



Genética y sociedad

EVOLUCIÓN

Quizá parezca extraño iniciar este capítulo con el tema de evolución, pero se debe a que el concepto de evolución orgánica es la piedra angular de la biología moderna y a que ha tenido enorme repercusión sobre lo que el hombre piensa de sí mismo como individuo y como miembro de la sociedad. Entender qué es evolución es esencial para comprender otros conceptos que forman parte de este capítulo, como el de raza, sociobiología y eugenesia.

Charles Darwin y Alfred Russel Wallace llegaron de manera independiente a la conclusión de que la principal fuerza evolutiva es la selección natural. Ambos presentaron sus escritos en 1858 ante la *Linnean Society of London*. Es curioso que en el informe anual de esa asociación se asentó que nada importante había ocurrido en 1858 a pesar de que los conceptos presentados por ambos distinguidos naturalistas constituyen una de las grandes revoluciones intelectuales en la historia de la humanidad.

Darwin publicó su hipótesis en 1859 en un libro titulado *El Origen de las Especies*. Planteó que todos los organismos de la era actual, inclusive el hombre, provienen, con ciertas modificaciones, de organismos que existían previamente y que éstos a su vez tuvieron formas ancestrales. Los cambios en los seres vivos no son dirigidos y la principal fuerza que los produce es la selección natural. Ninguna planta o animal, ni siquiera el hombre, son producto de una creación especial o divina y tampoco el hombre es



el centro de todas las actividades del planeta. Si el hombre se ha convertido en la especie dominante en la Tierra es por un proceso "ciego", el de la selección natural. Sus orígenes son exactamente los mismos que los del resto de los seres vivos. En última instancia la teoría de Darwin se opone al antropocentrismo. El concepto darwiniano fue tan revolucionario como el de Copérnico, al negar que la Tierra fuera el centro del universo (geocentrismo) y que todos los cuerpos celestes se movían alrededor de ella como pensaban Aristóteles y Ptolomeo.

Uno de los problemas principales para aceptar las ideas de Darwin es el concepto que el hombre tiene acerca del tiempo, que está fuera de proporción con los lapsos requeridos para que evolucione una característica por selección natural. En efecto, suelen planearse las actividades en función del tiempo, pero la referencia habitual es ¿dentro de tres días podré ir al cine?, ¿el año que viene iremos de vacaciones a tal lugar? O ¿dentro de tres años cuando termine mi carrera, podré casarme? Etc., mientras que la escala geológica es de otro orden de magnitudes. La Tierra se originó hace 5 000 000 000 de años y en el cuadro 12-1 publicado en 1968, se registra la fecha real aproximada en que ocurrieron una serie de eventos y el tiempo relativo si se distribuyen en el lapso de un año. Aunque algunas de las fechas no sean del todo exactas, el concepto fundamental no cambia. En efecto, hay quien cree que la antigüedad del hombre es mayor de 1 000 000 de años, pero nadie piensa que sea superior a los 4 o 5 millones de años y aunque así fuera, la fecha relativa sería el mismo 31 de diciembre pero una hora más temprano. El punto central que hay que recalcar es que la presencia del hombre en la Tierra, como grupo civilizado, corresponde a un lapso extraordinariamente corto del tiempo geológico.

En cambio, los que defienden la creación especial y divina de la vida piensan que la antigüedad de la Tierra oscila entre 6 000 y 10 000 años y muchos estarían de acuerdo con dos obispos ingleses, uno en el siglo XVII y el otro en el XIX, que al sumar las edades de los patriarcas bíblicos concluyeron que la Tierra se formó en 6 días consecutivos de 24 horas cada uno, y que el proceso se inició a las 9 horas del 23 de octubre del año 4 004 a.C. La oposición actual a las ideas de Darwin es generada principalmente por personas

Cuadro 12-1. Tiempo real en años en que ocurrieron una serie de eventos, y la fecha relativa de los mismos si hubieran ocurrido en el lapso de un año

Fecha real	Evento	Fecha relativa
5 000 000 000	Origen de la tierra	1 de enero
3 000 000 000	Formas vivas iniciales	26 de mayo
500 000 000	Invertebrados marinos	24 de noviembre
350 000 000	Plantas terrestres	5 de diciembre
205 000 000	Primeros dinosaurios	16 de diciembre
135 000 000	Mueren los dinosaurios	21 de diciembre
1 000 000	Aparece el hombre	31-12, 22:15 h.
5 000	Primera civilización	31-12, 23:59. 28"
25	La bomba atómica	31-12, 23:59."



con profundas convicciones religiosas. No habría problemas entre ciencia y religión si esta última se ocupara de definir y fomentar los valores del individuo y de desarrollar sistemas éticos del comportamiento humano, en lugar de "revelar" hechos antiguos cuya investigación corresponde a la ciencia. La hipótesis de la creación divina es ajena a la ciencia porque no existe procedimiento o método que pueda probar o eliminar las conclusiones a las que llegan sus defensores. Así, por ejemplo, el naturalista inglés Philip Gosse después de admitir todos los fundamentos proporcionados por Darwin para sustentar su teoría dijo: ¡todo ello sólo prueba que el Creador hizo la Tierra hace 6 000 años pero que le dio, a propósito, la apariencia de que tenía mucha mayor antigüedad con el fin de probar la fe del hombre en su Creador!

La única forma lógica de explicar y entender la presencia del hombre en este planeta es a través del proceso evolutivo y existen numerosas evidencias que así lo sugieren de manera directa. Independientemente de que se acepte la creación divina de la vida o en el proceso de la evolución, puede aceptarse a priori que la flora y la fauna de las islas están relacionadas con las que habitan en tierra firme. Si los seres vivos se debieran a una creación divina se esperaría que fueran idénticos los que viven en las islas y los que viven en tierra continental; en cambio si el proceso es evolutivo, los animales o las plantas pertenecientes a las mismas especies pueden presentar diferencias más o menos evidentes según el ambiente en que se desarrollan. Estas diferencias las observó y describió Darwin durante su famoso viaje en el barco Beagle. El otro tipo de datos que Darwin proporcionó en apoyo a la hipótesis de la evolución provienen de la anatomía y embriología comparadas. Según la hipótesis de la creación divina de la vida no habría razón para que hubiera semejanzas anatómicas entre las distintas especies de seres vivos y sin embargo es indudable que existen.

Por otra parte, los fósiles que se encuentran en la corteza terrestre proporcionan una imagen, aunque fragmentada, del pasado. Los paleontólogos han descubierto que: 1) los fósiles que se encuentran en una capa terrestre difieren de los que se encuentran en otras; 2) el parecido entre las formas vivas actuales y los fósiles es mayor entre más reciente sea la capa terrestre analizada, y 3) el número de especies que ya han desaparecido es mayor que el de las actuales. Estos hallazgos han sido un apoyo sólido a la hipótesis de Darwin. Éstos y otros datos hicieron que en el siglo pasado muchos de los más connotados hombres de ciencia dijeran que, para explicar los hallazgos paleontológicos, es imposible aceptar una sola "creación" de la vida y que se requerían de 50 a 80 extinciones totales de la vida seguidas de otras tantas creaciones.

Los argumentos posdarwinianos surgidos de diferentes disciplinas, pero en particular de la genética, apoyan de manera contundente la hipótesis de la evolución de las especies. El código genético es prácticamente universal, es igual para todas las especies vivas y aun en el tubo de ensayo se obtienen las secuencias de aminoácidos que se desean, mediante el control de la información (codones) suministrada para dirigir la síntesis. El estudio de diversas proteínas provenientes de animales de muy diferentes especies muestran, de manera consistente, que la secuencia de los aminoácidos de las proteínas equivalentes son más parecidas entre más cercanas son las especies. Por ejemplo, la enzima citocromo C presente en todos los organismos vivos tiene de 100 a 110 aminoácidos de



longitud; la secuencia del citocromo C del hombre difiere en 43,22,14 y 12 aminoácidos respectivamente del citocromo C proveniente de la levadura, del atún, del de la gallina y el del caballo. El citocromo C del caballo difiere en sólo tres aminoácidos del que tiene el cerdo.

Al ordenar mediante computación el número de diferencias en los aminoácidos de varias proteínas de distintas especies se ha establecido un árbol filogenético, al que incluso se le adjudican tiempos de divergencia de ancestros comunes, al usar lo que se ha llamado el "reloj molecular". Estos estudios permiten analizar las diferencias entre distintas especies pero no han sido tan útiles para investigar algunos aspectos de la evolución de nuestra especie. Es el estudio del ADNmt el que ha hecho posible avanzar en el conocimiento sobre la evolución del hombre moderno. El ADNmt tiene algunas ventajas sobre el ADN nuclear para el estudio de la evolución por varias razones: en el ADNmt se acumulan mutaciones con mucha mayor frecuencia que en el ADN nuclear, estas mutaciones suelen ser neutrales por lo que no son eliminadas por la selección natural, el ADNmt se transmite exclusivamente a través de la madre y no está sujeto al proceso de recombinación meiótica.

Entre los hermanos, el ADNmt es más parecido que en otros parientes más lejanos ya que sólo los separa de la madre una generación en la que se puedan acumular mutaciones. El parecido en el ADNmt disminuye conforme se aleja el parentesco. En efecto, los primos hermanos tienen en común a la abuela materna (dos generaciones) para acumular mutaciones, los primos segundos tienen en común a la bisabuela materna (tres generaciones) y así sucesivamente. Con los resultados de algunas de estas investigaciones se planteó recientemente la hipótesis de que el ancestro femenino común del hombre moderno, bautizada con el nombre de Eva, existió hace aproximadamente 200 000 años en África y que de ahí sus descendientes se diseminaron por el resto del planeta. Actualmente esta hipótesis es muy discutida y algunos investigadores están en completo desacuerdo con ella porque piensan que el hombre moderno ha evolucionado de manera independiente en varias regiones del mundo y que el proceso ha sido mucho más largo, del orden de cuando menos 1 000 000 de años.

FUERZAS EVOLUTIVAS

Es fácil comprobar matemáticamente, según la ley de Hardy-Weinberg, que en ausencia de fuerzas selectivas, las frecuencias génicas no cambian a través del tiempo, siempre y cuando la población se encuentre en panmixia. Se llama panmixia al hecho de que el genotipo no sea un factor que intervenga en la selección del cónyuge. En esta situación, existen cuatro fuerzas evolutivas que son: mezcla genética, azar, mutación y selección natural.

Mezcla genética

Esta fuerza como agente de cambio es fácil de comprender. Ocurre cuando dos poblaciones diferentes de la misma especie se mezclan. Si un grupo de personas de raza negra



se mezcla con uno de raza blanca y dado que el color de la piel está determinado parcialmente por los genes, la población resultante será diferente a las dos que le dieron origen. Esto es evolución, la cual por sí misma no es buena ni mala, significa simplemente cambio. Es probable que este mecanismo evolutivo tenga poco tiempo de operar en la especie humana ya que antes de que los medios de transporte permitieran el traslado masivo de personas de un lugar a otro, era difícil que dos grupos humanos diferentes se mezclaran. Aun en la actualidad, es poco probable que un aborigen australiano se mezcle con una indígena tarahumara.

El azar

El requisito para que el azar sea agente evolutivo es que la población sea muy pequeña, del orden de 100 a 150 individuos. Actualmente es difícil imaginar un grupo formado por tan pocos sujetos pero hace miles de años cuando el hombre era cazador y recolectaba plantas para vivir el tamaño de las comunidades era de ese orden. Si en una comunidad de 100 individuos uno de ellos tiene determinado gen y por azar no se reproduce, el gen desaparece de la población y ese cambio es evolución. El otro mecanismo relacionado con el azar es el que se llama efecto de los fundadores. Si de un grupo pequeño de población se separan por ejemplo 10 individuos para iniciar otra comunidad, ésta será igual o muy parecida a la original si la composición genética de los 10 individuos es representativa de la del grupo original. Si no es genéticamente representativa, el nuevo grupo tendrá frecuencias génicas diferentes, habrá evolucionado. Es probable que el azar haya sido un mecanismo importante en la determinación de la estructura genética del hombre actual ya que durante la mayor parte de su historia el hombre ha vivido en grupos pequeños.

Mutación y selección natural

El término de selección natural se propuso para diferenciarla de la selección artificial que es la que usan los criadores de animales o de plantas. Conviene analizar juntos estos dos mecanismos evolutivos porque están íntimamente relacionados. La mutación es causa de que exista variabilidad genética, materia prima sobre la cual obra la selección natural. Para que aumente la frecuencia de un gen en una población es indispensable que el individuo portador de ese gen deje más descendientes a la siguiente generación, que quienes carecen de él.

La selección natural puede actuar por mortalidad o por fertilidad diferenciales. En el primer caso los sujetos con la mutación mueren en menor proporción, o después que los otros, por lo que tienen más oportunidad de tener más hijos. En el segundo caso, los individuos con la mutación son más fértiles que los que no la tienen. La selección natural está relacionada directamente con la cantidad de hijos que tiene un sujeto, es decir, con la adaptabilidad reproductiva y no con las cualidades físicas o mentales de ese individuo. La adaptabilidad reproductiva (en inglés, *fitness*) de Beethoven, Lenin o Leonardo da Vinci fue de cero ya que ninguno tuvo hijos y por tanto muy inferior a la



de algún alcohólico iletrado y antisocial que tenga cinco, 10 o más descendientes.

Las mutaciones ocurren con una frecuencia relativamente estable en todos los genes y el valor adaptativo de ellas depende del ambiente en que ocurren. La misma mutación puede ser ventajosa en determinadas circunstancias y desventajosa en otras. Un ejemplo completamente hipotético: en un laboratorio de microbiología un investigador prueba el efecto de distintos antibióticos sobre una bacteria; si de 1 000 000 de bacterias presentes en un frasco de cultivo 10 son resistentes a la penicilina, al agregar este antibiótico al cultivo mueren todas las bacterias menos las 10 resistentes. Como las bacterias se reproducen con gran rapidez, en poco tiempo habrá nuevamente un millón de ellas casi todas resistentes a la penicilina, pero alguna puede tener una nueva mutación que la haga resistente, por ejemplo, a la estreptomycinina. El investigador añade ese antibiótico al frasco de cultivo y mueren todas las bacterias excepto las resistentes a la estreptomycinina, así pronto la enorme mayoría de las descendientes serán iguales a ellas, es decir, resistentes a la estreptomycinina. ¿Cuáles fueron las mutaciones en este ejemplo? Las que produjeron las bacterias resistentes a la penicilina y a la estreptomycinina. ¿Cuáles fueron los agentes selectivos que permitieron la reproducción de un solo tipo de bacterias? La penicilina en el primer caso y la estreptomycinina en el segundo. La selección natural actúa ciegamente y en esta forma selecciona al que es más adaptable en determinado ambiente en un momento dado, al mejor organismo para sobrevivir y reproducirse en ese sitio y en esas condiciones.

DARWINISMO SOCIAL

El darwinismo revolucionó a la biología pero tuvo también efectos indeseables como el llamado darwinismo social debido a la interpretación errónea del concepto de la "permanencia del más fuerte en la lucha por la vida" que se utilizó como pretexto para justificar biológicamente todo tipo de abusos de la clase dominante sobre la dominada. Cuando en realidad desde el punto de vista de Darwin, el más apto, o si se prefiere el más adaptado, no es el más educado, el más rico, el más fuerte o el ganador de una competencia deportiva, sino el que tiene mayor número de hijos que lleguen a la edad reproductiva. La "aptitud" de un genotipo se mide en función de su contribución relativa a la poza genética (en inglés, *gene pool*) de las futuras generaciones. El concepto darwiniano de aptitud debe entenderse como la capacidad reproductiva del individuo y es totalmente independiente de cualquier juicio de calidad.

CONCEPTO DE RAZA

La polémica sobre la igualdad o desigualdad de los hombres continúa a pesar de que, en rigor, no hay problema real que discutir al respecto. Dobzhansky, distinguido genetista estadounidense dice: "todos los hombres han sido creados iguales y sin embargo no son todos idénticos; el concepto de igualdad proviene de la ética y la igualdad entre los



hombres no se predica sobre la base de la identidad biológica, dos personas no tienen que ser gemelos idénticos para tener iguales derechos ante la ley”.

Las diferencias entre las personas existen tanto dentro de un mismo grupo como entre grupos diferentes. Por lo general, la variabilidad entre los individuos de un mismo grupo se percibe en relación con alguna(s) característica(s) particular(es): un sujeto es más alto o más bajo que otro, tiene la piel un poco más o menos oscura, es más o menos trabajador, etc. Pero cuando se comparan grupos de individuos, lo primero que se hace es darles un nombre y después se les asigna una serie de características, con frecuencia negativas, que se supone son comunes a todos los individuos que forman el grupo. Esto crea estereotipos que en realidad describen a algunas personas de cada población y ocultan la gran variabilidad que existe dentro de cada grupo. Hay muchas formas en las que se subdivide a los miembros de la especie, por ejemplo, según el sexo en hombres y mujeres, por la estatura en altos y bajos, y una de tantas clasificaciones es la que divide a los seres humanos en razas.

Se han propuesto numerosas clasificaciones raciales, muchas de ellas llenas de prejuicio como la clasificación propuesta en 1738 que divide a la especie humana en cuatro grandes grupos: 1) americanos, que son tenaces, libres y gobernados por la costumbre; 2) europeos, ligeros, vivos, inventivos y gobernados por ritos; 3) asiáticos, crueles, soberbios, mezquinos y gobernados por la opinión, y 4) africanos, que son astutos, lentos, negligentes y gobernados por caprichos. Además de que es evidente que esta clasificación no fue hecha por un asiático o un africano, el problema central estriba en que se basa en criterios de conducta e ideas preconcebidas que no tienen nada que ver con las características biológicas.

En la vigésima edición del diccionario de la *Real Academia Española* dice: “raza”, en su acepción biológica es “cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies botánicas y zoológicas y cuyos caracteres diferenciales se perpetúan por herencia”. Al referirse a las razas humanas en particular, el mismo diccionario dice: “son grupos de seres humanos que por el color de la piel y otros caracteres se distinguen en raza blanca, amarilla, cobriza y negra”. Estas definiciones señalan que los rasgos que distinguen a las razas son de tipo hereditario, es decir biológicos, en lo cual hay completo acuerdo.

Para comprender mejor el concepto biológico de raza cabe suponer que el propietario de un zoológico marciano quiere enriquecerlo con un hombre y una mujer del planeta tierra y le hace este encargo a su mejor cazador. Para que pueda realizar la tarea le proporciona una serie de características de los seres humanos que evite cualquier equivocación, las características pueden ser: que pertenecen al reino animal (no son plantas), tienen columna vertebral y cuatro extremidades (no tienen cola), las uñas son planas, la posición es erecta o semierecta, tienen el cerebro relativamente grande y que la única especie que existe en la actualidad del género *Homo* es la *sapiens*. Con esos datos proporcionó al cazador las características propias de todos los miembros de la especie humana y si el marciano quiere un tipo particular de *Homo sapiens* puede añadir algunas otras características que describan a alguna raza en particular, como el color de la piel.

Es pertinente señalar que aun entre gente instruida se confunde con frecuencia raza con idioma, cultura y nacionalidad. No es raro oír hablar, por ejemplo, de la raza latina



para referirse a las poblaciones que hablan idiomas derivados del latín como el francés, el italiano y el español, cuando grupos biológicamente diferentes pueden hablar la misma lengua. En EUA los descendientes de asiáticos, de africanos o caucásicos hablan inglés y pertenecen a tres grupos raciales biológicamente distintos. La confusión de raza con cultura también es frecuente. Hablar de la cultura negra o de la raza judía es incorrecto. No existe una cultura común a todas las poblaciones negras y los diferentes grupos judíos tienen características culturales en común pero tienen estructuras biológicas distintas. Finalmente, decir raza francesa, alemana o española tiene un doble elemento de confusión. El ser francés, alemán o español puede referirse al idioma o a la nacionalidad, que no tienen que ver con el concepto de raza porque ni la lengua ni la nacionalidad se transmiten por herencia biológica. La nacionalidad, como el lenguaje y la cultura no están determinadas genéticamente y se adquieren según el lugar donde se nace o cuando se llenan los requisitos legales establecidos por algún país para conceder la ciudadanía.

En la definición citada de raza se hace hincapié en que las características distintivas de las razas se transmiten por herencia o dicho en otra forma, los caracteres que distinguen a las razas son hereditarios y genéticamente determinados. Las variaciones entre las razas se deben a diferencias en las estructuras genéticas. De acuerdo con estos conceptos Dobzhansky define como raza "a las poblaciones que se diferencian en la frecuencia de algunos genes" y Laughlin considera como raza "a grupos de individuos entre los cuales el intercambio de genes ha estado restringido por algún tiempo". Ambas definiciones contienen dos elementos fundamentales: 1) eliminan los estereotipos fenotípicos basados en características superficiales como el color de la piel o de los ojos, la forma del pelo, etc. y 2) implican la posibilidad de cambio con el tiempo.

Raza es un concepto biológico válido para todos los seres vivos. Se quiera o no, existen razas de plantas y de animales incluido obviamente el hombre. El problema no es si hay o no razas sino la interpretación indebida que crónica, persistente y obstinadamente se le ha dado al concepto. Las evidentes desigualdades sociales que existen entre los hombres —ricos y pobres, poderosos y débiles, amos y esclavos— no son determinadas genéticamente y son irreconciliables con el concepto filosófico de la igualdad universal del hombre. Algunos consideran que las diferencias han sido determinadas por la naturaleza o por el Creador y a la primera o al segundo, responsabilizan de que haya grupos de individuos que sean más o menos trabajadores, más o menos inteligentes, etc., con lo que se soslaya la posibilidad de cambio y se sostiene la necesidad "natural" del *status quo*.

Los genes forman parte de los cromosomas y todos los individuos normales de una especie tienen la misma cantidad de cromosomas. Para conocer la frecuencia y distribución de un gen en una población es necesario investigar la característica que determina ese gen para de ahí deducir la composición genética. Para hacer eso, en condiciones ideales, se requiere que: 1) la característica sea determinada genéticamente y que el ambiente influya poco en su expresión fenotípica y 2) que se conozca la forma como se hereda esa característica. Ninguna de estas dos premisas se cumplen cabalmente con las características que se usan tradicionalmente para clasificar a los humanos en razas. En



efecto, la forma de la cabeza, nariz y labios, color de la piel, estatura e inteligencia son rasgos modificados por el ambiente y sólo se sabe que se heredan en forma multifactorial, es decir, que muchos genes intervienen en su expresión, por lo que no se puede deducir el genotipo o estructura genética de un individuo por esas características.

En cambio otras características sí cumplen con las premisas mencionadas como los grupos sanguíneos y otros marcadores genéticos utilizados para clasificar diferentes poblaciones. Estos marcadores genéticos tienen como denominador común que están presentes desde el nacimiento, no se modifican en el transcurso de la vida y su expresión prácticamente no es modificada por el ambiente. Hay además métodos precisos y objetivos para identificarlos y se conoce muy bien cómo se heredan. Tienen también la gran ventaja de que no determinan un prototipo fenotípico previamente establecido como bueno o malo. En efecto, nadie siente admiración, antipatía o desprecio por un grupo de individuos por el hecho de que tenga mayor frecuencia del grupo sanguíneo O, baja proporción de haptoglobina 1-1 o ausencia de variantes de la transferrina.

Es pertinente describir algunos ejemplos del hecho de que diferentes grupos humanos tienen los mismos genes pero con distintas frecuencias. En el cuadro 12-2 se observan las frecuencias de los genes que determinan los grupos sanguíneos ABO y MN en los navajos, esquimales, ingleses y aborígenes australianos. Los navajos y los esquimales son idénticos en la frecuencia de los genes del sistema MN pero diferentes en el ABO. Por otra parte, los ingleses y los aborígenes australianos son muy parecidos en cuanto al sistema ABO pero diferentes en el sistema MN. Esto muestra la variación que hay en los distintos sistemas genéticos en diferentes grupos humanos y que unas poblaciones se parecen en algunas frecuencias génicas y difieren en otras.

Para estudiar desde este punto de vista a las poblaciones y clasificarlas, conviene examinar la mayor cantidad posible de marcadores genéticos. Hay que hacer hincapié en que lo que es distinto en las poblaciones es la frecuencia relativa de los genes de un sistema pero que esos son idénticos entre sí. En efecto, el gen que determina el grupo sanguíneo A de un navajo es igual al gen que produce el mismo grupo sanguíneo en ingleses, esquimales o aborígenes australianos. Otro hecho de interés es que algunos de

Cuadro 12-2. Frecuencia de los genes de los sistemas de grupos sanguíneos ABO y MN en cuatro poblaciones diferentes

Genes	Frecuencia en por ciento			
	Navajos	Esquimales	Ingleses	Aborígenes australianos
A	1	33	25	22
B	0	3	5	2
O	99	64	70	76
M	91	91	52	18
N	9	9	48	82



estos marcadores genéticos son casi exclusivos de ciertos grupos étnicos y se convierten en excelentes marcadores antropológicos que permiten conocer las contribuciones genéticas ancestrales en la formación de las poblaciones actuales. En el cuadro 12-3 se muestran algunos ejemplos de ciertos marcadores genéticos que tienen distribución étnica particular, con la circunstancia de que algunos de ellos (las hemoglobinas S, C y E, y las variantes A y B de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa eritrocítica) son la causa de enfermedades que, naturalmente, se observan en los sitios donde son frecuentes los genes causales o en el lugar donde han emigrado estas poblaciones.

COMPOSICIÓN GENÉTICA DE LA POBLACIÓN MEXICANA

Bastaría con analizar la frecuencia de la hemoglobina S en indígenas, españoles y mestizos mexicanos (cuadro 12-4) para concluir que tiene variaciones muy acentuadas lo que indica que la composición genética de la población mexicana es heterogénea. El hecho de que la frecuencia de la Hb. S sea alta en los mestizos de ambas costas sugiere que esa Hb fue introducida a nuestro país por los esclavos africanos traídos en los primeros años de la dominación española.

Para conocer la influencia que tuvieron los españoles, los indígenas y los negros en la composición genética de las poblaciones mexicanas actuales, se han realizado algunos estudios con varios marcadores genéticos. Es evidente que en México no hay grupos indígenas puros, pero sus genes si son preponderantes en las poblaciones que en el cuadro 12-5 se agrupan bajo el rubro de indígenas, con un mínimo de 62.7% en los Huastecos y un máximo de 91.2% en el grupo huichol, lo que se explica por el aislamiento geográfico de los huicholes. Los resultados obtenidos en la costa Este confirman que hay una gran proporción de genes africanos en esos lugares así como en algunas poblaciones de la costa Oeste como en el municipio de Cuajinicuilapa (cuadro 12-4) en el que la frecuencia de la Hb. S es casi tan elevada como en Tamiahua, Veracruz, en donde

Cuadro 12-3. Distribución geográfica de algunos marcadores genéticos

Marcador	Presente en
G-6-PD A + y A-	Negros africanos
G-6-PD B + y B-	Cuenca del Mediterráneo
Hemoglobina S	África Ecuatorial
Hemoglobina C	Oeste de África (Ghana)
Hemoglobina E	Sur y sureste de Asia
Grupo sanguíneo Diego	Amerindios
Grupo sanguíneo V	Negros africanos



Cuadro 12-4. Frecuencia de la hemoglobina S en varios grupos mexicanos. Se considera como indígenas "puros" a las comunidades supuestamente no mezcladas, con base en que son monolingües (no hablan español) y otras características

Grupo estudiado	Número de individuos	Sujetos con Hb S	
		Número	Por ciento
Indígenas "puros"	2 415	3	0.12
Españoles	469	0	0.00
Ometepepec (Gro.)	406	17	4.18
Cuajinicuilapa (Gro.)	418	41	9.80
Tamiahua (Ver.)	109	13	11.92
Paraíso (Tab.)	160	11	6.87
Mestizos del D.F.	1 430	1	0.07

Cuadro 12-5. Proporción de ancestros españoles, indios y negros en nueve grupos indígenas y once poblaciones de mestizos, cinco de ellas costeñas

Grupos o poblaciones	Españoles	Proporción de ancestros	
		Indios	Negros
Indígenas:			
Cora	0.200	0.792	0.008
Chol	0.222	0.778	—
Chontal	0.167	0.783	0.050
Huasteco	0.373	0.627	—
Huichol	0.088	0.912	—
Mazateco	0.166	0.834	—
Nahua	0.296	0.704	—
Totonaco	0.146	0.854	—
Zapoteco	0.259	0.741	—
Mestizos: Costa Este			
El Carmen (Camp.)	0.284	0.432	0.284
Paraíso (Tab.)	0.309	0.474	0.217
Saladero (Ver.)	0.312	0.386	0.302
Tamiahua (Ver.)	0.288	0.307	0.405
Veracruz (Ver.)	0.350	0.394	0.256
Mestizos:			
Distrito Federal	0.408	0.562	0.030
León (Guan.)	0.403	0.513	0.084
Mérida (Yuc.)	0.429	0.512	0.059
Oaxaca (Oax.)	0.306	0.676	0.018
Puebla (Pue.)	0.330	0.563	0.107
Saltillo (Coah.)	0.380	0.547	0.073



40.5% de los genes son de origen africano (cuadro 10-5). En los mestizos del Distrito Federal, León, Mérida, Oaxaca, Puebla y Saltillo, la muestra se obtuvo de la población universitaria estatal o de la Universidad Nacional Autónoma de México en el caso del D.F. En todos esos sitios el componente principal es el indígena, sobre todo en Oaxaca. Es interesante mencionar que los genes de origen negro se encuentran en los mestizos de las seis ciudades mencionadas lo que muestra que la influencia de la inmigración africana no sólo es patente en las costas sino en todo el país. Es interesante señalar que otros estudios sugieren que la proporción de genes "blancos" aumenta conforme mejora la condición socioeconómica del grupo estudiado. En una investigación realizada en el Distrito Federal en alumnos de escuelas particulares se apreció que el componente génico español aumentaba a 71% a expensas de los genes indígenas. En la ciudad de Monterrey, en el noreste de México, se ha observado que la frecuencia del grupo sanguíneo O es muy superior en los derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social en comparación con los individuos que se atienden en los hospitales privados.

SOCIOBIOLOGÍA

Es una disciplina híbrida que incorpora conocimientos de etología (estudio científico de la conducta animal), ecología (estudio de las relaciones entre los organismos y el ambiente) y genética, tiene como propósito conocer las propiedades biológicas generales de las sociedades, incluyendo la humana. La idea de que la inteligencia, por ejemplo, está principalmente determinada por los genes es en realidad antigua y se había expresado mucho antes de que existiera la sociobiología. Darwin escribió en su autobiografía: "estoy de acuerdo con Francis Galton en que la educación y el ambiente producen un efecto muy pequeño sobre la mente de cualquier individuo y que todas nuestras cualidades son innatas".

Recientemente varios investigadores han expresado la posibilidad de que la conducta humana esté, en buena parte, determinada genéticamente. McFarlane Burnet, premio Nobel en 1966, considera que la inteligencia, la conducta antisocial, la agresividad, las relaciones interpersonales, el bien y el mal, el poder y en general todos los aspectos del comportamiento humano, dependen también de la estructura y función del sistema nervioso, que es genéticamente determinado. Reconoce, sin embargo, que estos aspectos específicos del comportamiento dependen del ambiente cambiante interactuando con la estructura genética.

Algunos estudios relacionados con la inteligencia efectuados en animales inferiores son relevantes. Si se enseña a un grupo heterogéneo de ratas cómo encontrar el camino de salida a través de un laberinto, hay unas que aprenden más rápido que otras; si después se separan las ratas que aprendieron con rapidez de aquellas a las que les costó trabajo hacerlo y ambos grupos se cruzan entre sí por separado, las rápidas con las rápidas y las lentas con las lentas, después de 20 generaciones la más lenta de las ratas provenientes del grupo que aprendió rápido es más veloz en encontrar el camino a través del laberinto que la más rápida de las que provienen del grupo que aprendió



lentamente. Asimismo, si para investigar diferentes aspectos de la conducta se comparan las ratas procedentes de cepas que se han conservado puras genéticamente, se observa que las ratas pertenecientes a ciertas cepas son más capaces para aprender algunas conductas que las procedentes de otras cepas. Esas observaciones sugieren que la capacidad de las ratas para aprender, que puede ser equivalente a la inteligencia humana, depende de la composición genética de las diferentes cepas de ratas.

En relación con la agresividad y con la capacidad de establecer relaciones interpersonales se sabe que las ratas que pertenecen a ciertas cepas puras salen siempre vencedoras, en igualdad de tamaño y peso, en las peleas contra las de otras cepas también puras. Esta observación puede interpretarse en el sentido de que la agresividad está también controlada genéticamente. Algo similar puede deducirse del comportamiento de los ratones de distintas líneas puras en situaciones de pelea; los ratones de la cepa denominada negra C57B1 siempre salen vencedores contra los de la llamada agouti C3H y los ratones de estas dos cepas vencen a los de la cepa A, que es el ratón blanco. Vale la pena mencionar, sin embargo, que la estimulación de la confianza de algunos ratones mediante el arreglo artificial de las peleas, para que tengan éxito contra otros ratones que suelen ganarles, puede invertir la situación, lo que parecería indicar que las modificaciones del ambiente influyen sobre el comportamiento.

La parte fundamental del argumento de Burnet es que aquellas características de la conducta del hombre que fueron ventajosas durante los miles de años que vivió como cazador y recolector, se fueron seleccionando a través del tiempo y están presentes en la actualidad. Aun cuando las modalidades actuales de la expresión de esas características dependen parcialmente de las circunstancias ambientales, el origen es de base genético e imposible de cambiar en forma brusca. La agresividad, por ejemplo, se puede concebir como la capacidad para lograr una meta sobreponiéndose a todos los obstáculos y es una característica todavía esencialmente masculina que no se correlaciona con la inteligencia y que tiene expresiones socialmente aceptables actualmente como la autoridad, el liderazgo, el valor físico y tal vez la persistencia.

Razonamientos similares a los anteriores ha expresado E.O. Wilson el defensor más destacado de la sociobiología. Dice que el comportamiento humano en sus más variadas manifestaciones, como la religión y el altruismo por ejemplo, está genéticamente determinado. Aunque esta postura es poco aceptada por los intelectuales liberales del campo de las humanidades, eso no significa que sea equivocada. Sea como sea, recientemente se han desatado con verdadera furia opiniones y argumentos esgrimidos por los sociólogos y otros humanistas que se oponen categóricamente a la sociobiología y en particular al determinismo biológico de la conducta. Estas discusiones difícilmente pueden esclarecer el problema porque los argumentos sostenidos por unos y otros no pueden ser desmentidos de manera objetiva.

A lo largo de este libro se ha sostenido que prácticamente todas las características humanas resultan de la interacción entre la estructura genética del individuo, y el ambiente y la conducta no escapan a este principio. Lo que hace falta averiguar es cuál es la participación relativa de cada factor en el delineamiento de la conducta humana. Si se demostrase que el factor fundamental es el componente genético poco se podría hacer



para evitar que las tendencias de conducta negativa del hombre pudieran llevar en el futuro, más o menos lejano, a la destrucción de la propia especie. En cambio, si el ambiente fuera el determinante primario de la conducta o cuando menos un factor significativo, podría verse el futuro con más optimismo pues cabría la posibilidad, por ahora teórica, de modificar ciertos factores ambientales y así disminuir las tendencias a conductas negativas del hombre.

EUGENESIA

Eugenesia es una palabra creada por Francis Galton para referirse a los programas destinados a mejorar la estructura genética de la humanidad a través de apareamientos dirigidos. Los espectaculares éxitos obtenidos para mejorar muchas especies de plantas y animales, aunado a la impresión de que la especie humana se está deteriorando, ha hecho que algunos piensen que conviene mejorarla de alguna manera. El ejemplo de las plantas y los animales debe analizarse e interpretarse con mucha cautela porque lo que se considera mejoría en una especie animal o vegetal casi siempre está relacionado con el valor comercial y no necesariamente con el biológico. Así, obtener melones híbridos de la variedad "sin semilla" se considera un éxito porque aumenta el precio de la fruta y no importa si el melón "mejorado" es estéril y no puede reproducirse. El objetivo de los criadores de animales y de los agricultores es aumentar el valor monetario de los productos que obtienen a través de cruza seleccionadas, independientemente de que haya o no deterioro biológico de la especie. Obviamente no es lo mismo cuando se trata de la especie humana y sería preciso valorar los pros y contras al pretender establecer programas para mejorar genéticamente al hombre.

CAUSAS DE DETERIORO DE LA ESPECIE HUMANA

Los que consideran que la especie humana se está deteriorando señalan como causa a tres fenómenos:

Estratificación socioeconómica de la fertilidad

Según eso se supone que los individuos de condiciones socioeconómicas más bajas son los que dejan más hijos para las generaciones siguientes, es decir, la descendencia aumenta conforme disminuye el nivel socioeconómico, de manera que son más fértiles los campesinos que los obreros no calificados, éstos más que los obreros calificados y así sucesivamente hasta llegar a los profesionistas y los altos ejecutivos. La premisa, que ciertamente no puede aceptarse como universal, es que la condición socioeconómica refleja de manera directa el "valor biológico" de los individuos. Para poder demostrar lo anterior sería necesario, para empezar, que se viviera dentro de un sistema político en



que todos los individuos, independientemente de su origen, tuvieran las mismas oportunidades de desarrollo. No existe una sociedad con estas características, pero además, desde el punto de vista genético no importa cuántos hijos nacen sino cuántos de ellos sobreviven y llegan a su vez a tener descendencia. Por otra parte, la gran mortalidad infantil característica de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo tendería a compensar la mayor cantidad de nacimientos entre las clases más necesitadas.

Efecto disgenético de la medicina

Los avances en la medicina permiten que vivan y se reproduzcan individuos con padecimientos genéticos que antes fallecían en la infancia o en la juventud. Los pacientes con diabetes juvenil, por ejemplo, tienen ahora mayor probabilidad de tener hijos que la que tenían antes del descubrimiento de la insulina y algo similar ocurre con otras enfermedades. Pero si bien es cierto que ahora se reproducen individuos con defectos genéticos que antes no lo hacían, asimismo, es verdad que un número considerable de personas sin trastornos genéticos que morían antes de reproducirse ahora viven y tienen descendencia.

Incremento de las agresiones ambientales sobre el material genético

Cada vez hay más exposición a los efectos de las radiaciones ionizantes, productos químicos nocivos cada vez más diversos y a un incesante aumento de la contaminación del aire y del agua con sustancias capaces, cuando menos en teoría, de dañar a los cromosomas y producir mutaciones genéticas. Éste es quizá el peligro más real de los tres que se han señalado en relación con el posible deterioro de la especie humana.

Aunque no existen pruebas de ese supuesto deterioro de la especie humana vale la pena meditar, sobre cuáles podrían ser las medidas que lo pudieran evitar y que permitieran mejorar la especie. El tema no es fácil y ya Lederberg decía, que pocos tópicos son tan difíciles de discutir racionalmente como la posible aplicación de los conocimientos en genética para el bienestar del hombre. El problema se vincula además, como lo demostraron los cientos de miles de personas asesinadas durante el auge del nazismo, con asuntos tan delicados como racismo, sobrepoblación, genocidio escondido, debates religiosos sobre el aborto, anticoncepción y muchos otros. Después de esas consideraciones se retoma el tema de la eugenesia para decir que puede ser negativa o positiva.

EUGENESIA NEGATIVA

Es el conjunto de medidas que buscan disminuir en una población la frecuencia de genes indeseables. La manera más eficaz de lograr este objetivo es evitar la reproducción de los individuos capaces de transmitir esos genes. Teóricamente, la utilidad de la eugenesia negativa depende del tipo de enfermedad, que se quiera erradicar. El beneficio



máximo podría esperarse en algunas aberraciones cromosómicas como el síndrome de Down en que bastaría que las mujeres mayores de 35 años de edad, no tuvieran hijos para que en una generación la frecuencia del síndrome disminuyera en 50%. En cambio, la disminución en la frecuencia de los genes que producen enfermedades recesivas sería extraordinariamente lenta y de poco efecto eugenésico ya que los individuos afectados homocigotos casi nunca se reproducen y los heterocigotos suelen ser asintomáticos y constituyen un grupo relativamente numeroso para que se pueda evitar su reproducción. Se calcula, además, que todo ser humano tiene de 1 a 4 genes recesivos anormales.

Desde el punto de vista práctico la dificultad más sobresaliente para la aplicación de la eugenesia negativa es cómo evitar que determinados individuos no se reproduzcan. Hay quienes piensan que esa decisión debe ser personal mientras que otros creen que de ser así, la medida sería inútil y que la limitación de la reproducción debería ser obligatoria para aquellos que tengan genes indeseables y aducen para ello que los derechos de la sociedad están por encima de los derechos individuales. Esta última actitud es peligrosa y se considera que la eugenesia negativa debe ser voluntaria y para que sea realmente efectiva se necesita que la gente conozca qué son las enfermedades hereditarias y cómo pueden prevenirse. Esta información debe impartirse tanto en las escuelas como en las instituciones de salud. Cuando se menciona que la eugenesia negativa puede ser útil no quiere decir que se espera que con esas medidas disminuya considerablemente la frecuencia de los genes indeseables, sobre todo de los recesivos, en la población general sino que sean efectivas para disminuir en las familias que tienen riesgo de tener hijos afectados el número de éstos.

EUGENESIA POSITIVA

Con la eugenesia positiva se busca mejorar la especie al favorecer la reproducción de los individuos mejor dotados genéticamente. Ese objetivo se puede conseguir de varias maneras. Una es la inseminación artificial en las parejas en que el hombre es infértil. En estos casos, hasta hace poco, se procuraba que el donante fuera joven y sano pero no se consideraban generalmente las características morales e intelectuales. Actualmente se ha pretendido crear bancos de semen de individuos considerados excepcionales en cualquier rama de la ciencia, de las artes o del deporte, para usarlo para la inseminación artificial cuando una mujer o una pareja desean tener un hijo con dotes especiales. Aunque la idea, a primera vista, no parece del todo disparatada, si se medita un poco puede concluirse que los resultados podrían ser impredecibles y desconcertantes ya que las cualidades mencionadas no son proporcionadas sólo por factores genéticos y además habría que considerar que cada uno de los progenitores sólo proporciona 50% de los genes a su descendencia. Otra forma de eugenesia positiva sería estimular la reproducción de las parejas supuestamente "buenas" desde el punto de vista biológico otorgando incentivos económicos o de otra índole por cada hijo que tuvieran.

Independientemente de que esas medidas sean aplicables o no, hay varios problemas que hasta ahora no se han resuelto, como: 1) decidir no sólo cuáles características



humanas son "buenas", sino cuáles lo seguirán siendo dentro de 1000 o 5000 años; 2) aun cuando pudiera llegarse a un acuerdo sobre qué características son "buenas", habría que saber cuáles serían los apareamientos a fomentar para obtenerlas; 3) para seleccionar a las parejas "buenas" sería necesario crear un comité formado por individuos con características muy particulares para garantizar su objetividad. Para formar ese comité bastaría, dice irónicamente Lejeune: "reunir a un grupo de personas que no han nacido en ninguna parte, que no pertenezcan a religión alguna y que no formen parte de ningún grupo humano". Ahora bien, decir que no se sabe cuáles características son "buenas" no es exagerado. Szent-Györgyi ha dicho que si se hace una lista de los crímenes más comunes en orden decreciente de gravedad como asesinato, robo, violación, destrucción y mentira, se verá que son considerados como tales si son cometidos por individuos dentro de su propio grupo social, pero que paradójicamente se convierten en "virtudes" cuando alguien del grupo los ejecuta contra otros. En efecto, diplomáticos y gobernantes son recompensados por decir las mentiras más increíbles, los miembros del ejército son condecorados por su capacidad para destruir y matar, la conquista de territorios añade prestigio a la gloria nacional y el rapto de las mujeres Sabinas todavía se considera un capítulo heroico de la historia romana.

Es importante señalar que todas las medidas eugenésicas tienen un inconveniente biológico y es que tienden a disminuir la variabilidad de la especie, la cual es fundamental para la supervivencia porque permite la adaptabilidad. La preservación de algunas características, que ahora parecen negativas, pudiera ser favorable en otras circunstancias. He aquí un ejemplo producto de la imaginación: una hipotética enfermedad autosómica dominante en que los individuos heterocigotos afectados tienen retraso mental profundo, son fértiles y además son resistentes a los efectos de la radiación atómica. Si se desatara una guerra nuclear de tal magnitud que fallecieran todos los habitantes de la Tierra, excepto los enfermos por ser resistentes a la radiación, entonces estos sobrevivientes retrasados mentales se vuelven seres intelectualmente normales puesto que no existirían otros más inteligentes en el planeta. Además, por ser fértiles, tendrían hijos, de los cuales 25% serían homocigotos afectados, quizá con mayor retraso mental que los progenitores, 50% serían heterocigotos como los padres y 25% homocigotos no afectados y por tanto más inteligentes que los demás. Así el mundo empezaría nuevamente su marcha.

EUFENESIA

La eufenesia busca mejorar el fenotipo por medios biológicos. El término fue propuesto en el decenio de 1920-29 por el soviético N.K. Kolster y sugerido por el norteamericano J. Lederberg 40 años después. Esencialmente trata de incorporar a la medicina preventiva y a la terapéutica los avances logrados en los últimos años en diversas disciplinas como la biología molecular. Las medidas eugenésicas son de efectos muy lentos y frecuentemente inaceptables por la sociedad mientras que con la eufenesia se podrían tener resultados inmediatos al formar parte de la práctica médica ordinaria. Básica-



mente la idea sería no preocuparse del genotipo sino tratar de evitar las manifestaciones negativas de éste, como las enfermedades, al encontrar el tratamiento adecuado. Un ejemplo real de eufenesia es el tratamiento dietético de la fenilcetonuria y de la galactosemia con el que se evitan las manifestaciones fenotípicas indeseables del genotipo anormal. La "compostura" de genes mediante la ingeniería genética, recién iniciada en el hombre, seguramente será una medida eufenesica muy poderosa.

