

## LA BIOTECNOLOGIA Y EL FUTURO DE LA ESPECIE HUMANA

**Francisco J. Ayala**

Department of Ecology and Evolutionary Biology  
Universidad de California

La física nuclear tuvo su apogeo en las décadas que comienzan hacia 1930. Las últimas décadas del siglo XX serán crecientemente caracterizadas por los avances impresionantes de la biología molecular y la explosión de sus aplicaciones médicas, agrícolas e industriales.

Las técnicas del ADN (ácido desoxirribonucleico, la especie química que contiene la información genética) recombinante hacen posible la construcción de moléculas circulares híbridas, en las que el ADN de un plásmido está enlazado con un gen. El plásmido actúa de vehículo que introduce el gen en un organismo deseado. (Un gen humano, como el de la insulina, puede así ser introducido, por ejemplo, en una bacteria, como *Escherichia coli*.) En condiciones apropiadas el gen huésped se incorpora al organismo extranjero y actúa de ahí en adelante como si fuera parte de él.

Las técnicas del ADN recombinante han abierto horizontes insospechados por la biología de antaño. Por ejemplo, han llevado al descubrimiento de la estructura y organización de los genes y han hecho posible el descifrar los tres mil millones de componentes (los nucleótidos que componen el ADN y que son de cuatro tipos distintos, representados por las letras A, C, G y T) que constituyen el genoma humano. Tal desciframiento es un proyecto que entidades gubernamentales de los Estados Unidos decidieron en los primeros meses de 1988 que deberá ser emprendido inmediatamente con el propósito de completarlo a principios del siglo XXI.

Los genes son el vehículo de la herencia biológica que pasa de padres a hijos y contienen la información que determina, en interacción con el ambiente, lo que los individuos son y cómo se comportan. La biología molecular ha descubierto, pues, el secreto de la vida y ha dotado a los biotecnólogos con el mágico poder de modificar ese secreto.

Las aplicaciones biotecnológicas del ADN recombinante afectan tres grupos de actividades humanas: medicina, agricultura e industria. Las aplicaciones agrícolas e industriales tienen consecuencias económicas

importantes, que en los Estados Unidos sobrepasarán veinte mil millones de dólares anuales para el fin del siglo. Las aplicaciones a la medicina y la higiene son de tipos muy distintos, como la producción de la hormona del crecimiento que hace posible para quienes hubieran sido enanos que crezcan normalmente y la modificación de microorganismos infecciosos para que pierdan su virulencia.

Mi propósito es hoy evaluar ciertas propuestas de aplicar el ADN recombinante y otras técnicas genéticas a la especie humana, no ya para producir nuevas medicinas o anular organismos infecciosos, sino para modificar los genes directamente. El objetivo propuesto es conseguir una raza humana nueva que no sufra de las debilidades y enfermedades que nos achacan y que posea virtudes que sobrepasen aun a las que se encuentran, si acaso, entre los miembros más eminentes de la humanidad actual.

## EL HOMBRE Y SU PREDICAMENTO

El descubrimiento de la evolución del ser humano a partir de antepasados no humanos es quizá la contribución más importante de las ciencias naturales al conocimiento de la naturaleza humana. El ser humano sabe ahora que no siempre fue como es hoy, que su naturaleza biológica ha cambiado radicalmente desde que el primer individuo de nuestra especie inició su existencia hace unos pocos millones de años.

La naturaleza biológica de la humanidad no sólo ha evolucionado, sino que continúa evolucionando todavía. La afirmación que se hace a veces de que la evolución de la humanidad se ha detenido carece de fundamento. Pero, ¿hacia dónde se orienta la evolución de la humanidad? La evolución humana está dirigida por la selección natural, que no es una fuerza benevolente que conduce necesariamente la evolución hacia el éxito. La selección natural concita cambios genéticos que suelen parecer hechos a propósito porque vienen dictados por los requerimientos del ambiente. No obstante, el resultado final puede ser la extinción —más del 99,9 por 100 de todas las especies que han existido se han extinguido—. La selección natural no tiene objetivos; sólo el ser humano los tiene y sólo él puede introducirlos en su evolución. Ninguna especie anterior a la nuestra ha podido elegir su propio destino evolutivo; la humanidad, en cambio, posee técnicas —y muy potentes— para hacer factible el cambio genético dirigido.

Se ha argüido que la naturaleza de la humanidad se deteriora a marchas forzadas, debido precisamente a la mejora de las condiciones de vida y al creciente influjo de la medicina moderna. Aunque los argumentos pormenorizados que apoyan esta opinión requieren cierta formulación matemática, su esencia se puede explicar fácilmente. Los cambios genéticos espontáneos (es decir, las mutaciones) surgen con facilidad tanto en el ser humano como en otras especies vivas. La inmensa mayoría de las mutaciones recién aparecidas son perjudiciales para sus portadores. En una población humana y en condiciones que

podríamos llamar «naturales», esto es, sin intervención de la medicina moderna y la tecnología, las mutaciones perjudiciales recién aparecidas son eliminadas de la población con mayor o menor premura según lo dañinas que resulten. Cuanto más perjudicial sea el efecto de una mutación, tanto más rápidamente será eliminada de la población mediante selección natural. Sin embargo, debido a la intervención de la medicina, la eliminación de algunas de estas mutaciones no se lleva a cabo con la misma celeridad y efectividad que en el pasado.

Examinemos un ejemplo. El retinoblastoma es una enfermedad cancerosa atribuida en ciertos casos a una mutación genética dominante. El desafortunado niño que lo sufre desarrolla durante su infancia un tumor que empieza en un ojo, de ahí se extiende enseguida al otro y luego al cerebro, causándole la muerte antes de la pubertad. La intervención quirúrgica permite hoy día salvar la vida del niño, siempre que el problema sea detectado a tiempo, aunque en general acaba perdiendo al menos un ojo. La persona así intervenida puede llevar una vida más o menos normal, casarse y tener descendencia. No obstante, si la determinación genética se debe a un gen dominante, la mitad de la descendencia, en promedio, nacerá con el mismo problema y tendrá que ser operada. Antes de que existieran estas técnicas médicas, toda mutación causante del retinoblastoma que aparecía en la población humana era eliminada de la misma en una sola generación, debido al óbito de sus portadores. Con el tratamiento quirúrgico, el gen mutante puede subsistir, y las nuevas mutaciones que aparezcan en cada generación se sumarán a las aparecidas en el pasado.

Hoy día son muchas las enfermedades hereditarias deletéreas cuyas manifestaciones admiten cura, sea total o parcial, y su número va en aumento. Otro ejemplo bien conocido es el de la fenilcetonuria, que requiere una dieta muy rígida para prevenir los devastadores efectos que produce sobre la salud mental y física de sus portadores. Los portadores de esta enfermedad hereditaria ahora sobreviven, pueden tener hijos y, en consecuencia, transmiten los genes deletéreos a las siguientes generaciones. Cuantas más enfermedades y taras hereditarias se curen hoy, más tendrán que ser curadas en las generaciones venideras.

Hay que señalar que la proporción de individuos afectados por una enfermedad hereditaria concreta es relativamente pequeña; por ejemplo, dos de cada 100.000 neonatos padecerán retinoblastoma. Esta es una proporción típica de incidencia de las enfermedades hereditarias que causan la muerte de sus portadores antes de la madurez; pero dado que existen muchas dolencias hereditarias de este estilo, en conjunto acaban siendo un serio problema. Se conocen más de dos mil enfermedades físicas graves determinadas por genes. Sus efectos son muy diversos: trastornos metabólicos del tipo de la fenilcetonuria; defectos de la piel, del esqueleto, de los sistemas sanguíneo y vascular; defectos de la vista (como el retinoblastoma), del oído o del sistema nervioso; enfermedades del sistema muscular (como la distrofia muscular, que afecta a uno de cada mil estadounidenses), etc. Cuando se consideran global-

mente todas estas dolencias hereditarias, la proporción de personas nacidas que sufrirán alguna disminución grave a lo largo de su vida como consecuencia de la herencia genética asciende a más del 2 por 100 del total de la población. Cada año nacen unos 70 millones de niños en el mundo, y cerca de un millón y medio son portadores de constituciones hereditarias determinantes de importantes limitaciones a su bienestar físico.

El problema se agrava cuando se examinan los defectos mentales. Más del 2 por 100 de la población sufre esquizofrenia o una alteración similar conocida como enfermedad esquizoide, que en algunos casos puede estar determinada por un único gen mutante. Aproximadamente otro 3 por 100 de la población padece retraso mental leve (CI inferior a 70), una dolencia determinada en gran parte poligénicamente, es decir, por interacción de múltiples genes. Más de 100 millones de seres humanos en el mundo padecen deterioros mentales debidos, en buena parte, a la naturaleza genética heredada de sus padres.

Por temperamento no soy pesimista, pero los problemas no se resuelven ignorándolos. La propagación de las dolencias hereditarias que pueden ser curadas no aumenta tan deprisa como algunos habían augurado; pero cada día aprendemos a curar otras nuevas, y cada cura contribuye a un mayor deterioro genético de la humanidad. ¿Es posible parar o invertir el proceso? ¿Podemos mejorar la dotación hereditaria de la humanidad?

## CIRUGIA GENETICA, SELECCION GERMINAL Y CLONACION

Quiero comentar aquí las técnicas que se han propuesto para controlar y dirigir la evolución biológica de la humanidad. Primero enumeraré los métodos biológicos sugeridos; luego comentaré si tales métodos *pueden* ser usados, es decir, hasta qué punto el conocimiento biológico requerido está efectivamente disponible en estos momentos; y por último, plantearé la cuestión de si *deberían* usarse dichos métodos, pues aquí están en juego muchos y espinosos problemas de cariz ético, legal, religioso y sociopolítico.

La *eugenesia* es la ciencia y práctica que busca mejorar la naturaleza genética de la humanidad. Se pueden distinguir dos tipos de eugenesia: la positiva y la negativa. La eugenesia negativa trata de evitar la propagación de genes perjudiciales, mientras que la eugenesia positiva busca la multiplicación total o parcial de los genotipos de los individuos que poseen ciertas características deseables.

Los métodos propuestos para mejorar la naturaleza genética de la humanidad se pueden clasificar en cuatro categorías generales (las dos primeras son métodos esencialmente de eugenesia negativa, y las otras dos de eugenesia positiva):

1. El consejo genético es una práctica cada vez más difundida en muchos países. Los futuros padres se informan acerca de la naturaleza

genética de una determinada alteración que saben que existe en uno de ellos o en su familia, y sobre las posibilidades de transmisión de la misma a sus hijos. Así advertidos, los futuros padres pueden decidir entre no tener el hijo y arriesgarse a tener uno anormal. El consejo genético puede complementarse con la amniocentesis: se extrae una muestra del líquido amniótico que rodea al feto en el interior de la matriz materna, y se analizan las posibles anomalías cromosómicas y génicas. La futura madre puede saber si el feto sufre una determinada tara genética, y en caso afirmativo, optar por el aborto.

Los gobiernos podrían seguir un programa genético basado en el consejo genético, la amniocentesis y el aborto. Y la persuasión podría completarse con incentivos económicos, esterilización y otras medidas coercitivas destinadas a limitar la procreación de los portadores de caracteres genéticos indeseables.

2. La cirugía genética, también llamada «ingeniería genética» y «terapia genética», consiste en la manipulación directa del material genético. Consideremos, por ejemplo, la anemia falciforme, consecuencia de la sustitución de un único nucleótido en el gen que codifica la cadena beta de la hemoglobina; podría reemplazarse bien el nucleótido anormal, bien sea todo el gen defectuoso (o un segmento del mismo que contuviera el nucleótido anormal), por uno normal. Los métodos a seguir para lograr los cambios genéticos deseados serían las técnicas del ADN recombinante, recientemente desarrolladas.

3. La selección germinal es una técnica ardorosamente defendida por el eminente genetista y premio Nobel, H. J. Muller (1890-1967). Dicha técnica consiste en la fertilización artificial mediante espermatozoides y óvulos de individuos con constituciones genéticas deseables. De este modo, la frecuencia de las variantes genéticas que tales individuos poseen aumentaría de manera importante en la población.

El plan de Muller parte del establecimiento de bancos de esperma para almacenar el líquido seminal de varones eminentes; este semen podría estar a disposición de cualquier mujer que prefiriera tener un hijo engendrado por un gran hombre que no por su marido o amante. Mediante la inseminación artificial, millones de mujeres podrían ser fertilizadas con el semen de unos pocos varones eminentes. Según Muller, pocas mujeres rechazarían tener un hijo engendrado por hombres de la talla de, por ejemplo, Leonardo da Vinci, Lincoln, Beethoven o Einstein.

Pero Muller apunta más allá: la mujer produce unos 500 óvulos maduros a lo largo de su vida, pero sólo puede tener unos pocos hijos debido al prolongado embarazo de nueve meses. Podría hacerse una selección de las mujeres más excelentes, extraerles los óvulos y conservarlos en condiciones fisiológicas adecuadas hasta que fueran requeridos por alguna futura madre. Un matrimonio podría seleccionar tanto el padre como la madre genéticos de sus hijos: los óvulos fertilizados en un tubo de ensayo se implantarían en una futura madre y seguirían allí su desarrollo como en un embarazo normal. En una etapa de progreso

tecnológico superior, los óvulos fertilizados artificialmente podrían desarrollarse en una clínica, fuera de la matriz femenina y, por lo tanto, con independencia de la elección individual.

4. La clonación consiste en la multiplicación del genotipo completo de determinados individuos. La clonación se ha practicado con cierto éxito en ranas y sapos. A un huevo no fertilizado, obtenido de una hembra, se le saca el núcleo, que contiene la información hereditaria, y se le implanta el núcleo de una célula somática. Seguidamente se induce el desarrollo de dicho huevo, y el organismo resultante es genéticamente idéntico al donador del núcleo. En el caso del ser humano, el desarrollo de la célula huevo podría llevarse a cabo en la matriz de madres adoptivas o en incubadoras debidamente acondicionadas. La clonación podría producir un número ilimitado de personas genéticamente tan similares al donante y entre sí como lo son los gemelos univitelinos. La constitución genética de un hombre o de una mujer excelente —pongamos por caso una estrella del *rock*, un gran político o un eminente científico— podría ser multiplicada a voluntad. Podría obtenerse así una humanidad nueva, formada por unos pocos tipos humanos, de cada uno de los cuales existirían millones o cientos de millones de copias genéticamente idénticas.

## REFLEXIONES BIOLÓGICAS

Se han propuesto varios proyectos para conseguir un «mundo feliz» mejorando la dotación genética de la humanidad. Vale la pena examinar brevemente el estado de la cuestión, esto es, hasta dónde llega el conocimiento técnico correspondiente, o hasta dónde es probable que llegue en un futuro inmediato. Hay pocas dudas de que en este momento se podrían emplear las técnicas de la primera categoría. Es posible animar, desanimar o restringir la reproducción de las personas. La esterilización es un proceso sencillo al que cada año recurren, por voluntad propia, miles de personas. La amniocentesis, pese a ser una técnica delicada, se practica a diario sin riesgo alguno en muchos hospitales de los Estados Unidos y de otras partes.

La tecnología del ADN recombinante se conoce desde hace muy pocos años y se está desarrollando a pasos agigantados. La inserción y supresión de genes o segmentos de los mismos se practica con cierto éxito en microorganismos, en insectos como la mosca *Drosophila* y en células humanas cultivadas en el laboratorio. Subsisten algunos problemas con la especificidad de los cambios genéticos realizados y con el nivel de éxito conseguido (sólo una fracción de los organismos o células manipulados llegan a transformarse). Las técnicas del ADN recombinante podrían emplearse para corregir un gen defectuoso en las células del cuerpo donde la función del gen sea esencial; por ejemplo, el gen de la anemia falciforme podría ser sustituido en las células de la médula ósea a partir de las cuales se forman los glóbulos rojos y la hemoglobi-

na. Si estas técnicas pudieran emplearse con éxito se salvaría a los individuos concretos a los que se aplicara, pero no tendrían consecuencias genéticas para la población. Si se pudiera corregir con éxito el gen defectuoso en las células germinales, el cambio sí tendría consecuencias eugenésicas; pero por ahora no parece posible corregir genes humanos en las células germinales con un aceptable grado de fiabilidad, aunque probablemente esto será posible dentro de una o dos décadas.

En la actualidad existen técnicas para conservar semen humano en condiciones fisiológicas durante largos períodos de tiempo, y ya existen bancos de esperma con fines comerciales —más de una docena en todo el mundo—. Se calcula que cada año se llevan a cabo de manera satisfactoria miles de inseminaciones artificiales, contando sólo los Estados Unidos, y ya ascienden a varios centenares los nacimientos normales fruto del empleo de semen de los bancos de esperma. Algunos proceden del semen obtenido en el banco de esperma de California, en el cual los donantes son premios Nobel y otros varones distinguidos. Las parejas que utilizan la inseminación artificial suelen hacerlo más por motivos de esterilidad masculina que por razones eugenésicas, aunque no se excluyen necesariamente los objetivos eugenésicos. Por otro lado, aún no existen bancos de óvulos femeninos con fines comerciales.

La inseminación artificial de óvulos humanos en un tubo de ensayo se ha llevado a cabo en repetidas ocasiones y en diversos países durante los últimos años. Ningún embrión humano se ha desarrollado hasta el final fuera de la matriz de una mujer. En todos los casos de fertilización de óvulos humanos en tubo de ensayo, el embrión murió de manera espontánea, lo destruyeron intencionadamente a las pocas semanas de desarrollo o fue reimplantado en la matriz de una mujer y siguió allí su desarrollo. Existen casos comprobados en los que el cigoto, fertilizado en tubo de ensayo, ha sido implantado en un útero femenino y se ha desarrollado originando un individuo sano y normal. Parece que la técnica necesaria para el desarrollo artificial completo de un embrión humano fuera del útero podría estar lista en un futuro próximo siempre que se dediquen suficientes medios económicos y científicos para lograrlo. Pero, de todos modos, dicha técnica no es necesaria para alcanzar ciertos objetivos eugenésicos.

Las técnicas de clonación (o «gemelismo» somático) se han empleado con éxito en la rana y otros vertebrados inferiores. En estos momentos, varios laboratorios en el mundo trabajan en la aplicación de técnicas similares a gatos, cobayas, ratas y otros mamíferos. Evidentemente no podemos afirmar si lo conseguirán o no. Pero si se perfeccionan las técnicas de clonación para otros mamíferos, el paso siguiente será su aplicación al ser humano (el desarrollo embrionario del gato, la rata o la cobaya es básicamente similar al del ser humano).

## REFLEXIONES SOCIOPOLITICAS Y MORALES

Las implicaciones éticas y sociopolíticas de la eugenesia son enormes. No todos los métodos antes mencionados pueden emplearse en la actualidad como medidas eugenésicas, pero con algunos ya podría hacerse y se podrá en el futuro. Lo que ahora voy a plantear es si tales métodos deberían aplicarse a las poblaciones humanas. Para ello, dejaré los dominios del discurso científico y me introduciré en los de la ética, la sociología y la política. El tema en cuestión es muy complejo. Entre las muchas consideraciones que influyen en estos temas figura la de si las medidas se han de aplicar sólo a casos individuales, cuando los expertos lo determinen, o si, por el contrario, han de estar a disposición del público en general.

Quisiera exponer brevemente mi opinión sobre qué medidas eugenésicas podrían —y quizá deberían— aplicarse al ser humano, y qué otras deberían evitarse. Suscribo plenamente la opinión vertida por John V. Tunney cuando era senador por California, en el sentido de que debemos abrir de inmediato el debate sobre los progresos obtenidos por las ciencias biomédicas en los temas eugenésicos. Como decía Tunney, «las técnicas han de ser analizadas y discutidas entre abogados, médicos, teólogos, legisladores, científicos, periodistas y todos los demás sectores de la sociedad. El tema a tratar requiere atención interdisciplinaria». En la formulación de las observaciones que se siguen, las consideraciones de orden psicológico, sociológico, ético y religioso son de extrema importancia. Así pues, me adentraré ahora en campos que no son de mi competencia profesional. No obstante, si hemos de iniciar el diálogo propuesto por Tunney, creo que no sólo está justificado, sino que es realmente necesario que dé a conocer mis opiniones, aunque sea inevitable que reflejen juicios de valor subjetivos.

La eugenesia negativa trata de prevenir la expansión de caracteres indeseables, para lo cual emplea técnicas de las dos primeras categorías: consejo genético (que incluye tanto la advertencia como la coerción contra la reproducción de los individuos con taras genéticas) y la cirugía genética.

El consejo genético es deseable porque prepara a los futuros padres para una elección responsable. Creo que se debería aconsejar a los padres que no tengan hijos por medios naturales cuando existe una alta probabilidad de que padezcan una grave tara genética —por ejemplo, cuando uno de los futuros padres ha sido tratado con éxito de una dolencia causada por una mutación dominante, como el retinoblastoma, y en consecuencia tiene una probabilidad de 0,5 de tener un hijo con la misma afección; o cuando ambos padres son heterocigotos para el mismo gen letal recesivo, en cuyo caso hay una probabilidad de 0,25 de tener un hijo homocigoto para el gen deletéreo—. Por otra parte, creo que al menos cuando el riesgo genético es elevado se debería poner a disposición de los padres la amniocentesis. Creo también que el aborto es moral y socialmente preferible a traer al mundo a un niño grave-



mente disminuido —por ejemplo, con un síndrome de Down—, si bien soy consciente de que muchos pueden no estar de acuerdo conmigo por motivos religiosos o de otra índole.

Sostengo que, en general, cuando se sabe que un individuo es portador de un gen dominante gravemente deletéreo se le debería convencer de que no se reprodujera, si bien cuanto menores son los efectos deletéreos del gen, menor es la obligación moral y social de sus portadores de no tener hijos. No obstante, aparte de las consideraciones genéticas aquí señaladas, hay factores personales y de otra índole que califican el grado de responsabilidad moral de los futuros padres en casos particulares. No es mi propósito dar un tratamiento exhaustivo a la cuestión, sino únicamente plantearla e ilustrar de modo general los problemas y las posibles soluciones.

Los gobiernos podrían obligar a sus administrados a seguir el consejo de los asesores genéticos. Como política general esto sería una flagrante violación de los derechos humanos, por lo cual me opongo firmemente a ello. Además, hay que subrayar que, como método para mejorar la naturaleza genética de las poblaciones humanas, la obligación de seguir el consejo genético no es eficaz, sobre todo porque sus efectos en el cambio de las frecuencias génicas son lentos en exceso. Mis opiniones personales sobre el problema responden más a un deseo de reducir la miseria humana individual que a la esperanza de un éxito eugenésico.

El empleo de la cirugía genética para corregir las taras genéticas graves me parece social y éticamente fuera de toda objeción. Una persona que decide que le corrijan un defecto genético está tomando una decisión tan poco objetable como otra que voluntariamente opta por una corrección quirúrgica (como la extirpación de un riñón enfermo). La cirugía genética sería socialmente recomendable si el gen defectuoso fuera corregido también en las células germinales de la persona, porque así se beneficiaría tanto la progenie como el individuo. El problema de esta técnica es que, como se ha indicado antes, todavía no puede aplicarse con éxito al ser humano.

La eugenesia positiva trata de mejorar la naturaleza genética de la humanidad mediante la multiplicación de las constituciones genéticas deseables. Las técnicas apropiadas pertenecen a la tercera y cuarta categorías indicadas más arriba: la selección de esperma u óvulos de individuos dotados, y la multiplicación de sus genotipos por clonación.

La primera puntualización en lo que concierne a las técnicas de selección germinal y clonación es que los defensores de esas propuestas ignoran por lo general un concepto genético básico: que el fenotipo de un individuo no está determinado exclusivamente por su genotipo, sino que resulta de la interacción del genotipo con el ambiente. Si esto es cierto para todos los organismos, mucho más lo es en el caso del ser humano, debido a la plasticidad de su comportamiento y a la decisiva influencia de los componentes culturales del medio ambiente. El genotipo no determina el fenotipo de un individuo, sólo su «margen de reacción». El mismo genotipo puede producir, según sea el ambiente,

individuos muy diferentes. Así pues, el genotipo de un gran benefactor de la humanidad, de un gran líder nacional, de un gran científico o de un santo podría dar lugar, en una serie de circunstancias ambientales diferentes, a un tirano, un criminal o un vagabundo. El genetista y premio Nobel George Beadle ha llamado la atención muy convincentemente sobre este punto: «Muy pocos de nosotros habríamos abogado por la multiplicación de los genes de Hitler. Sin embargo, quién puede decir si, en un contexto cultural diferente, Hitler no podría haber sido uno de los mejores líderes de la humanidad, o que Einstein no podría haber sido un canalla político.» Para conseguir otro Einstein a partir del genotipo de éste tendríamos que proporcionar al venidero exactamente el mismo ambiente y la misma educación, los mismos retos y experiencias, los mismos padres, maestros y amigos que tuvo el Einstein original. Esto es algo imposible, de modo que tratando de multiplicar los Einstein, los Lincoln o los Gandhi podríamos obtener en su lugar los Stalin, los Hitler o los Rasputin.

Las medidas eugenésicas positivas plantean problemas sociopolíticos fundamentales que no creo que puedan resolverse satisfactoriamente dentro de una sociedad democrática entregada a la protección de las libertades civiles: ¿Qué genotipo es el ideal? ¿Qué características deberían multiplicarse? ¿Quién toma esas decisiones? A menudo se considera que una gran inteligencia es una característica deseable; sin embargo, la habilidad artística y un buen acopio de cualidades emocionales y morales tienen, cuando menos, la misma importancia. Creo que muy pocos de los grandes problemas que agobian a las naciones de este mundo se resolverían con una agudeza intelectual más elevada, mientras que se progresaría mucho si se incrementara la moral social e individual.

A mi juicio, no hay manera de hacer una elección prudente en cuanto a las características genéticas a multiplicar, ni veo cómo se podría llegar satisfactoriamente a tomar tales decisiones dentro de la estructura de una sociedad democrática. Pero aceptemos por un momento que puede llegarse a un acuerdo sobre qué individuos poseen características genéticas a multiplicar: en ese caso, habría razones para dudar de que la selección germinal fuera de un considerable efecto genético global favorable para la humanidad, entre otras por las siguientes razones:

1) Como se ha señalado, el genotipo no determina inequívocamente el fenotipo.

2) La aptitud de un genotipo está determinada por las interacciones entre los genes de diferentes *loci*, y durante la formación de las células sexuales de los individuos seleccionados se produciría recombinación genética, con resultados impredecibles, porque los genomas recibidos de los padres genéticos podrían no interactuar favorablemente.

3) El empleo exclusivo de espermatozoides de unos pocos varones o de los óvulos de unas pocas mujeres reduciría la diversidad genética de la humanidad, una posibilidad decididamente indeseable.

4) No parece probable que sean muchas las mujeres que prefieran

ser fertilizadas con el semen de varones distinguidos a serlo con el de sus esposos, y aún más improbable es que haya muchas dispuestas a servir de incubadoras para embriones formados íntegramente a partir de gametos de otras personas, si ellas pueden tener sus propios hijos.

Como medio de cambiar la constitución genética de la humanidad, la clonación de genotipos de individuos escogidos sería más efectiva que cualquier otra técnica. Pero la producción de siquiera un solo individuo mediante clonación me resulta éticamente repugnante; una clonación humana extensiva pondría en peligro la supervivencia misma de una sociedad democrática.

Quiero terminar con la recomendación urgente de que deberían constituirse grupos de estudio formados por biólogos, médicos, sociólogos, filósofos, legisladores y líderes políticos y religiosos con el fin de investigar este problema y facilitar a los gobiernos guía y consejo para que la clonación humana nunca llegue a practicarse. Estos grupos de estudio deberían ocuparse asimismo de otras propuestas eugenésicas y de su aplicación presente y futura. Se necesitará una cooperación más allá de los límites nacionales, pero está en juego el bienestar futuro e incluso la supervivencia de la humanidad. El paraíso y las tinieblas acechan delante nuestro. Debemos asegurarnos de que, al tratar de seguir el camino hacia la utopía, no tomemos el que lleva al infierno.



**III. PONENCIAS PRESENTADAS  
EN EL VII CONGRESO  
DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DE CIENCIA  
POLITICA Y DERECHO CONSTITUCIONAL\***

\* Celebrado en Gerona los días 16 a 18 de marzo de 1989. Se recogen las ponencias entregadas al cierre de este número.

