotros los humanos? Que hayamos extendido el ámbito de compasión, solidaridad, incluso justicia, a los seres no humanos, no significa que no seamos nosotros –los únicos que podemos hacerlo, los humanos– quienes lo hayamos decidido así como sujetos indiscutibles que somos de unos derechos» (ibíd., p. 66). Y algo más adelante vuelve sobre la misma idea al recalcar que «pensamos y nos preocupamos, a corto y largo plazo, por los otros seres vivos como seres que merecen amparo y protección, pero lo pensamos nosotros, los únicos que somos capaces de pensar, no lo hacen los animales ni los bosques. Somos nosotros, a fin de cuentas, quienes construimos la ética o la legislación que habrán de protegerles» (ibíd., p. 69). Este es también mi propio punto de vista.

Como lo importante son los contenidos y no las etiquetas que se utilicen para designarlos, debo añadir que me parece completamente aceptable, como lo hacen Asier Urruela y Carlos Romeo, que se califique de ecológico-antropocéntrica una perspectiva que, reco-

nociendo la especial posición que ocupa el ser humano, destaque las obligaciones morales que tenemos frente a los animales o, más ampliamente, frente a la naturaleza en general. Más allá de las denominaciones que se puedan adoptar, mi punto de vista es coincidente con el expresado por ellos en su clarificador análisis de los dilemas éticos del xenotrasplante (Urruela y Romeo Casabona, 2002, p. 45).

Señalaré, a continuación, algunas de las debilidades que, a mi entender, presenta la defensa de una posición biocéntrica que otorgue a los animales una consideración moral semejante a la de los humanos. Comenté anteriormente que algunos autores manifiestan esta postura haciendo extensible a los animales la clásica formulación kantiana de considerar a los seres humanos fines en sí mismos. Jorge Riechmann, por ejemplo, lo ha expresado del siguiente modo: «Empleando la venerable terminología kantiana, los animales son fines en sí mismos (aunque no sean ni puedan ser agentes morales). Si se acepta lo anterior, entonces hay que reconocer que *la experimentación con animales es éticamente injustificable*» (Riechmann, 1998, p. 251).

La misma posición ha sido defendida por Eve-Marie Engels, al afirmar que «debemos admitir que los animales ostentan un estatus moral en el sentido de un valor inherente, no instrumental, en el cual su protección está fundada y la cual debería excluirlos de ser usados como meros instrumentos para propósitos humanos. [...] El término "dignidad del animal" es sólo otra forma de admitir que los animales tienen un valor inherente, que constituyen un fin en sí mismo» (Engels, 2002, p. 98).

Si aceptamos una formulación de este tipo y nos tomamos en serio sus consecuencias, el uso de animales para investigación debería desaparecer, ya que tendría que regirse por los mismos criterios que empleamos para la experimentación con seres humanos. En ese caso, el uso de animales se reduciría, casi en exclusiva, a aquellas intervenciones que pudieran ser directamente beneficiosas para los propios animales usados en la investigación.

Ante situaciones que resultan moralmente controvertidas, la postura de considerar a los animales como fines en sí mismos plantea problemas casi insalvables, que han llevado a sus defensores a inclinarse hacia dos alternativas distintas.

La primera consiste en adoptar una actitud contradictoria con la tesis defendida de la consideración moral de los animales como fines en sí mismos y aceptar, en la práctica, una posición más o

menos antropocéntrica. Jorge Riechmann reconoce explícitamente esa contradicción. Nos dice: «Puesto en la tesitura de tener que elegir entre primates y humanos para realizar ciertos experimentos inevitables (en el sentido instrumental antes explicitado: por ejemplo, pruebas en primates de posibles vacunas contra el sida), yo elegiría realizar las pruebas en primates. Se trata de una opción éticamente injustificable, de una inconsecuencia moral, y soy plenamente consciente de ello» (Riechmann, 1998, pp. 243-244).

Mi opinión es que la inconsecuencia únicamente se presenta cuando en la teoría se argumenta en el sentido fuerte de equiparar moralmente a los animales con los seres humanos y, en la práctica, se renuncia a ello en beneficio de una postura antropocéntrica, que privilegia a los humanos frente a los animales. Si aceptásemos de entrada el paradigma antropocéntrico, tal inconsecuencia moral no existiría.

Dilemas parecidos aparecen también en otros autores relevantes. Tom Regan ha planteado el caso de cuál sería la postura moralmente correcta en una situación en la que cuatro personas y un perro comparten el mismo bote salvavidas y hay que echar a uno por la borda o perecerán todos. En condiciones de igualdad completa (tienen el mismo peso, consumen la misma cantidad de comida y bebida, ocupan el mismo espacio, sufrirían lo mismo en caso de muerte, no tienen familiares ni conocidos que pudiesen sufrir por la pérdida de cualquiera de ellos...), Regan defiende que hay que echar al perro, ya que «ninguna persona razonable negaría que la muerte de cualquiera de los cuatro humanos sería una pérdida *prima facie* mayor, y por lo tanto un daño *prima facie* mayor, que la pérdida del perro» (Gruen, 1993, p. 474); en su opinión, la muerte del perro, «aunque es un perjuicio, no es comparable al perjuicio que ocasionaría para cualquiera de los humanos» (ibíd., p. 474).

En esta ocasión, al comparar los perjuicios ocasionados al perro y a los humanos, Regan adopta implícitamente un argumento utilitarista, en contradicción con su perspectiva ética del valor inherente y, al mismo tiempo, al ponderar los perjuicios causados a cada uno, asume también un criterio antropocéntrico, ya que valora *a priori* superior el perjuicio causado a los humanos que al perro.

La otra alternativa posible ante un dilema insalvable es seguir manteniendo que los animales son fines en sí mismos y aceptar las consecuencias de tal planteamiento, por dramáticas que puedan resultar. Esta es la posición que adopta Eve-Marie Engels en su

trabajo antes citado. Dice así: «¿Estaría moralmente justificado usar animales para xenotrasplantes, si los xenotrasplantes funcionasen y no entrañasen riesgos? Yo abogaría por intentar encontrar alternativas para salvar la vida de los animales y evitar el daño y su sufrimiento. Pero incluso si no existen alternativas, existe una alternativa a los xenotrasplantes, esto es, la aceptación de los límites de la medicina y nuestra propia mortalidad y fin» (Engels, 2002, p. 103).

Creo que esta postura es moralmente indefendible. Su radicalismo zoocéntrico tiene consecuencias análogas a la actitud religiosa de los testigos de Jehová, que prefieren perder la vida a aceptar una transfusión sanguínea. Pensemos en la opinión que nos merecería una situación hipotética en la cual un niño enfermo estuviese prácticamente desahuciado pero tuviese una probabilidad muy alta de salvarse y de disfrutar de una vida aceptablemente sana recurriendo a un xenotrasplante, y no existiese ninguna otra alternativa de alotrasplante procedente de un ser humano. ¿Le otorgaríamos el mismo valor moral al animal fuente del xenotrasplante que al niño y nos opondríamos, en virtud de ello, a su realización? Aunque pueda ser acusado de especieísmo, creo que el dilema debería ser resuelto, sin ningún género de dudas, en favor del niño enfermo y de la realización del xenotrasplante.

Otra de las líneas que se han esgrimido para criticar, desde el punto de vista ético, la utilización de animales en investigación ha sido la de la imposibilidad por parte de ellos de otorgar un consentimiento informado a su participación en experimentos científicos. Se argumenta que, desde la promulgación del Código de Nuremberg, el principio del consentimiento libre e informado es generalmente reconocido como el precepto ético esencial en lo que atañe a la experimentación con humanos y, dado que los animales son fines en sí mismos, debería aplicárseles también dicho principio. Los animales –continúa el argumento– no pueden otorgar ningún tipo de consentimiento informado y responsable, como tampoco pueden hacerlo los niños, ni los disminuidos síquicos, ni los enfermos en coma. La conclusión es que «si nos tomamos en serio el principio del consentimiento informado, deberíamos prohibir la experimentación con estas categorías de seres vivos incapaces de otorgar su consentimiento informado» (Riechmann, 1998, pp. 241-242).

En mi opinión, este es un planteamiento inapropiado. El informe Belmont, al que suelen referirse los defensores de esta postura, recoge que «el respeto a las personas exige que se dé a los sujetos,

en la medida de sus capacidades, la oportunidad de escoger lo que les pueda ocurrir o no. Se ofrece esta oportunidad cuando se satisfacen los criterios adecuados a los que el consentimiento informado debe ajustarse» (Riechmann, 1995, p. 163). Y, algo más adelante, afirma que «el procedimiento debe constar de estos elementos: información, comprensión y voluntariedad» (ibíd., p. 163). Ningún animal, ni tan siquiera el más inteligente de los chimpancés, puede satisfacer, desde ningún punto de vista, los criterios de comprensión y voluntariedad. Los animales ni pueden expresar su consentimiento ni tampoco su negativa, porque no tienen capacidad para ello, exactamente por la misma razón que no pueden ser sujetos morales. Creo que la única conclusión a extraer de esto es que el principio mismo del consentimiento informado no es aplicable a los animales y que, en consecuencia, no puede ser tomado como base para ninguna prohibición de la experimentación animal.

No menos problemática que las anteriores resulta la postura utilitarista en defensa de otorgar dignidad moral a los animales. Su postulado principal se basa en que éstos, en la medida en que pueden sufrir, tienen intereses que deben ser respetados. Para Singer, «cualquiera que sea la naturaleza del ser, el principio de igualdad requiere que el sufrimiento sea considerado de igual manera que igual sufrimiento de cualquier otro ser» (Singer, 1980, p. 72). Para él, privilegiar los intereses de los seres humanos, únicamente por ser humanos, es incurrir en un inaceptable especieísmo.

Singer acepta que «los seres humanos adultos normales poseen una capacidad mental que, en determinadas circunstancias, les hace sufrir más que a los animales en las mismas circunstancias» (ibíd., p. 74), razón por la cual, desde su punto de vista utilitarista, le parece aceptable que en una situación en la que no haya más remedio que escoger entre los intereses de los animales y los de los humanos adultos, se opte por los de los humanos, ya que de ese modo se evita una mayor cantidad de sufrimiento.

Pero, llevando su planteamiento utilitarista hasta el final, argumenta que los niños pequeños y los humanos con graves discapacidades no poseen los mismos atributos que los humanos adultos y se encuentran en la misma categoría que muchas especies animales, por lo menos que muchas especies de mamíferos. Su conclusión es que tanto los animales como los niños y los discapacitados graves deben tener la misma consideración moral y ser tratados de la misma manera. Y, aunque aclara que no pretende rebajar moral-

mente a estas categorías de seres humanos sino elevar a los animales para que sean objeto de un trato digno, su postura conlleva implicaciones morales que, desde mi punto de vista, son completamente inaceptables. Entre ellas, la justificación del infanticidio en ciertas circunstancias dentro del primer mes de vida o la valoración de que «los animales no humanos y los niños y humanos con graves discapacidades intelectuales se encuentran en la misma categoría» (ibíd., p. 75), razón por la cual «matar, por ejemplo, a un chimpancé es peor que matar a un ser humano que, debido a una discapacidad intelectual congénita, no es ni podrá ser nunca persona» (ibíd., p. 146).

Otro de los aspectos en los que se pone de manifiesto la debilidad de las posiciones extremas en defensa del valor moral inherente de los animales, y su asunción implícita de una cierta perspectiva antropocéntrica, reside en las categorías de animales a los que reconocer como dignos de consideración moral.

Algunos autores, quizás la mayoría, incluyen exclusivamente a los vertebrados. Otros establecen tres categorías, a modo de círculos concéntricos, de valoración decreciente: los primates, los mamíferos no primates y los vertebrados no mamíferos, tal vez con exclusión de los peces. Para Jorge Riechmann este problema ni siquiera es merecedor de su consideración y lo soslaya con una nota a pie de página en la que se limita a decir que «para no enredarnos ahora en delimitaciones de conceptos, podemos aceptar la definición de "animal" que propone la Ley 5/1995 (de protección de los animales utilizados para experimentación y para otras finalidades científicas) de la Comunidad Autónoma de Cataluña en su artículo 2.1: "Se entiende por 'animal' cualquier ser vivo vertebrado no humano, incluidas las formas de desarrollo de vida propia y autónoma, con exclusión de las formas fetales y embrionarias"» (Riechmann, 1998, p. 224)[26]. Sin embargo, no es ésta una discusión baladí, sino que merece ser tenida en cuenta si se pretende ofrecer una argumentación convincente en defensa de la consideración moral de los animales.

Siempre que los animales sean capaces de sentir dolor y de experimentar sufrimientos no hay razón, en la lógica de los defensores de una posición zoocéntrica, para establecer distintas categorías en relación con el valor de su vida. Más allá de esta premisa, cualquiera de esas categorizaciones únicamente adquiere sentido por su proximidad con nuestra propia especie, lo que no deja de representar un cierto sesgo antropocéntrico. Pero, desde el punto

de vista zoocéntrico, no hay razones de peso para excluir a los vertebrados no mamíferos, ni tampoco a un gran número de invertebrados, por lo menos aquellos que poseen un sistema nervioso más desarrollado. Lo único que se puede decir es que desconocemos casi por completo las sensaciones que experimentan y si éstas son realmente diferentes de las que pueden experimentar los vertebrados. Sobre este particular «el zoólogo inglés J. Z. Young (1907-1997), quien durante muchos años estudió el comportamiento de los pulpos en una estación de investigaciones marinas de Nápoles, opinaba que eran tan inteligentes como los perros» (Tudge, 2000, pp. 235-236). Sin embargo, a los invertebrados no se les suele otorgar el beneficio de la duda que se propugna para muchas especies de vertebrados.

Las normas jurídicas que regulan el uso de animales con fines científicos suelen incluir solamente a los vertebrados. Por ejemplo, el Convenio Europeo sobre la protección de los animales vertebrados utilizados para experimentación y otros fines científicos del Consejo de Europa, posteriormente adoptado por la Comunidad Europea, engloba bajo el término «animal», «cualquier vertebrado vivo no humano, incluidas las formas larvales, autónomas y/o con capacidad para reproducirse pero con exclusión de las demás formas fetales o embrionarias» (art. 2.a). Para el tipo de regulación que pretende el Convenio tal acotación del término animal resulta apropiada y conveniente. Pero la cuestión es distinta si de lo que se trata es de establecer la categoría moral de los animales. En ese caso reducir los límites para englobar únicamente a los vertebrados, sin asumir al mismo tiempo algún tipo de criterio de afinidad antropocéntrica, requiere una justificación suficiente, cosa que casi nunca suele ocurrir.

Como he tratado de mostrar, ante dilemas éticos en los cuales esté en juego la vida de seres humanos frente a la vida de animales, resulta inevitable adoptar alguna forma de antropocentrismo, so pena de defender opciones éticas que rebajan la consideración moral de las personas de una forma inaceptable. El valor de la vida animal, por importante que nos pueda parecer, no puede ser equiparado al de la vida humana, por lo menos cuando ambos entran en conflicto. Por eso, creo que una cierta perspectiva antropocéntrica resulta inevitable. Incluso un defensor radical de los animales como Peter Singer ha mostrado un sesgo antropocéntrico al valorar la vida de las especies en función de su grado de conciencia, y afirmar

que «cuanto más desarrollada sea la vida consciente de un ser, mayor el grado de conciencia de sí mismo y racionalidad y más amplia la variedad de posibles experiencias, más preferiría uno ese tipo de vida, si se tuviera que elegir entre ella y la de un ser con un menor nivel de conciencia» (Singer, 1980, p. 134).

Recapitulación sobre la valoración moral de los animales

Antes de pasar a abordar los criterios que deben orientar el uso de animales en investigación, voy a resumir mi punto de vista sobre la valoración ética de los animales en general, y sobre su uso para experimentación científica en particular:

1. Todos los seres humanos son iguales en su dignidad. Por ello, todos deben ser tratados no de acuerdo con sus cualidades reales, cualesquiera que éstas sean, sino de acuerdo con las cualidades que reconocemos como propias de los individuos normales de nuestra especie.

2. Aunque los humanos gravemente discapacitados intelectualmente pueden no poseer capacidades superiores a algunos animales, ellos son, a pesar de todo, seres humanos y, como tales, mantenemos relaciones especiales con ellos que no tenemos con otros animales.

3. Necesitamos una línea clara de demarcación para dividir a aquellos seres con los que podemos experimentar de los que no. La pertenencia a nuestra especie constituye una clara y marcada línea divisoria.

4. El nivel de conciencia propia o la categoría de ser sensible, aunque no iguala a los animales con los humanos, es moralmente importante a la hora de valorar las distintas especies animales y el uso que podamos hacer de ellas. Desde este punto de vista, los mamíferos merecen una consideración mayor que otros grupos de animales. Los primates, y en particular los grandes simios, por su desarrollo mental y grado de autoconciencia, ocupan una posición especial que impone límites más estrictos a su utilización con fines de investigación.

5. Tenemos el deber moral de respetar y proteger a los animales no humanos e impedir, en la medida de lo posible, el dolor, el sufrimiento, la angustia o los daños que puedan padecer.

6. Con las matizaciones apuntadas, la utilización de animales para experimentos científicos es aceptable éticamente, siempre que

se realice una ponderación que valore los sufrimientos infligidos a los animales frente a los beneficios que la investigación puede reportar para la mejora de la salud y la calidad de vida de los seres humanos.

7. Los proyectos de investigación que implican el uso de animales deben ser supervisados por comités éticos y deben atenerse a las normas legalmente establecidas sobre esta materia.

A pesar de mi punto de vista crítico con las posturas más claramente zoocéntricas, debo reconocer que han jugado un importante papel positivo en la denuncia del trato degradante dado a los animales y del uso abusivo, indiscriminado y, muchas veces, superfluo de los animales empleados en la investigación científica. La toma de conciencia social y una mayor sensibilidad ética en la consideración de la importancia del bienestar animal debe mucho a la actitud de los defensores de los animales en sus distintas versiones. Si excluimos las posturas extremas, contrarias a cualquier tipo de investigación con animales, las propuestas de actuación de muchos de sus defensores son razonables y perfectamente aceptables en la mayoría de los casos y coinciden con los criterios normativos establecidos en las distintas reglamentaciones que se han ido aprobando en los últimos años para regular el uso de animales en investigación.

Pros y contras del uso de animales en investigación

Como acabo de exponer, es un deber moral, sancionado por diversas normas jurídicas, el buscar «el bienestar y el estado de salud de los animales con la suficiente atención y frecuencia para prevenir todo dolor, sufrimiento inútil, angustia o daños duraderos» (art. 5.3), según recoge el Convenio Europeo sobre la protección de los animales vertebrados utilizados para experimentación del Consejo de Europa, posteriormente adoptado por la Comunidad Europea.

La discusión acerca de los beneficios y perjuicios que, desde el punto de vista ético, presenta la experimentación con animales suele dar lugar a conclusiones contrapuestas realizadas, respectivamente, por los opositores y los defensores de esa utilización. Esta discrepancia se localiza en tres aspectos:

1. El primero es que no existe acuerdo a la hora de juzgar cuánto dolor y sufrimiento se inflige a los animales con la estabulación y la experimentación. Como ha señalado Franklin Loew, «la expe-

rimentación con animales de laboratorio causa menos dolor y sufrimiento del que afirman sus detractores y más del que reclaman sus defensores» (Loew, 1996, p. 327).

2. El segundo es la distinta valoración de la importancia de las conclusiones que se pueden extraer de la experimentación con animales. Los críticos recalcan que la experimentación animal puede llevarnos a conclusiones erróneas, ya que la fisiología de las especies utilizadas es distinta de la nuestra y los resultados de los experimentos pueden ser diferentes de los que se obtendrían con humanos, razón por la cual las pruebas en humanos resultan, en cualquier caso, imprescindibles antes de cualquier aplicación clínica.

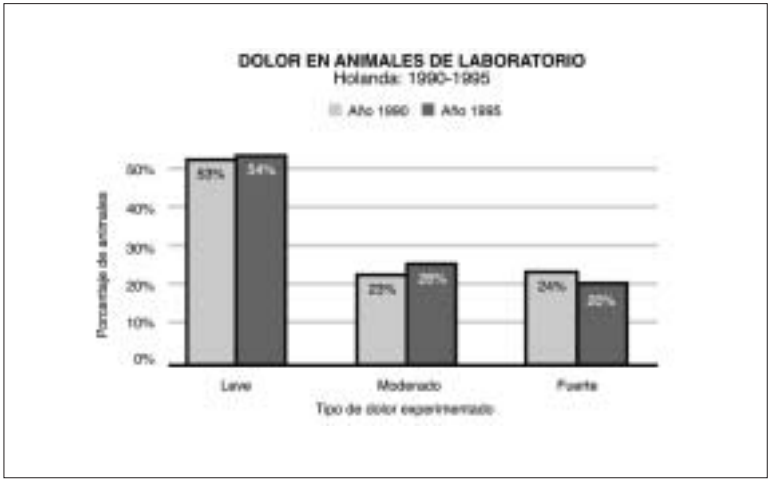
Por su parte, los defensores del uso de animales consideran que no hay diferencias básicas entre la fisiología de los animales de laboratorio y la de los humanos. También suelen recordar que una gran parte de los avances conseguidos en biomedicina se ha apoyado en una sólida base de experimentación animal.

3. El tercero es la distinta valoración de la utilidad de los métodos alternativos al uso de animales. Aunque existe un amplio acuerdo en que hay que ensayar métodos alternativos en la medida en que vayan estando disponibles, la discrepancia se mantiene en torno a si el uso de esos métodos permite prescindir de los animales en la actualidad y en el futuro.

Además de estos puntos de discrepancia, los grupos que se oponen a la experimentación animal han expuesto otros argumentos con los que pretenden demostrar que, o bien la experimentación animal no es necesaria, o no es tan importante como afirman sus defensores. Entre estos argumentos está la necesidad de dar más importancia a la medicina preventiva frente al empleo excesivo de tratamientos curativos, como ocurre en la actualidad; la realización de más investigación epidemiológica y el incremento de la investigación clínica asistida con pruebas de laboratorio. Aunque estas sugerencias son aceptables y pueden reducir, en algunos casos, el tener que recurrir a animales, no eliminan en absoluto la necesidad de su utilización.

Por lo que respecta a los datos existentes, «el único país que ha recogido de forma sistemática todos los datos sobre el dolor y el sufrimiento de los animales de laboratorio es Holanda» (ibíd., p. 327)[27]. Los que aparecen en el gráfico corresponden a los años

1990 y 1995. Se aprecia una leve disminución del porcentaje correspondiente a la categoría de dolor fuerte. Conviene aclarar que



aproximadamente la quinta parte de los animales incluidos en esta categoría recibieron algún tipo de medicamento para aliviar el dolor. En ella se engloban algunos procedimientos como privación prolongada de agua y alimento, algunas infecciones experimentales, investigaciones tumorales y las pruebas de dosis letal 50 (LD_{50}), que consiste en averiguar la toxicidad de una cierta sustancia sometiendo una muestra a una dosis que cause la muerte de la mitad de los animales de la muestra. Esta es una de las pruebas que más críticas ha recibido por parte de los grupos que se oponen a la experimentación animal.

Criterios y normas de actuación

En 1876 fue aprobada en Gran Bretaña la Ley sobre la Crueldad para con los Animales, la primera norma legal que reguló la experimentación animal. Desde entonces muchas han sido las normativas, las declaraciones y las guías de actuación que han sido aprobadas y promulgadas en muchos países para regular la investigación con animales, a medida que se fue desarrollando una mayor conciencia social sobre la necesidad de proteger a los animales de actuaciones que los sometan a sufrimientos innecesarios.

En 1959 se publica la que será la más influyente guía de actuación para la investigación con animales. Se trata del principio de las «tres erres», contenido en la obra *The Principles of Humane Experimental Technique*, cuyos autores fueron el zoólogo William Russell y el microbiólogo Rex Burch. El significado de las «tres erres» es el siguiente:

1. Reemplazar los animales por métodos *in vitro* y otros métodos alternativos.

2. Reducir racionalmente, mediante técnicas estadísticas, el número de animales utilizados en los experimentos.

3. Refinar las técnicas de modo que causen el menor sufrimiento posible a los animales.

Las «tres erres» definen la moderna búsqueda de alternativas en la experimentación con animales.

En lo referente a la primera de las «erres», en los últimos años se han desarrollado, de forma muy importante, métodos alternativos al uso de animales. En algunos casos estos métodos permiten obtener resultados más precisos y fiables que los obtenidos con animales pero, lamentablemente, no siempre es así. Pese a los avances conseguidos, hay que reconocer que no es posible reemplazar completamente la utilización de los animales, ni en el presente ni, probablemente, tampoco en el futuro. En la tabla adjunta se recogen algunos de los métodos alternativos que se utilizan en la actualidad.

Métodos alternativos al uso de animales en investigación

- Cultivos *in vitro* de células animales o humanas
- Investigaciones con órganos animales
- Uso de estados prematuros del desarrollo
- Uso de organismos de menor escala filogenética
- Observación clínica asistida por pruebas de laboratorio
- Exámenes endoscópicos y biopsias
- Estudios de autopsias
- Modelos matemáticos e informáticos
- Técnicas de formación de imágenes
- Estudios de actividad basados en las propiedades físico-químicas de las moléculas
- Estudios epidemiológicos

Desde el punto de vista ético, es recomendable que, en ciertas áreas, cese completamente la experimentación con animales. Ejemplos de ellas pueden ser la militar, la cosmética o las prácticas de laboratorio en la enseñanza. Desde la perspectiva de las personas que creemos que el recurso a la guerra es un forma rechazable e inmoral de resolver los conflictos entre los seres humanos, no parece justificable la experimentación animal encaminada precisamente a perfeccionar los métodos de destrucción y muerte de seres humanos.

Por lo que se refiere a la industria cosmética, varios fabricantes han eliminado totalmente las pruebas con animales recurriendo al uso de sustitutos caseros o a ingredientes que ya pasaron las pruebas en el pasado. La industria cosmética británica acordó con el Gobierno la supresión de las pruebas en noviembre de 1998. Asimismo, la directiva 93/35 de la Unión Europea prohíbe, desde el 30 de junio del 2000, vender productos cosméticos probados en animales, aunque esta prohibición fue posteriormente aplazada en toda la Unión Europea. En España, lo fue mediante una orden del 3 de agosto de 2000.

En cuanto a las prácticas de formación, la eliminación total de los animales en ellas resulta más polémica. Sin embargo, es una tendencia que se inició muy pronto. Concretamente, en 1876 se prohibió en Gran Bretaña que los cirujanos se entrenaran con animales. Desde entonces, en vez de ello practican con cadáveres humanos. En los Estados Unidos, aproximadamente un tercio de las facultades de medicina existentes no utilizan animales en sus cursos ordinarios. Creo que con los métodos audiovisuales e informáticos que existen en la actualidad la utilización de los animales en la enseñanza podría desaparecer sin mayores problemas.

Respecto de la segunda «erre», la reducción del uso de animales se viene produciendo en muchos países desde los años setenta del siglo pasado. Así, en Gran Bretaña y Suiza desde 1975 y 1980, respectivamente, hasta 1992 esa reducción fue del 50%. Holanda y Alemania también registraron disminuciones del orden del 50%. En otros países europeos se produjeron reducciones menores, de entre el 20 y el 40%. En Estados Unidos no existen datos completos, pero de los disponibles también se desprende que desde 1968 el descenso ha sido bastante pronunciado para la mayor parte de las especies utilizadas.

El que esta tendencia a la reducción continúe produciéndose depende de varios factores. Entre ellos está la mejora de los métodos estadísticos, que permita obtener resultados fiables usando tamaños de muestra más pequeños, el intercambio de información y la revisión exhaustiva de la bibliografía, que eviten las repeticiones innecesarias de experimentos. También es importante un mayor grado de sensibilización por parte de la comunidad investigadora y de la opinión pública y la promulgación de normas legales cada vez más precisas.

Un ejemplo muy significativo del papel de los métodos estadísticos en la reducción del número de animales necesarios se presenta en la tan criticada prueba de la dosis letal 50. El recurso a procedimientos estadísticos avanzados está permitiendo reducir drásticamente el tamaño de la muestra empleada. Los protocolos recientes exigen solamente una décima parte del número de animales que se empleaban antes, con resultados que alcanzan la misma fiabilidad.

Por último, el tercer criterio de las «tres erres», el de refinar, en parte ya he aludido a él al comentar los criterios anteriores. Así, por ejemplo, al referirme al perfeccionamiento de las pruebas estadísticas. Cabría añadir todas aquellas medidas que eliminan o al menos minimizan el dolor y el estrés que afectan a los animales en el curso de los experimentos. Estas medidas incluyen el uso de analgésicos y anestésicos adecuados y el sacrificio indoloro de los animales cuando el daño producido persista después del experimento.

Diversos autores han recogido en sus trabajos enumeraciones de principios de actuación. En la tabla de la página siguiente se recogen, a modo de ilustración, tres de ellas. La de Marshal Hall es una de las primeras guías de actuación que se elaboraron, y aunque se remonta a 1831 continúa aún vigente. Las otras dos son recientes y corresponden, respectivamente, a Lluis Montoliu y Asier Urruela-Carlos Romeo. Las tres son coincidentes en varios puntos y resultan complementarias en sus recomendaciones respectivas. Además, aunque la de Hall es muy anterior a la publicación del principio de las «tres erres», no por ello deja de ser coherente con sus orientaciones. Las otras dos están directa o indirectamente inspiradas por él. Con unas u otras formulaciones, las tres recogen las ideas de reemplazar, siempre que sea posible, los animales por métodos alternativos, reducir su número al mínimo imprescindible y

Principios de actuación en la investigación y experimentación con animales

Hall (1831)

1.La experimentación no debe realizarse si la observación puede sustituirla.
2. Ningún experimento debe ser realizado sin un objetivo claro.
3. Los científicos deben estar bien informados acerca de los experimentos de sus colegas, para evitar repeticiones innecesarias.
4. Los experimentos justificados deben llevarse a cabo con el menor dolor posible.
5. Cada experimento debe realizarse bajo circunstancias que den lugar a los resultados más claros y eviten la repetición de experimentos.

Montoliu (2002)

1. Garantizar que todos los animales utilizados para investigación reciben el trato más humano y adecuado posible.
2. Utilizar animales para la investigación solamente cuando no existan otras alternativas o éstas sean inapropiadas.
3. Utilizar el mínimo de animales posible para la investigación.
4. Diseñar los experimentos para que el número de animales utilizados en la investigación sea el suficiente para garantizar la reproducibilidad y la validez estadística de las conclusiones que de los datos se deriven.
5. Utilizar anestésicos y/o analgésicos, siempre que sea posible, para paliar y/o limitar el posible dolor o sufrimiento que el experimento pueda causar en los animales utilizados para la investigación.
6. Todos los protocolos de trabajo, quirúrgicos y tratamientos que vayan a ser utilizados con animales de investigación deberán ser aprobados por comités específicos bioéticos y científicos y estar conformes y cumplir con la legislación vigente.

Urruela y Romeo (2002)

1. El reconocimiento de la necesidad de experimentar con animales vivos intactos de especies diversas, para poder descubrir medios más idóneos para proteger la salud humana y animal y progresar en los conocimientos biológicos.
2. La necesidad de la búsqueda de métodos de sustitución biológicos y no biológicos.
3. Que los animales que necesariamente tengan que ser utilizados lo sean de una cualidad y especie apropiadas para la experimentación y que su número sea limitados al mínimo imprescindible para obtener resultados válidos.
4. La asunción de que los animales son también seres sensibles y por ello constituye un deber ético reducir la máximo sus molestias, angustias o dolores y sufrimientos.
5. Cuándo aquéllos no vayan a ser pasajeros o mínimos deberá intervenirse bajo sedación, analgesia o anestesia, de acuerdo con métodos veterinarios acreditados. Cuando esto no pueda ser realizado, deberá autorizar el experimento un organismo competente.
6. Si persistieran sufrimientos o incapacidades irreparables deberá procederse al sacrificio del animal por procedimientos indoloros.

refinar los procedimientos para causar el menor daño posible a los animales.

Estos mismos criterios han presidido también la elaboración de las principales normativas vigentes, como es el Convenio Europeo sobre la protección de los animales vertebrados utilizados para experimentación y otros fines científicos del Consejo de Europa, que, a su vez, ha servido de base para la elaboración de las leyes y reglamentos promulgados por la mayoría de los Estados europeos en los últimos años.

Transgénesis, clonación y xenotrasplante

Para finalizar, voy a referirme brevemente a tres aplicaciones de la investigación con animales: la transgénesis animal, la clonación y el xenotrasplante. Las tres están relacionadas entre sí. Por ejemplo, los animales fuente de órganos para xenotrasplantes deben ser transgénicos, ya que hay que modificar sus genes de histocompatibilidad para conseguir que el órgano trasplantado no produzca ninguna de las formas de rechazo que pueden presentarse en el receptor, como son el rechazo hiperagudo, el rechazo vascular diferido o, a más largo plazo, los rechazos celulares retardado y crónico. Asimismo, la técnica de trasplante nuclear en la que se basa la clonación puede ser utilizada para aumentar la eficacia de la obtención de animales transgénicos, lo que ya ha sido ensayado en algunos casos.

La consideración ética de estas aplicaciones debe realizarse ponderando los beneficios que comportan frente a los sufrimientos y daños que pueden padecer los animales utilizados.

Podemos dividir las aplicaciones del uso de animales transgénicos en tres categorías que son, respectivamente, la investigación básica, la medicina y la biotecnología. En relación con los beneficios de este uso, Lluís Montoliu ha enfatizado acertadamente que «la manipulación genética, aplicada a animales, ha supuesto una verdadera revolución en biología, medicina y biotecnología» (Montoliu, 2002, p. 286). En biología, los animales transgénicos son una herramienta muy valiosa para conocer la función de los genes, habiendo contribuido al esclarecimiento de los patrones de expresión característicos de muchos de ellos. Entre las aplicaciones relacionadas con la medicina estarían los modelos genéticos de enfermedades humanas, la obtención de proteínas de interés terapéutico, usando los animales como biorreactores, y la obtención de anima-

les fuente de órganos para xenotrasplantes. Las aplicaciones biotecnológicas, por su parte, irían encaminadas a la mejora en cantidad y calidad de la producción animal.

Tomando como referencia las proposiciones emitidas por la Conferencia sobre Bioética organizada por el Consejo de Europa en Oviedo en 1999, Houdebine ha propuesto unos niveles de tolerancia, referidos a la aceptabilidad del uso de animales transgénicos, en función del sufrimiento animal que comportan. Son los siguientes:

1. Nivel de tolerancia alto: animales transgénicos estrictamente experimentales.

2. Nivel de tolerancia medio: animales transgénicos fuente de órganos para trasplantes o productores de proteínas terapéuticas.

3. Nivel de tolerancia mínimo: animales transgénicos que se destinen a mejoras ganaderas.

El tercer caso parece el más claro. Como argumenta Houdebine, «en este caso se trata de una mejora de la producción, que no es en absoluto necesaria para las poblaciones humanas, ya bien abastecidas, y que, por otra parte, afectaría a un gran número de animales condenados a sufrir con el único fin de aumentar los beneficios de algunos» (Houdebine, 2001, p. 144).

El problema adquiriría una dimensión distinta si ese aumento de la producción animal se plantease como una necesidad en relación con el abastecimiento alimentario de las poblaciones de los países subdesarrollados del Tercer Mundo. Sin embargo, hay que tener presente que, dado el bajo nivel de desarrollo biotecnológico de esos países y los elevados costes económicos de obtener animales transgénicos debido a la eficacia limitada de la técnica (piénsese que la obtención de una sola vaca transgénica cuesta medio millón de dólares), no parece que la mejora de la producción animal mediante el uso de animales transgénicos pueda ser, a corto plazo, una alternativa viable para esos países. Además, aun superando esas dificultades, habría que evaluar hasta qué punto la solución de los problemas alimentarios necesita verdaderamente el recurso a los animales transgénicos, cosa que, desde luego, está lejos de ser evidente.

Los niveles de tolerancia de los otros dos casos son menos claros. Paradójicamente, se establece una menor aceptabilidad, en principio, para las aplicaciones que, como los xenotrasplantes o la obtención de proteínas terapéuticas, podrían tener una plasmación médica más directa. Para estos casos, Houdebine estima que el sufrimiento de los animales debe ser estudiado caso por caso y com-

parado luego con el beneficio que reporta a los pacientes. En el caso de la producción de proteínas terapéuticas, los animales no suelen sufrir problemas derivados de la transgénesis, ya que el transgén se expresa únicamente en la glándula mamaria en la que produce leche. Esta glándula «ha demostrado ser el órgano ideal para la expresión de proteínas recombinantes por su elevada capacidad de síntesis, los escasos riesgos que presenta la expresión del transgén para la salud del animal y la facilidad de recolección y purificación del producto» (Sánchez y Folch, 1999, p. 199).

Frente a esta escasez de problemas para los animales derivados de su uso como biorreactores, las potencialidades de esta técnica son enormes, aunque todavía pasará algún tiempo hasta que se desarrollen. Como ha apuntado Lluís Montoliu, «teóricamente, una sola vaca que produjera unos diez gramos de factor VIII de coagulación sanguínea por litro de leche llegaría a satisfacer las necesidades mundiales anuales de esta proteína para garantizar el tratamiento de todos y cada uno de los hemofílicos existente sobre la faz de la Tierra» (Montoliu, 2001, p. 62), aunque en la actualidad la eficacia es de entre 10 y 100.000 veces inferior.

El mismo criterio de ponderación de beneficios y daños para los animales también debería ser empleado en el primero de los casos citado, el de los animales estrictamente experimentales. Téngase en cuenta que entre las aplicaciones concretas de este caso se encontrarían tanto la investigación biológica básica encaminada a conocer la función de los genes y de sus patrones de expresión característicos, como el establecimiento, desde el punto de vista de la medicina, de modelos animales que permitan estudiar muchas enfermedades genéticas.

Aunque la mayor parte de los animales transgénicos no suelen sufrir ningún malestar, no siempre sucede así y, en algunos casos, la transferencia de genes puede provocarles sufrimientos en diversos grados. Esto fue lo que ocurrió cuando se obtuvieron cerdos transgénicos con el gen de la hormona del crecimiento. Éstos presentaban varias patologías que afectaban, entre otros órganos, al riñón y al hígado. Además, eran incapaces de sostenerse en pie debido a la baja calidad de sus fibras musculares.

En el caso de los animales transgénicos modificados para servir de modelo de enfermedades humanas, se persigue precisamente que la enfermedad llegue a manifestarse en el animal para poder estudiar los mecanismos genéticos que la causan. El beneficio que se

puede obtener de estos procedimientos, en forma de conocimientos médicos para combatir enfermedades humanas que hoy por hoy no tienen curación, puede ser enorme pero, no es menos cierto que, en ocasiones, la manifestación de la enfermedad en los animales conlleva importantes sufrimientos para ellos. Por ejemplo, en la enfermedad de Lesch-Nyhan, una dolencia recesiva ligada al cromosoma X, el fenotipo se caracteriza, entre otras manifestaciones, por retraso mental y automutilación corporal compulsiva por mordeduras de dedos y labios. La obtención de ratones *knock-out* para esta enfermedad dio como resultado que manifestasen un fenotipo similar al humano, en el que destacaba la gravedad de las automutilaciones que se producían.

En resumen, la utilización de animales transgénicos con diversos fines está suficientemente justificada por la importancia de los beneficios que se obtienen y un nivel de malestar o sufrimiento, en la mayoría de los casos, pequeño. Sin embargo, conviene valorar en concreto las distintas situaciones que pueden presentarse, dado que no todas son iguales, ni desde el punto de vista de los beneficios para la salud y la mejora de la calidad de vida de los seres humanos, ni desde la vertiente del sufrimiento y daño que los distintos procedimientos pueden suponer para los animales.

La clonación animal, por su parte, no presenta problemas éticos importantes. En cualquier caso, no son diferentes de los ya comentados para el caso de la transgénesis. De los distintos métodos de clonación, la gemelación o partición embrionaria es el más sencillo de enjuiciar, ya que en sí mismo no plantea ninguna reserva de tipo moral. Los animales resultantes no sufren ningún daño derivado del procedimiento y se desarrollan como individuos completamente normales.

La clonación animal mediante transferencia nuclear puede resultar algo más controvertida desde el punto de vista del daño ocasionado a los animales, debido a la falta de seguridad de la técnica y a la consecuente presencia de malformaciones en algunos de los animales clonados. Sin embargo, este problema aparece minimizado debido a que la mayoría de los embriones clónicos defectuosos mueren antes de completar su desarrollo, por lo que el número de animales que pueden llegar a padecer algún sufrimiento, debido a las imperfecciones de la técnica de transferencia nuclear, es muy reducido. Si aplicásemos los criterios de tolerancia anteriormente expuestos para la transgénesis animal, únicamente los casos de

aplicaciones ganaderas de la clonación serían problemáticos a la luz de ellos, siempre y cuando la clonación produjese un daño apreciable en un número significativo de individuos, situación que en la realidad no ocurre.

Los problemas éticos del xenotrasplante en relación con la utilización de animales se refieren a su uso como fuente de órganos y, también, a la investigación previa necesaria para desarrollar la técnica hasta que pueda ser utilizada en humanos con seguridad y con suficientes garantías de éxito.

Podemos resumir estos problemas éticos en los siguientes:

1. La investigación previa, durante años, con animales para el desarrollo y perfeccionamiento de los métodos de transgénesis aplicables al xenotrasplante.

2. La producción y cría de cerdos transgénicos como fuente de órganos para los trasplantes.

3. La muerte de los cerdos transgénicos que sean fuente de órganos.

4. La experimentación con primates para probar los órganos trasplantados procedentes de cerdos transgénicos.

5. Considerar éticamente inaceptable el recurso al uso de primates como fuente de órganos.

Los tres primeros problemas citados: la investigación previa, así como la producción, cría y muerte de cerdos transgénicos pueden ser evaluados con los mismos criterios que ya hemos comentado para la transgénesis. Es necesario, en cualquier caso, extremar las precauciones para que los animales no sufran como consecuencia del tratamiento, y su sacrificio debe ser completamente indoloro. Los beneficios que se podrían obtener en el futuro, si los xenotrasplantes llegan a convertirse en una realidad, justificarían suficientemente el uso y sacrificio de los animales.

La mayoría de los grupos de estudio que se han ocupado de las implicaciones éticas del xenotrasplante, como el Nuffield Council of Bioethics, el Grupo Consultivo en Ética de los Xenotrasplantes, presidido por Ian Kennedy, o el Informe de la Subcomisión de Xenotrasplante de la Comisión Permanente de trasplantes de España, coinciden en valorar como aceptable el uso de cerdos como fuente de órganos para xenotrasplantes. El Informe Español sobre Xenotrasplante señala que la creación de animales transgénicos sólo resultaría aceptable si las transformaciones operadas no cambian el fenotipo del animal, en el sentido de que el animal modificado

debe ser completamente similar al resto de los miembros de su especie y la modificación realizada debe afectar solamente a la función inmunológica.

Los otros dos problemas enunciados hacen referencia al empleo de primates. Existe un amplio acuerdo en rechazar su utilización como fuente de órganos. Este rechazo se basa en su relación evolutiva con nuestra especie y en que, como consecuencia de ello, comparten ciertas capacidades emocionales y cognitivas con los seres humanos, incluyendo, en cierta medida, la capacidad de su propia conciencia. También sería éticamente problemática su crianza y alojamiento, por el dolor y sufrimiento que podría causarles. El elevado número de especímenes que se necesitarían añade otro motivo de rechazo al uso de primates, ya que podría ponerse en peligro su supervivencia, hoy por hoy ya amenazada.

Otras razones de tipo técnico y procedimental también desaconsejan el uso de primates:

1. El riesgo de transmisión vírica entre los primates y los humanos puede incrementarse, debido al parentesco filogenético, sobre todo cuando existe el precedente de la plausible transmisión del virus del sida a los humanos procedente de monos.

2. Los primates tienen un índice de reproducción muy bajo.

3. Es necesario que lleguen a los 7-10 años para que sus órganos alcancen el tamaño suficiente.

4. Sería prácticamente imposible cubrir la demanda de órganos usando primates.

5. Por el contrario, se tiende a aceptar como un mal menor, indeseable pero necesario, el recurso a la utilización de primates, aunque en pequeño número, para experimentar el trasplante de órganos procedente de cerdos transgénicos antes de proceder a los ensayos clínicos en humanos. Este es, por ejemplo, el punto de vista de los grupos de estudio antes citados (Nuffield Council of Bioethics, del Grupo Consultivo de Ética de los Xenotrasplantes, presidido por Ian Kennedy y la Subcomisión de Xenotrasplante de la Comisión Permanente de trasplantes de España).

Conclusiones

Las conclusiones generales que se enumeran a continuación sintetizan los principales puntos esbozados a lo largo del texto:

1. Aunque los animales son dignos de consideración moral, ésta no puede equiparase a la que otorgamos a los seres humanos, sobre todo cuando se plantean situaciones controvertidas en las que entran en conflicto la protección de los animales y la vida humana.

2. En virtud de lo anterior, la investigación con animales es éticamente aceptable, siempre que persiga la mejora de la salud y de la calidad de vida de los seres humanos.

3. Esto no obsta para que consideremos que constituye un deber moral respetar y proteger a los animales y evitarles, en lo posible, el dolor, el sufrimiento, la angustia y otros tipos de daños que puedan padecer.

4. Deben ponderarse los beneficios que se esperan obtener de la experimentación con animales frente al daño o sufrimiento que estos puedan sentir. Esto nos lleva a rechazar los experimentos que no persigan la mejora de la salud o de la calidad de vida humanas.

5. La utilización de animales en investigación debe realizarse de acuerdo con los enunciados del principio de las «tres erres»: reemplazar, siempre que sea posible, el uso de animales por otros métodos alternativos; reducir el número de animales empleado, mejorando los métodos estadísticos y los medios de información y consulta para evitar las repeticiones innecesarias; y refinar las técnicas y métodos en el uso y manejo de los animales para impedir o, si esto no es posible, minimizar al máximo el dolor y sufrimiento que puedan padecer como consecuencia de las investigaciones.

6. Estos mismos criterios son de aplicación para la transgénesis, la clonación animal y el xenotrasplante.

7. En lo referente a este último, el uso de primates como fuente de órganos se considera éticamente rechazable, dadas sus capacidades emocionales y su parentesco evolutivo con los seres humanos.

19. Stephen Jay Gould

Salvo que se trate de un premio Nobel de la misma nacionalidad, rara vez el público siente la muerte de un científico como un acontecimiento próximo, excepto en círculos muy minoritarios relacionados con la especialidad de la que formaba parte. No ocurre lo mismo si es un personaje del mundo del arte. Muchas personas sintieron (sentimos) la desaparición en su día de Julio Cortázar o más recientemente de Billy Wilder, por poner dos ejemplos obvios. Sus obras nos transmitieron valores, emociones o sentimientos con los que nos pudimos identificar y que hicieron que apreciásemos sus personas aun sin conocerlas.

Pero toda regla tiene su excepción. Seguramente la muerte, el 20 de mayo de 2002, a causa de un cáncer, del paleontólogo norteamericano Stepehn Jay Gould generó un sentimiento de tristeza e incluso un cierto vacío en muchos miles de personas en todo el mundo. También fue una cierta sorpresa, ya que tenía solamente 60 años y estaba en plena actividad intelectual. Digo cierta porque el cáncer ya había estado anteriormente presente en su vida. En julio de 1982 se le diagnosticó un mesotelioma abdominal que, a pesar de la gravedad del diagnóstico, consiguió superar, en un principio pareció que definitivamente, aunque al final, pasados casi veinte años, acabó siendo la causa de su muerte.

Para las gentes del mundo de la biología, Stephen Gould, aunque que controvertido por sus puntos de vista heterodoxos, era un eminente biólogo evolucionista. Sus aportaciones científicas más sobresalientes fueron la teoría del «equilibrio puntuado», compartida con Niles Eldredge, que trata sobre los ritmos de la evolución biológica y que marcó un hito importante en las polémicas de la historia moderna de la teoría evolutiva, y su implacable crítica de la idea de progreso aplicada a la evolución biológica, que plasmó sobre todo en dos obras, *Wonderful Life* y *Full House*[28].

En la teoría del equilibrio puntuado, Gould y Eldredge defienden que la evolución biológica no ocurre gradualmente, como pensaba Darwin y la práctica totalidad de sus seguidores hasta la época actual. Con muy contadas excepciones –la más importante la de Thomas H. Huxley, amigo y defensor de Darwin, que no compartía el gradualismo extremo de este último–, los evolucionistas siempre defendieron que la acción de la selección natural ocurría de forma muy lenta y gradual, de modo que los cambios, aunque continuos, solamente se hacen perceptibles transcurridos cientos de miles o, quizás, millones de años, dando lugar a la formación de nuevas especies por modificación paulatina de las anteriores. Para el equilibrio puntuado, las especies apenas sufren cambios a lo largo de su existencia, permaneciendo en estado estacionario la mayor parte del tiempo hasta que se extinguen. Únicamente en pequeñas poblaciones marginales de ellas, sometidas a una presión de selección fuerte, se produce un cambio evolutivo rápido (en términos geológicos, que puede ser de decenas de miles de años), que tiene como consecuencia la formación de especies nuevas a partir de estas poblaciones pequeñas de especies ancestrales. Es decir, las especies están en equilibrio durante su vida, pero éste aparece puntuado por períodos rápidos de especiación (formación de nuevas especies) en pequeñas poblaciones marginales, siendo en estos períodos cuando se acumulan la mayor parte de los cambios evolutivos. De ahí el nombre de «equilibrio puntuado» que recibe la teoría. Sus apoyos más importantes residen en que explica muy bien las discontinuidades encontradas en el registro fósil y en que resulta muy acorde con las diferentes teorías sobre la especiación que se ha propuesto, incluyendo las más recientes. Aunque no es de aceptación general, el equilibrio puntuado ha ido ganando apoyos en la comunidad científica, desde que fue formulado en 1972.

La segunda de las aportaciones importantes de Gould, la crítica de la idea de progreso aplicado a la biología, resulta aún más interesante. Abarca varios aspectos relacionados que, en conjunto, configuran una idea de la evolución como un proceso de cambio impredecible, sin una dirección predeterminada, en el cual los factores no deterministas juegan un papel de primer orden. Una primera idea fuerte, que desarrolla en *Wonderful Life*, es la de contingencia, concebida como un proceso en el que los factores, en parte aleatorios, en parte oportunistas y en parte deterministas, marcan la historia de la evolución a gran escala. No niega la importancia de

la selección natural darwiniana como un proceso de adaptación de las poblaciones a sus condiciones locales, pero relativiza su importancia como elemento causal único y decisivo del cambio evolutivo.

Relacionada parcialmente con esta concepción figura su crítica, en compañía de su amigo el genetista Richard Lewontin, del adaptacionismo extremo que caracteriza a algunas corrientes evolucionistas modernas, en particular a la sociobiología. El punto de vista de Gould y Lewontin es que muchos caracteres que aparecen en los organismos no son adaptaciones, consecuencia directa de la acción de la selección natural, sino que en ocasiones son: 1) consecuencia indirecta de reorganizaciones en los organismos debidas a limitaciones físicas o fisiológicas en el desarrollo de otras estructuras u órganos; 2) o bien aparecen asociados a otros caracteres que sí son seleccionados por sus ventajas adaptativas, lo que significa la selección pasiva de los primeros aunque no reporten ninguna ventaja; o 3) incluso pueden ser fruto del puro azar, que también juega un papel importante en la evolución. Esto configura una visión de la evolución como un proceso complejo, con distintos factores causales a diferentes niveles, en el que la selección natural es un factor más, muy importante en muchos aspectos, pero no determinante en otros muchos.

El coralario de esta visión es la crítica de la idea de progreso que Gould desarrolla extensamente en su obra *Full House* y que constituye su verdadera obsesión en la obra de sus últimos años. Según su concepción, la evolución no lleva aparejada ninguna idea de progreso, cualquiera que sea el criterio que queramos adoptar para definirlo. No existe una tendencia general hacia una mayor complejidad, ni hacia ninguna otra parte, que nos permita definir la evolución como un proceso progresivo. Únicamente una idea antropocentrista de la evolución, totalmente sesgada y no representativa de la verdadera dimensión de la evolución biológica del conjunto del mundo vivo, puede sustentar una visión progresiva de ella que Gould critica con mucho fundamento y con profusión de ejemplos y argumentos.

Estos puntos de vista, en ocasiones formulados de forma un tanto herética para la ortodoxia evolucionista dominante, llevaron a que Stephen Gould fuese atacado e incluso despreciado por algunos de sus colegas, a menudo con críticas desmedidas e infundadas. Pese a todo, su prestigio como científico de primer orden dentro de la teoría evolutiva ha perdurado a lo largo de toda su carrera.

Para el gran público, Stephen Gould fue sobre todo un ensayista extraordinario. Publicó diez libros de ensayos[29] (todos ellos traducidos al español), más algún otro de crítica de libros, en los que se recopilan las columnas que mensualmente fue publicando sin interrupción desde 1973 en la revista *Natural History*. Se trata de ensayos de divulgación de extraordinaria calidad, en los que combinaba sus grandes conocimientos biológicos con una profunda sensibilidad cultural y social. Son ensayos para aprender, pero también para gozar conociendo. Estos libros, leídos con pasión por millones de personas como si fuesen obras literarias (en realidad tenían una muy alta calidad literaria), dejaron una profunda huella en muchas gentes, y para algunas personas, entre las que me cuento, constituyeron una parte importante de su formación intelectual. Aunque solamente fuese por su obra de divulgador científico, Stephen Gould merecería gozar de un puesto prominente en la interrelación entre el mundo de la ciencia moderna y la sociedad.

En el aspecto social Stephen Gould no se limitó a divulgar la ciencia. Formó parte durante la segunda mitad de los años sesenta y comienzos de los setenta del grupo de intelectuales de izquierda Science for the People y participó en la polémica que este colectivo mantuvo con los defensores de la teoría sociobiológica, formulada por Edward O. Wilson. También tuvo un papel destacado en la defensa de la teoría de la evolución contra los grupos fundamentalistas que luchaban para que se explicase el creacionismo en las escuelas de los Estados Unidos. A pesar de su actitud militante en este debate abogó, en mi opinión sin demasiado éxito, por una coexistencia pacífica entre la ciencia y la religión[30], pese a su agnosticismo declarado en materia religiosa, aunque procedía de una familia de religión judía poco practicante.

En todas las controversias en las que participó mantuvo siempre una posición profundamente humanista y un espíritu respetuoso y hasta a veces conciliador con sus contrincantes, lo que no le impidió defender con claridad y pasión sus puntos de vista, marcados por una conciencia contraria a los prejuicios sociales conservadores y reaccionarios.

Si alguien desea allegarse a la biología evolutiva y al darwinismo y conocer sus implicaciones filosóficas y sociales, la lectura de Stephen Gould es una de las formas más gratas e interesantes de hacerlo.

Notas:

[1] Todas las ilustraciones de siameses que aparecen reproducidas fueron tomadas de los artículos de Stephen Gould citados.

[2] En declaraciones a los medios de comunicación (*El País*, 20 de julio de 2004), la nueva ministra de Sanidad se mostró partidaria de autorizar la selección genética de embriones. Esta postura, que está avalada por la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, sería llevada a la práctica por parte de una comisión de expertos, que se encargaría de estudiar la concesión de cada permiso caso por caso.

[3] Esa modificación ya está en fase de tramitación parlamentaria. En efecto, el nuevo Proyecto de Ley sobre Técnicas de Reproducción Humana Asistida, que ya ha superado la fase de discusión en Comisión, contempla en su artículo 12.2, dedicado al diagnóstico preimplantacional, la posibilidad que aquí estamos discutiendo. Su aprobación se realizaría caso por caso, previo informe favorable de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida.

[4] STC 53/1985, de 11 de abril, STC 212/1996, de 19 de diciembre y STC 116/1999, de 17 de junio.

[5] El jurista Carlos Romeo Casabona apunta que, en la práctica, tal objetivo no podrá ser cumplido. Como la reforma de la Ley no contempla la posibilidad de existencia de embriones sobrantes, éstos «permanecerán en una especie de limbo jurídico, que no habrá forma de resolver» (Romeo Casabona, comunicación personal).

[6] En la práctica clínica actual ya está siendo habitual no transferir más de tres embriones, por lo que la nueva Ley no supone ningún cambio fundamental sobre lo que ya existe, más que convertir en precepto legal esa práctica.

[7] La cuestión de los embriones sobrantes acumulados constituyó un problema muy incómodo para el Gobierno, que lo estuvo retrasando durante años, ignorando las recomendaciones de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida, hasta que no le quedó más remedio, debido a la enorme acumulación de embriones crioconservados durante años, que tener que adoptar una decisión definitiva al respecto.

[8] Con todo, la destrucción directa de los embriones actualmente sobrantes es una de las cuatro posibilidades que se contemplan en la reforma de la Ley, que dependen de la decisión que adopten las parejas al respecto.

[9] Las cursivas son mías.

[10] De uso legal en nuestro país con fines diagnósticos para la detección y/o tratamiento de enfermedades hereditarias, en virtud del artículo 12.1 de la Ley 35/1988, de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida y del artículo 8.2.a de la Ley 42/1988, de 28 de diciembre, de donación y utilización de embriones y fetos humanos o de sus células, tejidos u órganos.

[11] Sentencias del Tribunal Constitucional 53/1985, de 11 de abril y 212/1996, de 19 de diciembre.

[12] La doctrina del Tribunal Constitucional no sólo no equipara los embriones a las personas ya nacidas a efectos de otorgarles protección jurídica, sino que distingue claramente entre embriones preimplantatorios y los ya transferidos al útero materno. Así se recoge explícitamente en la Sentencia del Tribunal Constitucional 116/1999 de 17 de junio, sobre el Recurso de Inconstitucionalidad contra la Ley 35/88 de Técnicas de Reproducción Asistida, en la que se afirma: «Los prembriones *in vitro* no gozan de una protección equiparable a la de los ya transferidos al útero materno».

[13] El artículo 12 de la Declaración Universal establece:

«a) Toda persona debe tener acceso a los progresos de la biología, la genética y la medicina en materia de genoma humano, respetándose su dignidad y derechos.

b) La libertad de investigación, que es necesaria para el progreso del saber, procede de la libertad de pensamiento. Las aplicaciones de la investigación sobre el genoma humano, en

particular en el campo de la biología, la genética y la medicina, deben orientarse a aliviar el sufrimiento y mejorar la salud del individuo y de toda la humanidad.»

[14] La Ley 35/1988, de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida, contempla en su artículo 11. 3 que existan preembriones sobrantes, no transferidos al útero, que se crioconservarán, por un plazo máximo de cinco años, en bancos autorizados.

[15] La reciente sentencia del Tribunal Constitucional sobre el Recurso de Insconstitucionalidad contra Ley de Reproducción Asistida, antes citada, acepta la existencia de embriones sobrantes como un hecho científicamente inevitable, si se quiere asegurar el éxito del tratamiento. Como pretendo argumentar en este artículo, no parece ésta la mejor razón para aceptar la creación de embriones sobrantes, toda vez que tal inevitabilidad científica no existe.

[16] Y, consecuentemente, en las leyes 35/1988 sobre Técnicas de Reproducción Asistida y 42/1988 de donación y utilización de embriones y fetos humanos o de sus células, tejidos u órganos.

[17] Esta adaptación del Código Penal español al Convenio de Biomedicina del Consejo de Europa es recomendada también por el Comité de expertos sobre Bioética y Clonación (pp. 230-231): «Con el propósito de lograr una mejor sintonía con el convenio sobre Derechos Humanos y Biomedicina, debe modificarse la actual prohibición de crear embriones humanos con fines distintos a la reproducción humana señalada en el Código Penal español (art. 161.1) y reconducirse a la producción de embriones humanos con fines de experimentación, que tiene un alcance prohibitivo más limitado y que deja abiertas al futuro las posibilidades de elaboración de tejidos y de líneas celulares con fines terapéuticos».

[18] Alan Bittles ofrece los siguientes comentarios y datos sobre la incidencia de la discriminación genética: «Para determinar si en los Estados Unidos había pruebas de dicha discriminación, se realizó un estudio preliminar, a cargo de personal de la Georgetown University en colaboración co la Alliance of Genetic Support Groups. La investigación se basó en familias en las que por lo menos una persona padecía una enfermedad genética, e informó que al 25% de los participantes se les había negado un seguro de vida. Comparativamente, en la población estadounidense en general el 70% de los adultos tiene ese tipo de cobertura, el 5% debe pagar una prima adicional, y sólo al 3% se les niega el beneficio. En términos del seguro de salud, su cobertura le había sido negada al 22% de los participantes en la investigación y, tal vez en previsión de un rechazo, el 18% no había revelado información que indicara la posibilidad de un mayor riesgo de trastornos genéticos. [...] Por último, el 17% de los participantes con un trastorno genético específico afirmaron que se les había negado un empleo o habían sido despedidos cuando sus empleadores se enteraron de su condición; en la misma situación informó encontrarse un 4% de los individuos no afectados, integrantes de familias con antecedentes de trastornos genéticos» (Bittles, 1999, pp. 11-27).

[19] Prescindo aquí de la polémica acerca del carácter «universal» de los derechos humanos y de su relación con las características históricas y culturales de los distintos pueblos del mundo y doy por buena la consideración de que la protección de las características genéticas (y no sólo genéticas) de las personas y de los pueblos, independientemente de sus tradiciones y culturas, es un objetivo que puede y debe perseguirse con carácter internacional (o universal).

[20] Refiriéndose a la bondad de estos objetivos generales, Carlos M. Romeo Casabona, director de la Cátedra de Derecho y Genoma Humano del País Vasco, ha destacado que: «Los instrumentos jurídicos deben contribuir a garantizar que todos los seres humanos y las colectividades en las que se integran se beneficien de los progresos derivados de las investigaciones sobre el genoma humano y al mismo tiempo se les proteja de sus aplicaciones desviadas no deseables, en la medida en que puedan ser utilizadas en su perjuicio» (Romeo Casabona, 1995, p.162).

[21] La fenilalanina es uno de los aminoácidos esenciales y, por lo tanto, debe estar presente en la dieta, incluida la de las personas fenilcetonúricas. La dieta adecuada para ellas no carece por completo de este aminoácido sino que debe encontrarse en las cantidades mínimas, imprescindibles para la formación de las proteínas, pero suficientemente bajas para evitar su acumulación perjudicial.

[22] En el Estado español la esterilización de personas con deficiencias síquicas graves está autorizada por el artículo 428 del Código Penal, siempre y cuando se realice a petición de su representante legal y sea autorizada por el juez. En este caso la esterilización no está asociada a consideraciones eugenésicas sino más bien a asegurar que esas personas puedan disfrutar de su sexualidad sin riesgo de tener hijos que, debido a su incapacidad, no podrían criar responsablemente. Dado que en la mayoría de los casos se evitaban las prácticas sexuales de estas personas por miedo a los posibles embarazos, los propios familiares de muchos disminuídos síquicos han venido solicitando la esterilización para permitir que puedan disfrutar de una vida sexual normal sin riesgos que, de otro modo, no estaban en condiciones de afrontar. En consecuencia, los móviles para la realización de estas esterilizaciones no tienen nada que ver con las situaciones comentadas en este ensayo.

[23] La terapia de inserción génica consiste en introducir en el núcleo de la célula una copia del gen que se quiere tratar, para que realice la función del gen defectuoso, sin necesidad de eliminar este último. Este tipo de terapia, que es el que se ha practicado hasta ahora en los ensayos de terapia somática llevados a cabo, solamente es de aplicación para enfermedades recesivas, en las que la introducción de una copia sana del gen suele ser suficiente para restablecer su función normal en la mayoría de los casos. Para enfermedades determinadas por genes de efecto dominante sería insuficiente insertar una copia sana del gen en cuestión, porque el carácter dominante del gen defectuoso impediría el restablecimiento de la función. Habría que eliminar el gen defectuoso y sustituirlo por una copia sana de él, cosa mucho más difícil de realizar. Este último procedimiento es el que en el texto se define como corrección dirigida del gen defectuoso.

[24] En la mayoría de las legislaciones la violación se interpreta en un sentido más restringido, como la agresión sexual con penetración vaginal sin consentimiento mutuo.

[25] Dobzhansky ha dado una definición de cultura más sencilla, pero perfectamente válida para los propósitos de la presente discusión: «La cultura consiste en el almacén de información y de patrones de comportamiento que son transmitidos mediante la información y el aprendizaje, mediante el ejemplo y la imitación» (Dobzhansky *et al*., 1977, p. 449).

[26] Esta definición, como se verá enseguida, está tomada literalmente del Convenio Europeo sobre la protección de los animales vertebrados utilizados para experimentación y otros fines científicos, del Consejo de Europa.

[27] Los datos que aparecen reflejados en el gráfico fueron tomados del trabajo de Loew citado.

[28] Las traducciones españolas de estas dos obras son *La vida maravillosa* (Editorial Crítica, Barcelona, 1989) y *La grandeza de la vida* (Editorial Crítica, Barcelona, 1996).

[29] Las traducciones españolas de estos libros de ensayos son las siguientes: *Desde Darwin* (Hermann Blume, 1983); *El pulgar del panda* (Hermann Blume, 1983; Editorial Crítica, 2001); *Dientes de gallina y dedos de caballo* (Hermann Blume, 1984; Editorial Crítica, 1999); *La sonrisa del flamenco* (Hermann Blume, 1987; Editorial Crítica, 2001); *«Brontosaurus» y la nalga del ministro* (Editorial Crítica, 1993); *Ocho cerditos* (Editorial Crítica, 1993); *Un dinosaurio en un pajar* (Editorial Crítica, 1995); *La montaña de almejas de Leonardo* (Editorial Crítica, 1999); *Las piedras falaces de Marrakech* (Editorial Crítica, 2001) y *Acabo de llegar* (Editorial Crítica, 2003).

[30] Su punto de vista sobre esta cuestión quedó plasmado en su obra *Ciencia versus religión. Un falso conflicto* (Editorial Crítica, Barcelona, 1999).

Bibliografía

ÁLVAREZ PELÁEZ, Raquel (1985), *Sir Francis Galton, padre de la eugenesia*, Madrid: Centro de Estudios Históricos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

BITTLES, Alan, «Perspectivas médicas, éticas y legales de la nueva genética», *Perspectivas Bioéticas*, 1999, vol. 4 (7-8): 1-27.

BOWLER, Peter J. (1990), *Charles Darwin. El hombre y su influencia*, Madrid: Alianza Editorial, S. A., 1995.

BURY, John (1920), *La idea del progreso*, Madrid: Alianza Editorial, S. A., 1971.

CAMPS, Victoria (2001), *Una vida de calidad. Reflexiones sobre bioética*, Barcelona: Editorial Crítica, S. L.

COMISIÓN NACIONAL DE REPRODUCCIÓN HUMANA ASISTIDA (1999), *I Informe Anual, Diciembre 1998*, Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.

COMISIÓN NACIONAL DE REPRODUCCIÓN HUMANA ASISTIDA (2001), *II Informe Anual. La investigación con embriones humanos «sobrantes»*, Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.

COMITÉ ASESOR EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (2003), *Informe: La investigación sobre células troncales*, Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

COMITÉ DE EXPERTOS SOBRE BIOÉTICA Y CLONACIÓN (1999), *Informe sobre clonación. En las fronteras de la vida*, Madrid: Fundación de Ciencias de la Salud. Ediciones Doce Calles, S. L.

CONSEJO DE EUROPA (1986), *Convenio Europeo sobre la protección de los animales vertebrados utilizados para experimentación y otros fines científicos*, Estrasburgo.

CONSEJO DE EUROPA (1997), *Convenio para la protección de los Derechos Humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la biología y la medicina: Convenio relativo a los Derechos Humanos y la biomedicina*, Madrid: Ministerio de Asuntos Exteriores.

CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *Directiva 86/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1986 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrati-*

vas de los Estados Miembros respecto a la protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos.
DARWIN, Charles (1839), *El viaje del Beagle*, Barcelona: Editorial Labor, S. A., 1983.
DARWIN, Charles (1871), *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, Madrid: EDAF, S. A., 1980.
DAVIS, Kevin (2001), *La conquista del genoma humano. Craig Venter, Francis Collins, James Watson y la historia del mayor descubrimiento científico de nuestra época*, Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A.
DOBZHANSKY, Theodosius *et al* (1977), *Evolución*, Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1980.
ENGELHARDT, JR., H. Tristram , «La naturaleza humana tecnológicamente reconsiderada», *Arbor*, 1991, tomo CXXXVIII (544): 75-95.
ENGELS, Eve-Marie (2002), «El estatuto moral de los animales en la discusión del xenotrasplante», en ROMEO CASABONA, Carlos María (Coord.), *Los xenotrasplantes. Aspectos científicos, éticos y jurídicos*, Granada: Editorial Comares, S. L., pp. 71-108.
ESPAÑA (1995), *Código Penal*, Madrid: Ministerio de la Presidencia.
ESPAÑA (1997), *Ley sobre Técnicas de Reproducción Asistida*, en ROMEO CASABONA, Carlos María (Ed.), *Código de Leyes sobre Genética*, Bilbao: Cátedra de Derecho y Genoma Humano. Fundación BBV - Diputación Foral de Bizkaia, pp. 21-35.
ESPAÑA (1997), *Ley de donación y utilización de embriones y fetos humanos o de sus células, tejidos u órganos*, en ROMEO CASABONA, Carlos María (Ed.), *Código de Leyes sobre Genética*, Bilbao: Cátedra de Derecho y Genoma Humano. Fundación BBV - Diputación Foral de Bizkaia, pp. 48-52.
ESPAÑA (1998), *Xenotrasplante. Informe de la Subcomisión de Xenotrasplante de la Comisión Permanente de Trasplantes del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud*, Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.
ESPAÑA, TRIBUNAL CONSTITUCIONAL, «Sentencia del Tribunal Constitucional 116/1999 de 17 de Junio de 1999. Recurso de inconstitucionalidad contra la Ley 35/88, de 22 de Noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida», *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1999 (11): 97-117.
FIGUEROA YÁÑEZ, Gonzalo, «El proyecto de Declaración Universal sobre el Genoma Humano de la Unesco», *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1997 (7): 121-129.
FRIEDMANN, Theodore, «Problemas de la terapia génica», *Investigación y Ciencia*, 1997 (251): 44-50.
FUNDACIÓN BBV (Ed.) (1994), *El Derecho ante el Proyecto Genoma Humano, volumen IV*, Bilbao: Fundación BBV.

GAFO, Javier (1998), «Historia de una nueva disciplina: la Bioética», en ROMEO CASABONA, Carlos María (coord.), *Derecho biomédico y bioética*, Granada: Editorial Comares, pp. 87-111.
GALTON, Francis (1865), «Talento y carácter hereditarios», *Asclepio*, 1984 vol. XXXVI: 191-223.
GALTON, Francis (1988), *Herencia y eugenesia*, Madrid: Alianza Editorial, S. A.
GAYON, Jean, «Eugenics: an historical and philosophical schema», *Ludus Vitalis*, 1997, vol. V (8): 81-100.
GOULD, Stephen J. (1985), *La sonrisa del flamenco. Reflexiones sobre Historia Natural*, Madrid: Hermann Blume Ediciones, 1987.
GOULD, Stephen J. (1996a), *La falsa medida del hombre*, Barcelona: Editorial Crítica, 1997.
GOULD, Stephen J. (1996b), *La grandeza de la vida*, Barcelona: Editorial Crítica, 1997.
GROS ESPIELL, Héctor, «El Proyecto de Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos de la Persona Humana de la Unesco», *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1997 (7): 131-160.
GRUEN, Lori (1993), «Los animales», en SINGER, Peter (Ed.), *Compendio de Ética*, Madrid: Alianza Editorial, S. A., 1995, pp. 469-481.
HARRIS, John (1992), *Supermán y la Mujer Maravillosa. Las dimensiones éticas de la biotecnología humana*, Madrid: Editorial Tecnos, S. A., 1998.
HARRIS, Marvin (1979), *El materialismo cultural*, Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1987.
HOFSTADTER, R. (1955), *Social Darwinism in American thought*, Boston: Beacon Press.
HOTTOIS, Gilbert, «La ingeniería genética: Tecnociencias y símbolos. Responsabilidades y convicciones», *Arbor*, 1991, tomo CXXXVIII (544): 97-123.
HOUDEBINE, Louis-Marie (2001), *Los transgénicos. Verdades y mentiras sobre los organismos genéticamente modificados*, Barcelona: Salvat Editores, S. A.
JORDAN, Bertrand (2000), *Los impostores de la Genética*, Barcelona: Ediciones Península, S. A., 2001.
KAKU, Michio (1997), *Visiones. Cómo la ciencia revolucionará la materia, la vida y la mente en el siglo XXI*, Madrid: Editorial Debate, S. A., 1998.
KEVLES, Daniel J. (1985), *La eugenesia. ¿Ciencia o utopía?*, Barcelona: Editorial Planeta, S. A., 1986.
KUPER, Adam (1994), *El primate elegido*, Barcelona: Editorial Crítica, 1996.

LACADENA, Juan-Ramón (2002), *Genética y bioética*, Bilbao: Universidad Pontificia Comillas / Editorial Desclée De Brouwer, S. A.
LARCHER, Fernando *et al.*, «La terapia génica ante el nuevo milenio», *Arbor*, 2001, tomo CLXVIII (662): 255-272.
LEE, Thomas F. (1991), *El Proyecto Genoma Humano. Rompiendo el código genético de la vida*, Barcelona: Editorial Gedisa, S. A., 1994.
LEWONTIN, Richard C. (1982), *La diversidad humana*, Barcelona: Prensa Científica, S. A., 1984.
LEWONTIN, Richard (2000), El sueño del genoma humano y otras ilusiones, Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A., 2001.
LEWONTIN, Richard C., ROSE, Steven y KAMIN, Leon J. (1984), *No está en los genes*, Barcelona: Editorial Crítica, S. A., 1987.
LOEW, Franklin M. (1996), «Los animales en la investigación», en THOMASMA, David C. y KUSHNER, Thomasine (Eds.), *De la vida a la muerte. Ciencia y Bioética*, Madrid: Cambridge University Press, 1999, pp. 325-338.
LUJÁN, José Luis, «Ingeniería genética humana, ideología y eugenesia», *Arbor*, 1991, tomo CXXXVIII (544): 125-156.
LUJÁN, José Luis (1992),«Tecnologías de diagnóstico y contexto social: de los tests psicofísicos a las pruebas de ADN», en SANMARTÍN, José *et al.* (Eds.), *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona: Editorial Anthropos, pp. 195-223.
MASTERS, William H., JOHNSON, Virginia E. y KOLODNY, Robert C. (1986), *La sexualidad humana. 2. Personalidad y conducta sexual*, Barcelona: Ediciones Grijalbo, S. A., 1987.
MAYR, Ernst (1982), *Historia do pensamento biolóxico. Diversidade, evolución, herdanza*, Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, 1998.
MEDAWAR, Peter (1972), *La amenaza y la gloria. Reflexiones sobre la ciencia y los científicos*, Barcelona: Editorial Gedisa, S. A., 1993.
MILNER, Richard (1993), *Diccionario de la Evolución. La humanidad a la búsqueda de sus orígenes*, Barcelona: Biblograf, S. A., 1995.
MONTOLIU JOSÉ, Lluís (2001), «Animales transgénicos», en GAFO, Javier (Ed.), *Aspectos científicos, jurídicos y éticos de los transgénicos*, Madrid: Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas, pp. 49-67.
MONTOLIU JOSÉ, Lluís (2002), «Utilización responsable de animales modificados genéticamente en biología, biomedicina y biotecnología», en FERRER, Jorge José y MARTÍNEZ, Julio Luis (Eds.), *Bioética: un diálogo plural. Homenaje a Javier Gafo Fernández, S. J.*, Madrid: Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas, pp. 285-292.
MORENO, Miguel (1997), *Modelos y presupuestos en la divulgación de los avances en terapias génicas y clonación*, http://www.ugr.es/eianez/Biotecnologia/cemed/genoterapia.html, pp. 1-2.

MOROWITZ, Harold J. e TREFIL, James S. (1992), *La verdad sobre el aborto. ¿Cuando comienza la vida humana?*, Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S. A., 1993.
MUÑOZ, Emilio (2001), *Biotecnología y sociedad. Encuentros y desencuentros*, Madrid: Cambridge University Press.
NEWELL, John (1989), *Manipuladores de genes*, Madrid: Ediciones Pirámide, S. A., 1993.
NUFFIELD COUNCIL ON BIOIETHICS (1996), *Animal-to-Human Transplants. The ethics of xenotransplantation*, London: Nuffield Council on Bioethics.
OLIVA, Rafael (1996), *Genoma Humano*, Barcelona: Masson, S. A.
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, *Declaración Universal de los Derechos del Animal*.
RIECHMANN, Jorge (1995), «Animales humanos y no humanos en un contexto evolutivo», en MOSTERÍN, Jesús y RIECHMANN, Jorge, *Animales y ciudadanos. Indagación sobre el lugar de los animales en la moral y el derecho de las sociedades industrializadas*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L., pp. 8-42.
RIECHMANN, Jorge (1995), «Razones para incluir a los animales en la comunidad moral», en MOSTERÍN, Jesús y RIECHMANN, Jorge, *Animales y ciudadanos. Indagación sobre el lugar de los animales en la moral y el derecho de las sociedades industrializadas*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L., pp. 151-172.
RIECHMANN, Jorge (1995), «Los experimentos con los animales», en MOSTERÍN, Jesús y RIECHMANN, Jorge, *Animales y ciudadanos. Indagación sobre el lugar de los animales en la moral y el derecho de las sociedades industrializadas*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L., pp. 8-42.
RIECHMANN, Jorge (1998), «La experimentación con animales», en CASADO, María (Coord.), *Bioética, derecho y sociedad*, Valladolid: Editorial Trotta, S. A., pp. 221-254.
ROMEO CASABONA, Carlos María,«El Proyecto de Declaración de la Unesco sobre protección del Genoma Humano: observaciones a una iniciativa necesaria», *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1995 (3):161-174.
ROMEO CASABONA, Carlos María,«El Derecho Penal ante el racismo y la eugenesia», *Eguzkilore*, 1997 (11): 105-135.
RUNCIMAN, W. G. (1998), *El animal social*, Taurus. Grupo Santillana de Ediciones, S. A., 1999.
RUPHY, Stéphanie, «Peter Singer: la ética vuelta a visitar» (entrevista con Peter Singer), *Mundo Científico*, 2000 (218): 96-98.
SAHLINS, Marshall (1976), *Uso y abuso de la biología*, Madrid: Siglo XXI de España Editores, S. A., 1982.

SÁNCHEZ BONASTRE, Armand y FOLCH ALBAREDA, Josep M.(1999), «Transgénesis y mejora animal», en CASADO, María y GONZÀLEZ-DUARTE, Roser (Eds.), *Los retos de la genéticas en el siglo XXI: genética y bioética*, Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, pp. 193-201.

SÁNCHEZ MONSERRATE, M. Carmen, «Factores determinantes de las líneas de investigación clínicas. El caso del cáncer de mama», *Ludus Vitalis*, 1999, vol. VII (11): 31-53.

SHAPIRO, Robert (1991), *La impronta humana*, Madrid: Acento Editorial, 1993.

SILVER, Lee M. (1997), *Vuelta al Edén. Más allá de la clonación en un mundo feliz*, Madrid: Taurus. Grupo Santillana de Ediciones, S. A., 1998.

SINGER, Peter (1980), *Ética práctica*, Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

SOBER, Elliott (1993), *Filosofía de la biología*, Madrid: Alianza Editorial, S. A., 1996.

SOUTULLO Daniel (1994), *La explosión demográfica mundial*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L.

SOUTULLO Daniel (1997), *La eugenesia. Desde Galton hasta hoy*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L.

SOUTULLO Daniel (1998), *De Darwin al ADN. Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L.

SOUTULLO Daniel (2000), *Los genes y el futuro humano*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L.

SOUTULLO Daniel (2005), *Biología, cultura y ética. Crítica de la sociobiología humana*, Madrid: Talasa Ediciones, S. L.

STRACHAN, Tom y READ, Andrew P. (1996), *Genética molecular humana*, Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1999.

STRICKBERGER, Monroe W. (1990), *Evolución*, Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1993.

STROMBERG, Roland N. (1988), *Historia intelectual europea desde 1789*, Madrid: Editorial Debate, 1995.

TESTART, Jacques,«La eugenesia médica: una cuestión de actualidad», *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1998 (8): 21-27.

TESTART, Jacques (1999), *Homens Prováveis, Da Procriaçao o Aleatória à Reproduçao o Normativa*, Lisboa: Instituto Piaget, 2000.

THE ADVISORY GROUP ON THE ETHICS OF XENOTRANSPLANTATION (1997), *Report on Animal tissue into humans*, London: TSO.

TUDGE, Colin (2000), *La variedad de la vida. Historia de todas las criaturas de la Tierra*, Barcelona: Editorial Crítica, S. A., 2001.

UNESCO, «Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos», Unesco, 11 de novembro de 1997, en *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 1997 (7): 247-252.

URRUELA MORA, Asier y ROMEO CASABONA, Carlos María (2002), «Los dilemas éticos del xenotrasplante», en ROMEO CASABONA, Carlos María (Coord.), *Los xenotrasplantes. Aspectos científicos, éticos y jurídicos*, Granada: Editorial Comares, S. L., pp. 43-69.

VV.AA., *Gran Enciclopedia Larousse* (1988), vol. 9, Barcelona: Editorial Planeta, S. A.

WATSON, James D. (2000, 2001), *Pasión por el ADN. Genes, genomas y sociedad*, Barcelona: Editorial Crítica, S. A., 2002.

WATSON, James D. (2003), *ADN. El secreto de la vida*, Madrid: Taurus. Santillana Ediciones Generales, S. L.

WEINBERG, Steven (2001), *Plantar cara. La ciencia y sus adversarios culturales*, Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A., 2003.

WILSON, Edward, O. (1975), *Sociobiología, la nueva síntesis*, Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1980.

WILSON, Edward, O. (1979), *Sobre la naturaleza humana*, México: Fondo de Cultura Económica, 1980.

WINCHESTER, A. M.(1975), *Introducción a la genética humana*, Madrid: Editorial Alhambra, S. A., 1977.

WOODWARD, Val (1977), «Cociente intelectual (IQ) y racismo científico», en The Ann Arbor Science for the People Editorial Collective, *La Biología como arma social*, Madrid: Editorial Alhambra, S. A., 1982.

Últimos títulos de esta colección

79. ***La eugenesia***. ***Desde Galton hasta hoy***. Daniel Soutullo. 224 pp.
80. ***Disertaciones sobre el poder***. ***De Hobbes a Foucault.*** Barry Hyndess. 168 pp.
81. ***Chiapas***. La nueva lucha india. L. Fernández Navarro. 160 pp.
82. ***Las energías alternativas y las tradicionales***. ***Sus problemas ambientales.*** Antonio Lucena Bonny. 128 pp.
83. ***Euskadi: nacionalismo e izquierdas.*** Javier Sádaba. 104 pp.
84. ***De Darwin al ADN. Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología.*** Daniel Soutullo. 164 pp.
85. ***La protesta estudiantil***. ***Estudio sociológico e histórico de su evolución en Canarias.*** Francisco A. Déniz Ramírez. 384 pp.
86. ***Modelos económicos y configuración de las relaciones industriales.*** Andrés Bilbao. 168 pp.
87. ***Condición marginal y conflicto social.*** Gerardo Miguel López Hernández. 160 pp.
88. ***La deuda externa del Tercer Mundo. Alternativas para su condonación.*** Carlos Vaquero (compilador). 200 pp.
89. ***La izquierda. Trayectoria en Europa occidental.*** Eugenio del Río. 256 pp.
90. ***Manual para la defensa de los caminos tradicionales***. Hilario Villalvilla Asenjo. 192 pp.
91. ***Trabajo, derechos sociales y globalización. Algunos retos para el siglo XXI.*** Antonio Antón (coordinador), Carlos Vaquero, Arantza Rodríguez, Ángel Abalde y María José Añón. 294 pp.
92. ***Deporte y Naturaleza***. ***El impacto de las actividades deportivas y de ocio en el medio natural.*** Hilario Villalvilla (director literario), Álvarez Bláquez Jiménez y Jesús Sánchez Jaén (coordinadores). 256 pp.
93. ***Diario de un resentido social***. Javier Ortiz. 224 pp.
94. ***Disentir, resistir. Entre dos épocas.*** Eugenio del Rio. 272 pp.
95. **I*nmigrantes: ¿cómo los tenemos? Algunos desafíos y (malas) respuestas*.** Javier de Lucas y Francisco Torres (editores), Ignasi Álvarez, Alfonso Bolado, Marta Casal, Iñaki García, Emma Martín, Ruth Mestre, Jordi Moreras y Andrés Pedreño. 242 pp.
96. ***A la luz de la ciencia. Biología y asuntos humanos***. Julio Loras Zaera. 142 pp.
97. ***Consumo responsable***. Antonio Lucena Bonny. 128 pp.
98. ***Rescata tu dinero. Finanzas solidarias y transformación social.*** Nuria del Río Paracolls. 320 pp.
99. ***Estilos de vida.*** David Chaney. 208 pp.
100. ***Poder político y participación popular***. Eugenio del Río. 160 pp.
101. ***¿Vuelven las nucleares? El debate sobre la energía nuclear.*** Francisco Castejón. 112 pp.
102. ***La globalización y los derechos humanos. IV Jornadas Internacionales de Derechos Humanos (Sevilla, 2003).*** Rafael Lara Batllería, C. Corso, D. Juliano, M. A. Caro, B. Khader, M. Kabunda, P. Aguelo Navarro, A. Antón, L. E. Alonso, F. J. Cuevas Noa, R. F. Durán, F. Houtart, J. M. Naredo, J. Herrera Flores, I. Moreno y J. de Lucas
103. ***Izquierda y sociedad***. Eugenio del Río. 96 pp.
104. ***Biología, cultura y ética***. Crítica de la sociobiología humana. Daniel Soutullo. 142 pp.
105. ***Nadie sabe lo que puede un cuerpo.*** Variaciones sobre el cuerpo y sus destinos. Natividad Corral (coord.). M. Broco, L. Cáceres, M. Cádiz, E. Carril, N. Corral, I. Frías, A. Gómez Ramos, A. María Gordaliza, M. López Fernández Cao, J. Martínez, J. L. Moreno Pestaña, J. Pombo, P. Rivero Velasco y P. Ruiz Castillo. 256 pp.
106. ***Izquierda e ideología. De un siglo a otro***. Eugenio del Río. 176 pp.
107. ***Las células madre, el genoma y las intervenciones genéticas. Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología***. Daniel Soutullo. 314 pp.