DRAKONTOS

Luigi Luca Cavalli-Sforza

Genes, pueblos y lenguas

CRÍTICA

Genes, pueblos y lenguas

Luigi Luca Cavalli-Sforza

Traducción castellana de Enric Satué

CRÍTICA
BARCELONA

Primera edición: abril de 1997
Primera edición en esta nueva presentación: febrero de 2017

Genes, pueblos y lenguas
Luigi Luca Cavalli-Sforza

No se permite la reproducción total o parcial de este libro,
ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión
en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico,
mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos,
sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción
de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito
contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes
del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos)
si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com
o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *Geni, popoli e lingue*

© Luigi Luca Cavalli-Sforza, 1996
© Adelphi Edizioni S. P. A., Milán

© de la traducción, Enric Satué, 1997

© Editorial Planeta S. A., 2017
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.

editorial@ed-critica.es
www.ed-critica.es

ISBN: 978-84-16771-55-4
Depósito legal: B. 981 - 2017
2017. Impreso y encuadernado en España por Book Print Digital

Índice

Prólogo 7

1. *Los genes y la historia* 11
   Un orgullo de emperadores 11
   Otros orígenes del racismo 15
   ¿Existe una base científica del racismo? 16
   La naturaleza de las diferencias 17
   Mutaciones visibles e invisibles 18
   Mutación invisible: los polimorfismos genéticos 22
   Diferencias entre poblaciones 24
   Usar la ley de los grandes números: estudiar muchos genes 26
   Distancias genéticas 30
   El aislamiento debido a la distancia geográfica 31
   ¿Qué es una raza? 34
   ¿Por qué clasificar? 37
   La debilidad de la investigación histórica 40

2. *Un paseo por la selva* 41
   La disputa sobre los antiguos y los modernos 41
   ¿Cómo se obtiene un árbol evolutivo? 44
   Una enorme selva 48
   Velocidad y mecanismos evolutivos: la supervivencia de los mejor adaptados y los más afortunados 50
   La selección a favor de los híbridos 55

Genes que varían poco y genes que varían mucho de una población a otra 57
Constancia de la velocidad evolutiva media 60
Pequeñas y grandes migraciones 61

3. *La leyenda de la Eva africana* 66
Quién es el hombre moderno 67
Las etapas de la colonización del mundo por parte del hombre moderno 71
Los datos no genéticos 73
El encanto de la «evolución mínima» 75
Comparación entre tipos de marcadores y métodos de reconstrucción de árboles 78
Mezclas 82
Un análisis «cladístico» 85
El ADN mitocondrial y la leyenda de la Eva africana 87
Un tartamudeo muy útil 91

4. *Revoluciones tecnológicas y geografía de los genes* 94
Las expansiones en la historia del hombre moderno 94
La primera expansión de la agricultura 100
¿Difusión démica o difusión cultural? 106
Una demostración genética de la difusión démica de la agricultura en Oriente Próximo 109
Los otros componentes principales del cuadro genético europeo 118
Las expansiones en otros continentes 124
Las expansiones humanas: su origen 130
Métodos de datación genética 132

5. *Lenguas y genes* 137
Comparación entre las familias lingüísticas y el árbol genético 146
¿Por qué cabe esperar un parecido básico entre la evolución biológica y la lingüística? 154
Las grandes expansiones humanas y las familias lingüísticas 159

6. *Transmisión y evolución culturales* 169
La cultura como medio de adaptación biológica 171
Cómo se transmite la cultura 174
Ejemplos de transmisión cultural 184
Los períodos sensibles y su importancia 190
La evolución lingüística como ejemplo de evolución cultural 193
El futuro del hombre 203

Notas 207
Bibliografía 215
Índice alfabético 220

1

Los genes y la historia

Un orgullo de emperadores

La literatura italiana tuvo su gran maestro, Dante Alighieri, casi en sus comienzos, a caballo entre los siglos XIII y XIV. Todos conocen a Dante; los poetas y escritores italianos que le siguieron fueron eclipsados por él. Pero hubo otros grandes poetas italianos, basta con mencionar a Petrarca, Ariosto o Leopardi. Creo que, de los tres, el tercero es el menos conocido en el extranjero, aunque además de un gran poeta puede que sea más grande, si cabe, como filósofo. Recientemente he releído una de sus *Operette morali*, el *Copernico*, un diálogo que se desarrolla en cuatro escenas. Los personajes son el Sol, la Hora primera y la Hora última del día, y Nicolás Copérnico. En la primera escena el Sol le confiesa a la primera Hora que está cansado de trabajar todos los días para dar su vuelta alrededor de la Tierra, y que la Tierra tendría que arreglárselas por su cuenta. La primera Hora, muy preocupada, discute con el Sol todos los inconvenientes que podrían surgir. Pero el Sol se mantiene en sus trece, y señala que los poetas y los filósofos saben convencer a los hombres de muchas cosas, buenas y malas. Ya que los poetas han perdido un poco de importancia, piensa dirigirse a los filósofos para lograr que los hombres entiendan que está harto y que tienen que acostumbrarse a la idea de un cambio. En la segunda escena la amenaza del Sol de no volver a empezar su vuelta diaria se ha cumplido, y Copérnico, muy sorprendido, está tratando de entender por qué no ha salido el Sol. Tercera escena: la última Hora

va en busca de Copérnico y le pide que la acompañe porque Su Excelencia el Sol quiere hablar con él. Las vacilaciones de Copérnico ante semejante proposición, extraordinaria y sin duda alarmante, ceden pronto, y en la cuarta y última escena el Sol le dice que está cansado de correr todos los días alrededor de la Tierra. Que la Tierra renuncie a ser el centro del mundo, y se disponga a hacer su trabajo. Copérnico le advierte que ni siquiera un filósofo podrá convencer fácilmente a la Tierra para que trabaje. Además, al sentirse en el centro del universo, la Tierra y todos los hombres, hasta los más humildes, han desarrollado un orgullo de emperadores. Las consecuencias de un cambio como el que propone el Sol no serían sólo físicas, sino también sociales y filosóficas: habría perturbaciones en las jerarquías, en las finalidades, en todo lo que concierne a la vida de los seres humanos. Pero el Sol no quiere creerle, o mejor dicho, le da igual; piensa que los barones, duques y emperadores seguirían convencidos de su importancia y tendrían el mismo poder. Copérnico hace más objeciones: los planetas también querrían tener los mismos privilegios que la Tierra, y las otras estrellas reclamarían sus derechos. Al final, el Sol perdería importancia y se vería obligado a trabajar. Pero el Sol afirma que no tiene pretensiones, lo único que quiere es descansar. Y además, ¿acaso no decía César, al hablar de una aldea de bárbaros galos que había conquistado, que era mejor ser el primero en un caserío que segundo en Roma? Copérnico sigue preocupado. Tiene la desagradable sensación de que se arriesga a perder la vida en la hoguera. El Sol le tranquiliza diciéndole que, aunque otros quizá acaben un poco chamuscados, eso no le sucederá a él, porque se podrá defender dedicándole su libro al papa.

Cuando escribía sobre Copérnico, Leopardi, naturalmente, tenía la ventaja de vivir dos o tres siglos después. Sabía lo que les había sucedido a Copérnico, a Giordano Bruno y a Galileo. Nosotros no tenemos la misma ventaja acerca de la situación científica actual, incluyendo el asunto que más me interesa: la evolución humana. Nuestras teorías pueden ser alteradas, incluso destruidas, dentro de diez años o menos. Nosotros mismos nos ponemos esa meta al proseguir con nuestras investigaciones. Todo lo que se escribe de ciencia puede ser modificado. A veces resulta sorprendente, desde fuera, el hecho de que en la prosa científica se usen tantos

condicionales. Hace poco, al corregir la traducción de otro libro mío de divulgación científica, me faltó poco para caer en el desaliento al ver que todos los subjuntivos y condicionales que había utilizado en el original se habían convertido en indicativos, de modo que todas mis reservas habían desaparecido. Cuando escribimos un trabajo para que se publique en revistas científicas especializadas, sabemos exactamente qué afirmaciones no se pueden expresar totalmente en futuro: prácticamente ninguna. Al público, esto le puede parecer extraño: ¿la ciencia no debería proporcionar certezas? En realidad, sólo puede darlas la religión, a quien las acepte. El hecho de que cada religión ofrezca certezas distintas puede ser preocupante, pero al parecer esto no perturba a los creyentes. Lo mismo se puede decir de ciertas convicciones políticas. En otras palabras, sólo la fe da certeza, con una excepción: las matemáticas, aunque conviene destacar que también lo consigue porque es muy tautológica.

El diálogo sobre Copérnico me hizo pensar en las ideas concebidas por la mayoría de la gente sobre las razas y el racismo. Cada población cree que es la mejor del mundo. Con pocas excepciones, cada cual ama el microcosmos en el que se ha criado, y no quiere dejarlo nunca. Para los blancos la civilización más grande es la europea, y la raza más grande es la blanca (francesa en Francia, inglesa en Inglaterra, etc.). Pero ¿qué piensan los chinos? ¿Y los japoneses? Los «extracomunitarios» que vienen a Europa en busca de trabajo, como antaño iban los europeos a América, o ahora los mexicanos a Estados Unidos, ¿acaso no volverían a sus países de origen si pudieran vivir decentemente en ellos?

Puede que seamos los mejores, pero la historia nos enseña que las supremacías duran poco.

El orgullo de las naciones es más fuerte sobre todo en los momentos de mayor éxito. Cuando nos sentimos fuertes nos resulta más fácil pensar: «Somos los mejores» y, efectivamente, hay algo de verdad en esto. Pero el éxito tiene orígenes bastante particulares: un hombre, o unos pocos, imponen reglas de cierta eficacia, apropiadas a la situación, o se responsabilizan de acciones políticas inteligentes. Aunque a veces estas acciones sean muy crueles —dado que para tomar el poder por lo general se necesita ejercer la violencia, no necesariamente física—, pueden tener consecuencias positi-

vas duraderas, que a veces determinan un período beneficioso para toda la nación. Una sucesión de circunstancias favorables también puede ayudar a mantener estable la situación, pero este éxito nunca dura demasiado. Es difícil que a los políticos inteligentes les sucedan personas igual de hábiles. La esperanza de que la herencia biológica pudiera producir estos sucesores no se ha visto confirmada, pero el amor paterno sigue cegando a los políticos, que aún creen en la transmisión del poder de padres a hijos. A veces el éxito se mantiene durante algunas generaciones, gracias a un sistema político bien organizado que puede resistir a la imbecilidad de algún rey o primer ministro sucesores del fundador de un imperio o un nuevo régimen. Durante estas generaciones afortunadas, el pueblo tiene tiempo para convencerse de que el éxito se debe a sus excelentes cualidades. Automáticamente se decide que son las cualidades intrínsecas, innatas, hereditarias de nuestra raza las que nos han hecho prósperos, pero casi con toda seguridad se trata de una ilusión. Nos hacemos la ilusión de que el éxito puede durar hasta un futuro lejano, desafiando los ciclos que nos enseña la historia. La autocrítica escasea, sobre todo cuando las cosas van bien.

Como dijo claramente, entre otros, Claude Lévi-Strauss, el racismo es el convencimiento de que una raza (la nuestra, naturalmente) es biológicamente la mejor, o de que, como mínimo, es excelente. Nuestra ventaja sobre todos los demás se debería a la superioridad de nuestros genes, de nuestro ADN. Es más fácil estar convencidos de ser superiores cuando todo va bien, y es muy fácil olvidar que el éxito, del que deriva nuestro sentimiento de superioridad, no suele durar mucho, por lo menos si nos basamos en la historia pasada. Pero no hace falta ser los primeros en todo para estar convencidos de nuestra superioridad. Naturalmente, un éxito parcial también ayuda mucho, puede ser una prueba importante para todos. En un momento dado hay un solo pueblo ocupando el primer lugar, pero muchos otros lo han ocupado en el pasado, o aspiran a ocuparlo, y los segundos, terceros, cuartos, etc., piensan que tienen el mismo derecho a estar orgullosos. Hay, pues, muchos aspirantes a ser los mejores, muchos candidatos a la superioridad —que se imagina, naturalmente, biológica, y por lo tanto eterna.

Otros orígenes del racismo

En general, cualquier pueblo puede encontrar buenas razones para considerarse el mejor del mundo, o por lo menos uno de los mejores en alguna actividad, ya sea la pintura, el fútbol, el ajedrez o la cocina. El solo hecho de ser muy competentes en un campo determinado (artístico, intelectual, deportivo, administrativo, político, etc.) suele bastar para que a esta actividad se le dé más importancia de la que tiene. De este modo se abre la posibilidad de que cualquier pueblo se pueda considerar (o, algo mucho más raro, pueda considerar a otro pueblo) superior a los demás.

Pero hay varios mecanismos que nos llevan a conclusiones racistas, aunque no seamos necesariamente el centro de atención en un momento afortunado. Veamos uno que me parece importante. Todos tenemos apego a unas costumbres que están en la base de nuestra vida cotidiana, y a las que nos sería difícil renunciar. La observación más superficial revela que las costumbres, los hábitos, son distintos en cada país. Aunque no conozcamos la naturaleza o el origen de estas diferencias, el solo hecho de que existan hace que las temamos. No nos gusta cambiar, aunque estemos insatisfechos de lo que tenemos (casi todos lo estamos, por lo menos en parte). El apego a estos hábitos y el miedo a vernos obligados a cambiarlos pueden suscitar en nosotros una autocomplacencia que se podría llamar racismo. Creo que este sentimiento está muy extendido, y que muchos de nosotros tendemos a considerarnos mejores que los demás, casi perfectos, o lo bastante perfectos como para que la búsqueda de cambios significativos nos parezca una tontería. Pero la idea de que nuestras costumbres son importantes en la génesis del racismo sólo es una hipótesis, y no conozco ningún intento de demostrar su validez.

La existencia de diferencias entre naciones, entre pueblos, es algo evidente para quien haya viajado, por poco que sea. El hombre común no se pregunta a qué son debidas. Pero cuando se trata de diferencias de lenguaje, de color de la piel, de gustos (sobre todo culinarios), o del modo de saludarse, ahí están para convencernos de que los demás son diferentes de nosotros. La conclusión suele ser que nuestras costumbres, nuestros hábitos, son los mejores. Peor para los demás, que son distintos de nosotros. Está claro que son

ellos los bárbaros (los «balbucientes»), como pensaban los griegos. Naturalmente, puede suceder que alguien, descontento con la vida que lleva en su país, esté dispuesto a soportar la falta de comodidad, y también de seguridad, que supone la emigración a otra región, estado o continente; y que esté dispuesto a afrontar la necesidad de aprender muchas cosas nuevas, el esfuerzo de adaptarse a la vida en otro país. Pero en general preferimos, si es posible, quedarnos en nuestro terruño. Los extranjeros inspiran desconfianza, incluso miedo. Nos resistimos a tener que aprender muchas cosas nuevas, o a tener que renunciar a algunas de nuestras costumbres.

Todo esto nos lleva a crear, y mantener, una buena opinión de nosotros mismos y los que nos rodean, preferencia que puede generar un sentimiento de superioridad personal y sobre todo del grupo al que pertenecemos, en comparación con los demás. Un sentimiento injustificado, pero muy fuerte.

Hay muchos otros motivos para volverse racista. Uno de ellos, sin duda muy importante, es el deseo de descargar nuestro descontento en alguien. No es ningún secreto que la alienación ocasiona en la sociedad moderna irritaciones muy profundas, y verdadera rabia. Puede deberse a un trabajo deshumanizado, al miedo al paro, a la realidad de la pobreza y la injusticia y el sentimiento de impotencia que generan, a la observación envidiosa de la riqueza increíble de un número reducido de individuos. Sea cual fuere el origen de la rabia, casi siempre pagarán personas de nivel social inferior, las únicas que no pueden reaccionar con eficacia. Un sentimiento de superioridad relativa es suficiente para generar desprecio hacia los que están por debajo de nosotros en la escala social, y a menudo ese desprecio será más fuerte en los que se creen, con razón o sin ella, despreciados por las clases superiores. Efectivamente, parece que no hay pobres tan pobres que no puedan desquitarse con otros aún más pobres que ellos.

¿Existe una base científica del racismo?

No se puede negar que el racismo está muy extendido. En las situaciones de equilibrio entre naciones (cuando no hay guerras), y en su interior (cuando el conflicto entre clases sociales no es grave), lo notamos menos. Pero las razones del desarrollo de las hostilidades

entre países, regiones, pueblos, clases, religiones, grupos políticos, la llegada de gente distinta, sobre todo la inmigración masiva desde los países pobres, sacan a relucir el racismo, que se manifiesta con todo su vigor.

Se puede condenar el racismo porque es malo, y en efecto, casi todas las religiones modernas y numerosos sistemas éticos lo condenan. Pero ¿podemos excluir que exista una raza superior, o por lo menos que existan gradaciones de superioridad entre las razas? ¿Podemos excluir que esto se pueda demostrar científicamente? Las razones psicológicas del racismo antes citadas son difíciles de demostrar, pueden ser falsas o de poco peso. Pero se puede examinar si las diferencias genéticas efectivas entre los grupos humanos (heredadas de forma biológica, por lo menos en parte), cuya existencia se puede constatar, dan superioridad a uno u otro grupo. Es verdad que existen diferencias entre los grupos humanos por el color de la piel, el cabello, la forma de los ojos, de la cara, del cuerpo. Algunas de ellas son evidentes, y no cabe duda de que son hereditarias, por lo menos en parte. Existe ya un conjunto de conocimientos nada desdeñable, cuya extensión, significado y explicación histórica queremos examinar. Veamos cuáles son estas diferencias, y si proporcionan una justificación científica al racismo.

La naturaleza de las diferencias

Ante todo, hay que decir que no es fácil distinguir entre herencia biológica y herencia cultural. A veces, debemos admitirlo, cuesta saber cuál es el origen de una diferencia. Siempre es posible que sus causas sean biológicas (las llamaremos genéticas), que se deban a un aprendizaje (las llamaremos culturales), o a las dos cosas. Pero, como ya se ha dicho, hay diferencias entre poblaciones humanas que sin duda son genéticas, es decir, heredadas biológicamente. A ellas habrá que recurrir para distinguir las razas y estudiarlas, por la sencilla razón de que son muy estables en el tiempo, mientras que la mayor parte de las diferencias debidas al aprendizaje social están más sujetas a cambios, y a veces pueden desaparecer en un plazo bastante corto. Si las diferencias estrictamente genéticas fueran realmente importantes desde un punto de vista que se

pueda considerar motivo de superioridad de un pueblo sobre otro, el racismo podría estar justificado, por lo menos formalmente. Pero la definición de racismo tendría que ser muy clara, y limitarse a diferencias genéticas.

Algunos quieren extender la noción de racismo a cualquier diferencia entre grupos, por superficial que sea, aunque resulte evidente que su origen es cultural o social. La única ventaja de esta definición amplia es que cuesta trabajo decir si muchos caracteres tienen un componente genético. Pero no me parece apropiado llamar racismo al desprecio que siente una persona por otra que habla demasiado alto, o es incapaz de pronunciar correctamente los nombres extranjeros, o no sabe usar los cubiertos, o hace ruidos desagradables al comer. Creo que esta clase de intolerancia es mucho más fácil de corregir que el racismo. En efecto, las personas con un mínimo de sensibilidad controlan bien este sentimiento, y sus causas tienden a disminuir con el paso del tiempo y la educación. Sería profundamente injusto condenar a personas que no han podido recibir una educación adecuada, sobre todo si se trata de defectos fáciles de corregir. A veces la corrección puede ser difícil, y por eso es importante ejercitar la tolerancia, o hacer observaciones corteses, aunque firmes. Creo que Voltaire acertaba cuando decía que hay una sola situación en la que es aceptable la intolerancia: cuando nos encontramos ante personas intolerantes.

Mutaciones visibles e invisibles

Las diferencias entre las razas que impresionaban a nuestros antepasados, y siguen impresionando a mucha gente, son el color de la piel, los ojos y el cabello, la forma del cuerpo y de la cara, y todos los detalles que a menudo nos permiten adivinar el origen de una persona al primer vistazo. Salvo en los casos de cruces, es bastante fácil reconocer a un europeo, un africano o un oriental. Muchos de estos caracteres son bastante homogéneos en cada continente, y por eso nos dan la impresión de que existen razas «puras» y de que las diferencias entre estas razas son muy fuertes. Esta diversidad, por lo menos en parte, es de origen genético. El color de la piel y las dimensiones del cuerpo son los menos hereditarios, pues están in-

fluidos por la exposición al sol y la alimentación, pero siempre hay un componente de herencia biológica que puede ser importante. Esta clase de diferencias nos influyen mucho, porque saltan a la vista, y son claras e indiscutibles. ¿A qué se deben? Lo sabemos: casi todas se deben a las diferencias climáticas que encontraron los hombres en su expansión por todo el mundo a partir de su región de origen, África. Mientras el hombre tuvo escasa influencia tecnológica sobre el clima, limitada a la construcción de casas muy sencillas o a la confección de vestidos de pieles de animales para protegerse del frío, fue necesaria una adaptación biológica. Tenemos, pues, una serie de fenómenos cuya historia podemos esbozar de la manera siguiente (la justificación de las hipótesis que hacemos vendrán después):

1. La expansión del hombre moderno, a partir de África, por los otros cuatro continentes, hizo necesaria una adaptación a las condiciones ecológicas, sobre todo de clima, muy distintas de las del continente de origen (con la excepción de Australia y otras regiones tropicales). La adaptación fue tanto cultural como biológica. En el tiempo que ha transcurrido desde entonces (cinco o seis decenas de miles de años, o algo más) se ha podido desarrollar una verdadera diferenciación genética. Hay claros indicios en el color de la piel, en el cabello y en la forma de la nariz, los ojos y todo el cuerpo. Los antropólogos han demostrado que las diferencias morfológicas entre los grupos étnicos son producto de la selección natural debida al clima. El color negro de la piel protege a los que viven cerca del ecuador de las inflamaciones cutáneas causadas por los rayos ultravioletas de la radiación solar (que pueden causar también tumores malignos, como los epiteliomas). La alimentación casi exclusivamente a base de cereales de los europeos propicia el raquitismo, debido a la falta de vitamina D en estos alimentos. Pero los blancos la pueden producir en cantidad suficiente, a partir de los precursores contenidos en los cereales, porque su piel, con pocos pigmentos melánicos, permite el paso de los ultravioletas, que en los estratos subcutáneos transforman estos precursores en vitamina D. La forma y el tamaño del cuerpo están adaptados a la temperatura y a la humedad. En los climas cálidos y húmedos, como el de la selva tropical, conviene ser pequeño para aumentar la superficie

con respecto al volumen. La evaporación del sudor, que refresca el cuerpo, tiene lugar en la superficie. En ciertos ambientes tropicales ser pequeño ayuda a tener menos necesidades de energía, y por lo tanto a producir menos calor en el interior del cuerpo al moverlo. De este modo se puede disminuir la posibilidad de recalentamiento, para evitar un golpe de calor. Por eso los habitantes de la selva tropical, y no sólo los pigmeos, son pequeños. El pelo crespo retiene el sudor, y prolonga el efecto refrescante de la transpiración.

En cambio, la cara y el cuerpo mongólicos están conformados para proteger del frío, muy intenso en la parte de Asia donde viven estos pueblos. El cuerpo, y sobre todo la cabeza, tienden a ser redondos, y el volumen del cuerpo es mayor. Todo esto disminuye la superficie en relación con el volumen corporal, y reduce la pérdida de calor hacia el exterior. La nariz es pequeña —menos peligro de congelación—, así como sus orificios, de modo que el aire tarda más en llegar a los pulmones, y le da tiempo a humedecerse y calentarse. Los ojos se protegen del frío con los párpados, que son verdaderas bolsas de grasa (proporcionan un aislamiento térmico excelente) y dejan una abertura muy fina, a través de la cual los orientales pueden ver mientras permanecen protegidos de los vientos helados del invierno siberiano. A menudo los ojos orientales son muy bonitos, y Charles Darwin sugirió que las diferencias que vemos entre las razas se deben a nuestros gustos. Puede que haya algo de verdad en lo que respecta a la forma y el color de los ojos, pero el dibujo de los ojos orientales no gusta sólo en Oriente. También se considera muy agradable en otros lugares; entonces, ¿por qué sólo lo encontramos con esa frecuencia en las poblaciones de origen oriental? Desde luego, el frío tiene su importancia, pero los ojos rasgados también son corrientes en los bosquimanos. Es posible que este carácter se haya difundido por selección sexual desde Siberia hasta los orientales del sureste asiático, donde el clima no es frío. Aunque al principio el factor más importante haya sido la adaptación climática, no debemos olvidar la selección sexual, que pudo contribuir al aspecto exterior. En cualquier caso, no cabe duda de que es una adaptación heredada biológicamente. Por desgracia, la base genética de estas adaptaciones no se conoce bien, y seguramente es bastante compleja en lo que respecta a la mayoría de los caracteres que las han determinado.

2. Los caracteres responsables de la adaptación climática suelen ser muy homogéneos, y es razonable que haya poca variación individual dentro de un mismo grupo, sometido al mismo clima. Típicamente, presentan una diferencia elevada entre grupos expuestos a medios distintos. No tiene nada de extraño que la adecuación a un clima determinado afecte a todos los que viven en la misma región, y que los habitantes de todo el mundo se hayan adaptado genéticamente a los climas que se dan en lugares distintos. Por eso cabe esperar que un carácter de adaptación climática sea uniforme en la misma región, pero distinto del que encontramos en otras regiones climáticas, aunque pueda haber cierto parecido entre poblaciones que viven en regiones muy alejadas pero con climas similares.

Podemos preguntarnos si las decenas de miles de años transcurridos desde la ocupación de los continentes hasta hoy han sido suficientes para que se produzca una adaptación biológica de la misma intensidad que las diferencias observadas entre los grupos. Esta adaptación pudo deberse a una selección natural muy fuerte, y es bastante verosímil que el tiempo haya sido suficiente. Podemos señalar al respecto que los judíos askenazíes, que vivieron 2.000 años como máximo en Europa oriental y central, tienen el color de la piel más claro que los judíos sefardíes, que vivieron durante un período igual de largo (quizá incluso 2.500 años) en la región mediterránea. Es posible que se trate de una adaptación debida a la selección natural, que requiere un plazo bastante corto, pero también es posible que el efecto se deba, por lo menos en parte, al flujo genético (matrimonios o uniones ilegítimas) con las poblaciones vecinas.

3. Los caracteres de adaptación climática son, típicamente, caracteres de la superficie corporal. Esto tiene su lógica, puesto que la superficie del cuerpo constituye la interfase entre el interior y el exterior del cuerpo, y por lo tanto es muy importante para la regulación del paso del calor de fuera adentro o al revés y, en consecuencia, para la adaptación climática.

4. La superficie del cuerpo es muy visible, casi por definición. Por lo tanto, los caracteres que la afectan influyen inevitablemente en nuestro punto de vista. Es una muestra ambigua de caracteres, que nos lleva a dos conclusiones, las dos falsas: las razas son puras, y las diferencias entre razas son muy marcadas. El error consiste, sobre todo, en hacerlas extensivas a los demás caracteres. Seguramen-

te no tiene otra explicación el convencimiento de los filósofos del siglo XIX como Gobineau, que estaba cegado por la importancia de mantener pura la raza, y totalmente convencido de que el éxito de la raza blanca se debía a su gran diferencia de las demás, a causa de los caracteres que según él eran los responsables de dicha diferencia. Efectivamente, si nos limitamos a los caracteres visibles, los únicos que se conocían en su época, no es descabellado pensar que hay razas relativamente «puras». Pero entonces no se sabía que para obtener una «pureza», es decir, una homogeneidad genética (que de todos modos nunca sería completa en los animales superiores), se tendrían que cruzar durante muchas generaciones (por lo menos veinte) parientes muy cercanos, como hermano y hermana, o padres e hijos. Eso tendría unas consecuencias muy negativas sobre la fecundidad y la salud de los hijos, y estamos convencidos de que no ha pasado nunca en la historia de la humanidad, excepto en períodos cortos y en circunstancias muy especiales, como en algunas dinastías egipcias o persas. Ni siquiera se sabía que, si se estudian otros tipos de variaciones invisibles, no hay ninguna homogeneidad.

Todo lo contrario, entre los individuos existe una gran heterogeneidad genética, cualquiera que sea su población de origen. Hay una regla general, cuyos detalles veremos más adelante: esta variación invisible siempre es grande en cualquier grupo, ya sea el de un continente, una región, una ciudad o un pueblo, y mayor que la que existe entre continentes, regiones, ciudades o pueblos. Así pues, la pureza de la raza es inexistente, imposible y totalmente indeseable. Además, veremos que las razas, definidas tomando como base el continente de origen, muestran unas diferencias muy reducidas si se comparan con las diferencias propias de los caracteres visibles, en los que tanto se fijaban los antropólogos de antes.

Mutación invisible: los polimorfismos genéticos

El sistema de los grupos sanguíneos AB0 es un ejemplo de mutación humana perfectamente hereditaria y totalmente invisible. Fue el primero que se descubrió, en 1900, y ha sido objeto de infinidad de investigaciones, ya que es fundamental para el buen resultado de las transfusiones sanguíneas. Existen tres formas principales del

gen: A, B y 0, y estas formas son estrictamente hereditarias. Los individuos pueden ser no sólo de tres, sino de cuatro tipos (o grupos) diferentes: 0, A, B y AB. La pequeña complicación se debe al hecho de que cada uno de nosotros recibe un ejemplar de cada gen de su padre, y un ejemplar de su madre. Por ejemplo, el tipo AB recibe A de un progenitor y B de otro.[1]

La existencia de este polimorfismo genético[2] (es decir, de una unidad hereditaria, o gen, con varias formas) se demostró utilizando unos reactivos que hay en la sangre, y también en otras partes; se necesitan como mínimo dos, el anti-A y el anti-B. La reacción se produce al añadir estos reactivos a una muestra de sangre del individuo examinado en un porta, una probeta o cualquier otro recipiente. Con uno de los dos reactivos se observa rápidamente una reacción positiva si los glóbulos rojos de la sangre (pequeñas células microscópicas) se reúnen formando una masa única o pequeños grumos claramente visibles. Como el color rojo de la sangre se debe a los glóbulos rojos, demasiado pequeños para que los veamos a simple vista, cuando dichos glóbulos se reúnen en grumos rojos compactos el resto del líquido se ve blanco, amarillento o transparente. Si la reacción es negativa, la gota de sangre conserva su color rojo homogéneo. Los reactivos anti-A y anti-B son *anticuerpos*[3] que normalmente están presentes en la sangre de ciertos individuos.

En los individuos de tipo A la reacción es positiva sólo con reactivo anti-A, y en los B sólo con el anti-B. Los individuos 0 no reaccionan con ninguno de los dos, y los AB son positivos con ambos. Para simplificar las estadísticas se renuncia a contar los distintos tipos de individuos y se cuentan los genes, que son dos por individuo: uno transmitido por el padre y otro por la madre. Pero los individuos A pueden ser tanto AA como A0. Los primeros tienen dos genes A, y los segundos un A y un 0 (como hemos visto en la nota 1), y en los individuos B se da una situación similar. Con métodos matemáticos sencillos podemos calcular cuántos individuos del grupo A tienen el tipo genético AA o A0, y lo mismo con los B.

En 1917 L. y H. Hirszfeld, inmunólogos polacos que trabajaban en París, examinaron muchos grupos étnicos distintos, desde los ingleses hasta los vietnamitas, pasando por los senegaleses y los indios asiáticos. Pudieron estudiar a los soldados de los ejércitos coloniales de Francia e Inglaterra y a los prisioneros de la primera

guerra mundial, es decir, gran número de poblaciones distintas, y vieron que las proporciones de los individuos de los cuatro grupos siempre eran distintas en cada población. Hoy sabemos que esta es la regla general. Cada población humana es única no sólo para el polimorfismo AB0, sino para muchos otros polimorfismos genéticos. Existe el mismo polimorfismo AB0 en los monos más afines al hombre, con algunas variaciones, y también se encuentra en otros organismos muy distintos. Con este trabajo había nacido la antropología genética.

Diferencias entre poblaciones

El siguiente cuadro da una idea de la frecuencia en porcentaje de las formas del gen AB0 según la población de origen:

Región o continente		A	B	0
Europa		27	8	65
	vascos	23	2	75
	italianos	20	7	73
	ingleses	25	8	67
Asia oriental		20	19	61
África		18	13	69
América (autóctonos)		1,4	0,3	98
Australia (autóctonos)		22	2	76

Ante todo advertimos que el sistema AB0 origina una fuerte variación individual, por el hecho de que cada persona sólo puede pertenecer a uno de los cuatro grupos. En la práctica esta variación es muy importante porque, por motivos de seguridad, en las transfusiones de sangre cada individuo sólo puede dar su sangre a los individuos de su mismo grupo, o a los de algunos de los otros grupos, pues de lo contrario puede haber reacciones muy peligrosas o in-

cluso fatales. En concreto, 0 puede dar sangre a cualquier grupo, A solamente a A y a AB, y B solamente a B y a AB.

Pero hay una variación entre las poblaciones, porque cada una tiene una frecuencia distinta de cada gen. El gen 0 siempre es el más abundante, y varía entre el 61 y el 98 por 100. El gen A varía entre el 1,4 y el 27 por 100. El gen B entre el 0,3 y el 19 por 100. Por supuesto, esta variación es sólo estadística, aunque casi se llegue a la ausencia de A y B.

Este cuadro suscita muchas preguntas. Ante todo, ¿por qué existe variación? ¿Se puede explicar, por lo menos en algunos casos? Tendremos muchas ocasiones de contestar. De momento lo que más nos interesa es extender nuestra descripción a otros genes, para ver si hay paralelismos.

Después de la primera guerra mundial se descubrieron muchos sistemas nuevos de grupos sanguíneos, siempre con métodos inmunológicos, y durante la segunda guerra mundial se descubrió el más complicado de todos, el Rh. A excepción del AB0 y del Rh, la mayoría de los demás sistemas de grupos sanguíneos que conocemos hoy apenas tienen interés clínico. A pesar de esto la curiosidad antropológica estimuló a miles de investigadores, que quisieron contribuir con su ladrillo a erigir un edificio de conocimientos genéticos cada día más grande. El hombre, a diferencia de los animales, siente la necesidad de conocer a sus progenitores, a sus antepasados, los orígenes. La genética le brinda la posibilidad de hacerlo, mediante el estudio de las diferencias hereditarias. Sabemos que, salvo algunas excepciones, los caracteres como la estatura, el color de la piel o el de los ojos son el resultado de tendencias hereditarias, pero poco precisas. Si encontramos niños rubios con padres morenos, no es necesario pensar que ha habido un lapsus sentimental. No conocemos bien el mecanismo de la herencia de estos caracteres que tan familiares nos resultan. Y es evidente que algunos de ellos, como la estatura, pueden estar influidos por factores no hereditarios. En cambio, conocemos bien la herencia de los grupos sanguíneos, así como la de muchas otras diferencias de naturaleza bioquímica (las enzimas y otras proteínas, sobre todo las de la sangre), pero por lo general son diferencias muy pequeñas, y hacen falta métodos de laboratorio sensibles para apreciarlas.

Arthur Mourant realizó el primer compendio importante (1954)

de los datos estadísticos sobre los polimorfismos humanos aparecido en las publicaciones científicas, gracias a las aplicaciones en el campo clínico y antropológico. La hematología geográfica de Ruffié y Bernard se planteó los mismos objetivos. El norteamericano William Boyd ya había demostrado que utilizando los datos genéticos de los primeros sistemas de grupos sanguíneos conocidos (AB0, Rh y otro sistema de grupos sanguíneos llamado MN) se podían distinguir las poblaciones de los cinco continentes. La segunda edición del libro de Mourant (1976) contiene un número mucho mayor de datos sobre los polimorfismos. Los estudios sobre el polimorfismo del ADN empezaron a aparecer sólo diez años después, pero aún son bastante escasos. Los primeros trabajos trataban de los polimorfismos que yo llamo «clásicos»: los grupos sanguíneos y los que también se habían obtenido con métodos inmunológicos u otros métodos basados en las propiedades químicas y físicas de las proteínas. Hoy día estos polimorfismos incluyen unos 250 genes, cada uno de ellos presente por lo menos en dos formas distintas. De algún que otro gen, más raro, se conocen docenas de formas distintas. Cuanto más numerosas son las formas distintas de un gen, mayor es su utilidad para reconstruir la evolución. Los más importantes son los genes del sistema HLA, que se han estudiado sobre todo para los trasplantes de órganos y tejidos. Los estudios sobre el ADN de poblaciones distintas de las europeas aún son escasos, aunque en los últimos años se han descrito varios miles de polimorfismos nuevos de ADN en las muestras de sangre de los europeos. Como el ADN es el material hereditario, a cada polimorfismo genético observado en proteínas, enzimas y grupos sanguíneos le corresponde un polimorfismo a escala del ADN; pero en éste se observan muchos otros polimorfismos que no se pueden descubrir de otra forma.

Usar la ley de los grandes números: estudiar muchos genes

¿Es posible reconstruir la evolución humana a partir de las poblaciones que viven en la actualidad? Simplifiquemos la cuestión, limitando nuestros estudios a las poblaciones indígenas, cuando se puedan reconocer las que ocupaban una región antes de las inmigraciones

más recientes. Si estudiamos un solo gen, por ejemplo el AB0, no podemos decir gran cosa. Ya hemos visto que en Asia el grupo B es numéricamente importante, respecto de los otros continentes. En Europa es más importante el grupo A, mientras que casi todos los indios de América son del grupo 0. Es difícil extraer conclusiones. Probablemente los genes A y B se perdieron en la mayoría de los indígenas americanos, pero ¿por qué se perdieron? Las suposiciones que se han hecho no permiten dar una respuesta del todo satisfactoria. En general, el gen AB0, por sí solo, no es muy útil para comprender los orígenes del hombre y su evolución. El primer ejemplo de una hipótesis sobre el origen histórico de un pueblo y de un gen, confirmada por otras informaciones independientes de la primera, es la referente al gen Rh. El análisis genético más sencillo permite distinguir dos tipos, Rh+ y Rh–. La mayoría de las poblaciones son 100 por 100 positivas. La forma Rh negativa es casi exclusivamente europea. La frecuencia más elevada de individuos Rh negativos (25 por 100 o más) se encuentra entre los vascos, lo que ha sugerido que el gen Rh– se originó en Europa, aumentó su frecuencia por alguna razón desconocida y se difundió hacia Asia y África. No ha recorrido mucho camino, porque la mayor parte del mundo ha permanecido Rh+. En general las frecuencias más altas se encuentran en el oeste y el noroeste de Europa, y disminuyen regularmente hacia los Balcanes, como si toda Europa hubiera sido en un momento dado Rh– (o por lo menos abundaran los individuos Rh–), y luego una población Rh+ procedente de Oriente Medio se hubiera difundido hacia el oeste y el norte, mezclándose con los europeos de cepa más antigua. Esta hipótesis, sugerida por la geografía del gen Rh, permanecería sin confirmar si no estuviera apoyada por el estudio de otros genes y otras pruebas proporcionadas por la antropología, que la hacen muy verosímil, como tendremos ocasión de ver más adelante.

La acumulación de datos sobre muchos genes en miles de poblaciones ha producido un laberinto de millones de cifras que nos revelan la frecuencia de las distintas formas de más de doscientos genes. Mientras tanto se ha creado un cuerpo de conocimientos que resulta muy útil para controlar las posibles hipótesis sobre la historia evolutiva del hombre.

La experiencia demuestra que nunca podemos fiarnos de un solo gen para reconstruir la evolución humana. Podría parecer que

un solo sistema genético, como el HLA, es tan rico en polimorfismos que por sí solo bastaría para hacer este análisis. Las sustancias HLA se encuentran en la superficie de ciertos glóbulos blancos de la sangre, y son importantes para la individualidad inmunológica y, a través de ella, para los trasplantes de tejidos y órganos. Presentan muchas formas distintas, algo necesario para establecer la individualidad, pero también están sometidas a una fuerte selección natural cuyas causas no conocemos bien. Si se encontraran diferencias entre las conclusiones obtenidas mediante HLA y las que se basan en otros genes, habría que buscar una explicación que nos ayudara a elegir entre ambas.

Una primera consideración importante es que algunos genes están sometidos a la acción de la selección natural. Sabemos que esto ocurre con el AB0 y el HLA, y también con el Rh. En el caso de los dos primeros porque algunas enfermedades, sobre todo las infecciosas, son más frecuentes en unos grupos que en otros. En casos extremos, la presencia de la forma de un gen resistente a una enfermedad infecciosa, o la ausencia de una forma sensible a una enfermedad infecciosa, puede informarnos sobre el hecho epidemiológico de la presencia o ausencia de esa enfermedad, que no tiene necesariamente un significado evolutivo. Pero en algunos casos conocer la presencia de una forma hereditaria particular, característica de una población determinada y ausente en otros lugares, tiene interés histórico, porque constituye un indicio de la llegada de esta población a un lugar determinado.

Los genes sometidos a fuerte selección natural debida a factores ambientales nos hablan sobre todo, inevitablemente, de esos factores ambientales. En los trópicos encontramos el color oscuro de la piel, y sabemos que hay un buen motivo para tener la piel oscura allí donde la irradiación solar (sobre todo la ultravioleta) es muy fuerte. Por lo tanto, el color de la piel nos habla de la historia de exposición a ambientes particulares y no, o no necesariamente, de relaciones genealógicas, que son las que nos interesan para reconstruir la evolución.

Darwin ya aconsejaba recurrir a caracteres no expuestos a selección natural para reconstruir la evolución. Hoy sabemos que, además de la selección natural, el azar también puede influir en la evolución, y veremos cómo. Pero sabemos que el azar causa fluctuaciones típicamente inconstantes y caprichosas; ¿cómo podemos fiarnos de él? A decir verdad, no hay por qué temer sus caprichos,

porque conocemos bien sus reglas, y sabemos que siempre nos revela los fenómenos que nos interesan si tenemos la fundamental precaución de estudiar un número suficiente de datos. Las sorpresas del azar disminuyen en la medida en que se amplían nuestras observaciones. Sin entrar en detalles prolijos, baste decir que, para resolver nuestro problema, debemos estudiar bastantes genes distintos, y entonces podremos reconstruir, mediante un estudio de sus tendencias medias, las regularidades que nos interesan. ¿Qué número de genes tenemos que estudiar? Es difícil decirlo *a priori*, pero un criterio útil es seguir estudiando genes nuevos hasta que nuestras conclusiones se vuelvan lo bastante estables y no muestren tendencia a cambiar con el aumento del número de genes. Este es un modo de usar el azar y no dejar que nos desvíe, recurriendo a la llamada «ley de los grandes números». El cálculo de probabilidades nos enseña que el azar, por caprichoso que sea, se puede vencer aumentando el número de las observaciones.

Jakob Bernoulli (1713, *Ars conjectandi*) escribe: «Hasta el más estúpido de los hombres, gracias a un instinto natural, puede, sin ninguna ayuda (lo cual es notable), convencerse de que cuantas más observaciones se hagan, menor es el riesgo de no dar en el blanco». Bernard de Fontenelle, contemporáneo suyo, observa que Bernoulli era de temperamento bilioso y melancólico, de ahí que tuviera cierta desconfianza en la inteligencia del hombre común (Stigler, 1986). Pero se podría decir que era optimista en lo referente a la frecuencia de la estupidez humana. No podía haber leído a Carlo Cipolla, historiador de la economía, que ha adaptado un diagrama de los economistas para definir la estupidez humana y ha declarado que el número de estúpidos siempre es mayor del que conocemos, o de lo que queremos creer.

Hay muchos ejemplos de investigaciones cuyas conclusiones se han visto falseadas por insuficiencia de datos. Pero puede ocurrir que ni siquiera el análisis de una cantidad grande sea suficiente. Si al analizar todo el material que tenemos a nuestra disposición nos damos cuenta de que es heterogéneo, y se puede descomponer en partes que nos dan resultados distintos, habrá que tratar de explicar estas diferencias. La historia de la evolución humana ha planteado problemas de este tipo, pero por suerte hasta ahora la explicación ha sido bastante sencilla.