

II. PARA REFLEXIONAR

6. UNOS Y DIVERSOS

¿Son todos los hombres iguales?

Todo el que haya visto *Los diez mandamientos* recordará al bueno de Aarón, el hermano de Moisés, y su báculo-serpiente. Lo que a lo mejor no sabe es que Aarón era miembro de la tribu de Leví. Esta fue la única de las doce tribus de Israel que no recibió una parte de la tierra prometida: su herencia consistió en el cuidado del templo. Durante los cuarenta años de travesía del desierto el culto entre los israelitas pasó de ser patriarcal, donde el mayor de cada familia ejercía las funciones de sacerdote, a estar organizado en torno al templo, con los levitas ocupados en las tareas de mantenimiento. Entre ellos, Aarón y sus descendientes fueron escogidos para el sacerdocio, lo que en hebreo recibe el nombre de *cohanim*. Todo esto sucedía allá por el año 1200 aC, y aún hoy hay gente que lleva los apellidos Leví y Cohen.

Como consecuencia de la diáspora, el pueblo judío se dividió hace unos mil años en asquenasitas y sefarditas, dos comunidades relativamente aisladas entre ellas. Pues bien, un estudio reciente mostraba que los sacerdotes de apellido Cohen repartidos por todo el mundo poseen un cromosoma Y prácticamente idéntico, y claramente diferente al cromosoma Y del resto de los hombres judíos, independientemente de su origen asquenasita o sefardita. Un estudio parecido a este se podría llevar a cabo con los hombres de cualquier otra familia, pero la ventaja de ésta en particular es que se puede seguir su rastro de una manera muy clara durante tres mil años, algo que es muy difícil de conseguir para otros apellidos de origen más reciente. En China hace casi 5.000 años que se heredan

los apellidos, mientras que en Turquía se empezaron a usar en 1933. La mayor parte de Europa adoptó esta costumbre entre los siglos XIII y XV, pero algún país como Islandia utiliza como apellido el nombre del padre que, por lo tanto, cambia cada generación. De aquí el valor como muestra de los cromosomas Y relacionados con un apellido Cohen.

El cromosoma Y, el que los padres pasan a sus hijos varones, es de los más pequeños del genoma y contiene información relacionada con algunas características típicamente masculinas como la distribución del pelo y la formación de los órganos sexuales.

Entonces, ¿cómo han sabido los investigadores que los hombres Cohen tienen un cromosoma Y muy parecido? De esta manera: compararon el mapa del cromosoma Y en un gran número de ellos y vieron que estos hombres tenían prácticamente siempre las mismas variantes. En cualquier grupo humano el cromosoma Y es generalmente muy variable, y por eso esta uniformidad resulta tan excepcional. La interpretación de este resultado es inmediata: en la antigua familia sacerdotal de los Cohen no ha entrado prácticamente ningún cromosoma Y (esto es, ningún hombre) que pueda incorporar nuevas variantes. El sacerdocio se transmite de padres a hijos junto con el cromosoma Y, y ningún hombre puede acceder a él si no es hijo de sacerdote. Este cromosoma ha llegado hasta hoy directamente desde Aarón, poco más o menos, aunque los autores de este estudio dejan muy claro que en ningún caso se lo puede considerar una confirmación del relato bíblico.

La siguiente pregunta es obligada: ¿tienen todos los hombres Cohen la misma distribución del pelo y las mismas características sexuales secundarias? ¿Será cierto que, como dice el tópico, todos los hombres son iguales? No es necesario hacer un estudio en profundidad para darse cuenta de que no. Basta con buscar tres o cuatro ejemplos. A primera vista, el escritor Albert Cohen, el poeta y músico Leonard Cohen, el genetista Daniel Cohen y los cineastas Joel y Ethan Coen no se parecen más entre ellos que a cualquier otro escritor, músico, genetista o cineasta. ¿De dónde vienen entonces todas estas diferencias?

No hace falta que se lo diga: del resto del genoma. Es muy fácil seguir la pista al cromosoma Y, porque sabemos que todos los niños lo heredan de sus padres, pero la cosa se complica cuando entran en juego los demás cromosomas. Los cromosomas no implicados en la determinación del sexo (todos menos el X y el Y) tienen una irreprimible tendencia a intercambiar trozos, cada uno con su pareja. Esto hace que sea imposible decir a simple vista qué trozo del genoma viene de cada lado de la familia. Si analizamos el mapa genético de cualquier niño acabamos dándonos cuenta de que ha heredado una mezcla de los cromosomas paternos y maternos.

Cualquier ciudadano que entra en una población y procrea incorpora su genoma a la baraja, con lo que al cabo de seis o siete generaciones es imposible seguir la pista a todas las criaturas que nacen con una porción del cromosoma inmigrante: la lista de primos lejanos sería interminable. Se han descrito excepciones anecdóticas a esta observación, como la de una familia afectada por una enfermedad que deformaba tanto a sus miembros que les era muy difícil casarse con nadie de fuera de la misma familia, pero en general no hay manera de impedir que nuestros preciosos genes acaben en los descendientes de nuestro peor enemigo, aunque sea de aquí a doscientos años.

Igualmente, pero en sentido contrario: cada persona tiene un padre y una madre. Como cada uno de ellos tenía un padre y una madre, esto supone cuatro abuelos. La generación anterior la formaban ocho bisabuelos. Estos números son manejables, y muchas personas incluso saben cómo se llamaban todos ellos. En algunas familias, incluso existen retratos para poner una cara a los nombres. Si sigue esta línea hacia atrás en el tiempo, y si cuenta una generación más o menos cada 25 años, puede calcular fácilmente que el número de personas que eran antepasados suyos el año 1500 debería ser de algo más de un millón. Cinco siglos antes, en el año 1000, una reunión familiar incluiría a nada menos que un billón, es decir, un millón de millones de personas. Este número de personas no ha existido en toda la historia de la humanidad,

ni aún sumando a todas las que han vivido desde los primeros *Homo sapiens*. Entonces, ¿qué quiere decir este número imposible de antepasados? Quiere decir que, mucho más cerca de lo que se imagina, usted y cualquier otra persona del globo comparten un antepasado. No necesariamente en los últimos mil años, pero en un momento no muy lejano hubo una persona que tuvo dos hijos, los descendientes de los cuales hoy viven en continentes distintos y se sorprenderían si alguien les dijera que tienen un primo en Bagdad o en Buenos Aires. El genoma humano nos lo dice y este pensamiento resulta un poco incómodo para algunos. Otra consecuencia que podemos extraer del número imposible de antepasados es que usted comparte antepasados bastante cercanos con cualquier persona que viva en su mismo entorno (excepto si acaban de llegar de Bagdad o Buenos Aires, claro). Normalmente se considera que los parientes de más de tercer grado, es decir, personas que han de retroceder más de tres generaciones para encontrar un ancestro común, son comparables a cualquier otra persona de la población por lo que respecta a diferencias genéticas. Los lazos familiares son otra cosa, pero es imposible distinguir entre primos de quinto o de vigésimo grado. Demasiadas personas han intervenido en la mezcla como para poder distinguir qué alelos vienen de dónde.

Volviendo a nuestros viejos conocidos, los Cohen, podemos estar seguros de que las diferencias genéticas entre ellos son considerables y que la baraja de los 22 cromosomas no sexuales habrá incorporado aportaciones de mujeres de todos los lugares del mundo donde han vivido los Cohen a lo largo de tres mil años.

Crisol de razas

Y, sin embargo, es evidente que algunos grupos humanos se parecen muchísimo entre ellos. Unas veces son familias, como nos demuestran los retratos de la nobleza pintados por

Velázquez si los comparamos con sus descendientes actuales. Otras veces son pueblos enteros: los europeos del norte, los africanos del centro y del sur o los orientales se nos presentan claramente como integrantes de una población concreta.

Este es un tema que, a lo largo de la historia de la humanidad, ha ocasionado más sufrimiento que todas las epidemias y catástrofes naturales juntas. Aún hoy justifica todo tipo de injusticias, unas muy evidentes en forma de guerras y agresiones y otras más disimuladas en el racismo latente de todas las sociedades. No es este un libro sobre razas y racismo, pero vale la pena aprovechar los datos que nos proporciona el genoma para desmontar un par de tópicos.

Como todo el mundo sabe, el prejuicio no necesita argumentos ni atiende a razones, porque si no no sería prejuicio. Si usted cree que *Homo sapiens* es una mezcla de varias razas (¿cinco? ¿seis?) las páginas que siguen le pueden sorprender y hasta ofender. Si cree que la raza humana es una, con una diversidad que la enriquece, a continuación encontrará algunos datos interesantes.

En párrafos precedentes hablábamos de un viajero que se instalaba en una población. Es fácil suponer que los habitantes de un pueblo tienden a casarse con otros habitantes del pueblo, o como mucho con alguien de los alrededores. No entran cartas nuevas en la baraja de su genoma muy a menudo, lo cual tampoco es necesariamente negativo.

De vez en cuando, un hijo pródigo que emigró regresa al pueblo con su exótica esposa y unos cuantos descendientes de uno y otro sexo. Si se sigue el comportamiento habitual que decíamos, estos niños incorporarán sus cartas al juego. No olvidemos que exactamente la mitad de estas cartas se las ha dado su madre: ya tiene todo un juego nuevo de variaciones genéticas que dentro de pocos años estarán repartidas entre los habitantes del pueblo. Si uno de estos emigra a su vez y se instala en el lugar de destino, o si va dejando descendencia por el camino, la mezcla se mantiene viva. En este sentido, se podría escribir un libro sobre el papel de los ejércitos en la diseminación de genomas a lugares remotos.

Tanto los soldados de paso como los invasores han contribuido generosamente a la mezcla de genomas.

No seamos demasiado duros con el estamento militar: en este aspecto no es despreciable la contribución, menos ruidosa pero igualmente eficaz, de los mercaderes. Un ejemplo para televidentes: los *kazakh*, los *uighur* y los *kirghiz* son tres poblaciones de Asia central que se encuentran a lo largo de la llamada Ruta de la Seda, la ruta comercial que unía Europa y Asia y fue especialmente activa entre los años 200 a C y 400 d C. El análisis del genoma de estas poblaciones indicó que eran descendientes de viajeros que se movían entre Europa y Asia hace unos dos mil años. Los seres humanos dejamos más huellas de lo que nos parece a simple vista.

El resultado final de todos estos movimientos humanos, unido al hecho de que nuestra especie es relativamente joven, hace que exista una gran uniformidad en el genoma de todos los hombres. Entre otras cosas, esto hace viable la existencia del Proyecto Genoma Humano: para cada gen hay una secuencia que podemos consensuar, y en diferentes personas podemos encontrar distintas variantes puntuales de estos genes. Si tenemos en cuenta los diferentes alelos que se conocen para cada gen, se calcula que en una población cualquiera podemos encontrar alrededor de un 85% de estos alelos. Es cierto que algunos alelos serán más frecuentes que otros, pero casi todos estarán presentes. Las diferencias entre dos poblaciones de un mismo continente se reducen más o menos a un 6%, y entre poblaciones de distintos continentes son de entre un 9 y un 13%. En este caso, cuando hablamos de poblaciones queremos decir “grupo humano”, no necesariamente “habitante de una ciudad o de un país”.

Parece lógico que las diferencias entre poblaciones de distintos continentes sean mayores que entre poblaciones de un mismo continente, porque el intercambio de individuos entre ambos grupos siempre será menor. El dato que no es tan evidente a primera vista es la enorme variabilidad que se da dentro mismo de cada población. Esto nos indica que las principales diferencias genéticas son entre individuos y no

entre poblaciones. La especie humana es homogénea en general, y cada uno es más diferente de cualquier persona, vecino o compatriota (con los que se diferencia más o menos en un 0,1% de su DNA) que de cualquier grupo de personas (que, casi seguramente, entre todos tendrán casi todos los alelos que usted tiene).

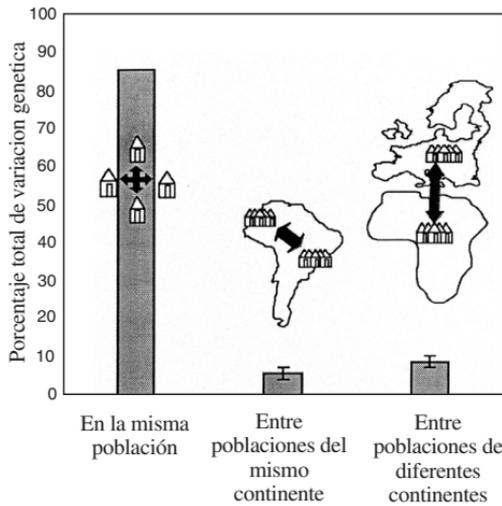


FIGURA 9. Porcentaje de variación genética que se puede encontrar en una población y entre distintas poblaciones.

Modificado a partir de: Owens, K & King, M-C. Genetic views of human history. *Science* **286**: 451-453, 1999.

Entonces, ¿por qué los científicos continúan hablando de razas? ¿No estamos de acuerdo en que son construcciones artificiales? Hay una justificación para hablar de razas o, más exactamente, un contexto. Las ideas de raza o etnia son herramientas útiles para el estudio de las poblaciones humanas. Tanto los pigmeos como los masai son de raza negra, pero si no fuera por el color de su piel no diríamos que son grupos humanos vecinos: sus diferencias de altura los hacen suficientemente diferentes unos de otros como para otorgar-

les una categoría propia. Nuestro cerebro está entrenado para captar las diferencias, pues así podemos distinguir entre unas personas y otras. Desde un punto de vista genético, cualquier gen nos puede dar una división de la humanidad en grupos que presenten un abanico de variantes, y no necesariamente estos conjuntos serán siempre coincidentes con lo que llamamos razas o etnias. Nuestra pereza nos lleva a fijarnos en mayor medida en los detalles más superficiales.

La importancia de las pequeñas diferencias

Usted se preguntará: entonces, ¿por qué son tan evidentes las diferencias físicas que vemos entre, por ejemplo, un irlandés pelirrojo y un pigmeo? Estas diferencias son mucho menores de lo que parece.

Desde hace algunos años sabemos que las diferentes variantes de un solo gen son responsables de la mayor parte de la variabilidad que vemos en el color de la piel y el cabello. Este gen, llamado *MC1R* (sólo para que se haga idea del tipo de nombres que tienen los genes: éste se llama en realidad “receptor de la hormona estimuladora de la melanocortina”), interviene en el control de los niveles de los diferentes tipos de melanina. La melanina es el pigmento que protege de las radiaciones ultravioleta del sol. En zonas de fuerte insolación es conveniente tener buenas provisiones de melanina en la piel, pero en latitudes donde el día es más corto puede ser ventajoso tener menos melanina para aprovechar al máximo la poca luz solar. Este es un ejemplo de los diferentes efectos que puede tener el producto de un gen en diferentes ambientes. Un estudio reciente mostraba que un porcentaje muy alto de irlandeses y británicos que se queman con el sol y no se broncean presenta variaciones en este gen, mientras que entre los irlandeses y británicos que se ponen morenos en lugar de quemarse sólo un 4% presentaban variaciones en *MC1R*. En este estudio ningún africano presentaba variaciones en este gen: en África estas variantes no son ven-

tajas para quien las tiene y no consiguen fijarse en la población.

Parece que estas variaciones son respuestas adaptativas a diferentes condiciones climáticas, pero lo interesante ahora para nosotros es ver que un cambio de una única base en este gen da como resultado que dos personas tengan aspectos físicos muy distintos. Estas diferencias no podrían ser más superficiales, literalmente, ya que se refieren sólo a la capa más externa de la persona. Es muy posible que las diferencias físicas en que se basa la división de la especie humana en razas se puedan explicar por medio de variantes en un puñado de genes.

La mayor parte de las veces la distinción entre razas es simplemente política. Por ejemplo, desde el año 2000 las oficinas del censo en los Estados Unidos ofrecen siete casillas para definir la propia pertenencia a una u otra raza: una persona puede definirse como indio americano o nativo de Alaska, asiático, negro o afroamericano, hawaiano o de otra isla del Pacífico, blanco, hispano o latino y ni hispano ni latino. Parece redactado por los Monty Python, pero es un documento de una agencia del gobierno americano. En Gran Bretaña se ofrecen dieciséis posibilidades diferentes para que cada persona se defina a sí misma desde el punto de vista de la raza. Se puede escoger entre ser indio, pakistaní o bengalí y entre británico, irlandés o blanco. La ciencia no tiene nada que ver con esto, puede estar seguro. El concepto de raza tal como lo utilizamos cotidianamente es un concepto social, que puede ser útil para que los gobernantes adapten los servicios públicos a las características de la comunidad que los usará (y por eso se incluye en el censo), pero que no se puede delimitar lógicamente.

Veamos otro ejemplo de cómo los grupos humanos son más complejos de lo que se podría pensar a simple vista. Durante el siglo XVIII, una sentencia habitual en los tribunales ingleses era la deportación. Los criminales eran enviados a lugares lejanos y se les prohibía volver a su tierra. Estos lugares eran colonias del naciente imperio británico, princi-

palmente América y Australia. En América, los nuevos residentes podían interactuar rápidamente con los residentes provenientes de otras partes de Europa y así contribuir a la mezcla de genomas. Sin embargo, en Australia la situación era muy diferente. Los colonos británicos no se mostraban inclinados a mezclarse con los pobladores autóctonos, a los que llamaron aborígenes. Hasta más adelante no se abrió la isla a otros colonos europeos y asiáticos.

Alguien podría pensar que una población formada inicialmente por criminales tendría que acabar en una especie de sociedad sin ley, como las que muestran algunas historias futuristas. Nada más lejos de la realidad. La población de Australia es tan heterogénea como las demás, y esto nos devuelve a un antiguo concepto conocido: el determinismo. Los escritores naturalistas del siglo XIX inculcaron en las conciencias de Europa que el hijo de un malvado tenía que ser un malvado. Los australianos son la prueba viviente de que los humanos llevamos la variedad allá donde vayamos y de que el carácter no es un sello que nos estampan al nacer.

La inesperada herencia del emperador

Hemos visto ejemplos del parecido fundamental entre los hombres y al mismo tiempo la variabilidad que convierte a cualquier persona en un individuo único. Ahora veamos un ejemplo de población que no se ajusta a las normas.

Durante su último destierro en la isla de Santa Elena Napoleón no estaba solo. Una guarnición militar se acuarteló en la vecina isla de Tristan da Cunha, para controlar los movimientos del emperador responsable de que en la Europa continental se circule por la derecha. O más exactamente, para controlar sus no-movimientos. La guarnición la formaban unos pocos soldados. Fue desmantelada en 1817 pero uno de los militares decidió quedarse. La población incrementó con unos pocos naufragos y emigrantes de origen europeo. Al cabo de unos cuantos años llegaron algunas

mujeres de la isla de Santa Elena. Entre ellas había una mujer asmática. Sus descendientes, los habitantes actuales de la isla de Tristan da Cunha, cerraron recientemente un trato con una gran empresa farmacéutica para una colaboración en exclusiva con su equipo de investigación del asma.

¿Qué hace a los habitantes de Tristan da Cunha tan especiales como para que puedan negociar en bloque con una empresa farmacéutica? Su aislamiento: durante dos siglos han mezclado sus genomas entre ellos, sin casi ninguna aportación forastera. Hoy en día la población, de unos trescientos habitantes, sólo tiene siete apellidos diferentes. La situación de la isla, en el Atlántico sur, la ha mantenido alejada de las rutas comerciales y, hasta su redescubrimiento como campo de estudio del asma, sólo ocupó la atención internacional en 1961 con motivo de una violenta erupción volcánica que obligó a evacuar la isla y a trasladar a sus habitantes a Gran Bretaña. Lo crea o no, en 1963 éstos votaron casi unánimemente a favor de regresar. El genoma de la mujer asmática ha ido pasando a una gran parte de los habitantes de la isla durante seis o siete generaciones. Como consecuencia, una característica relativamente poco frecuente en una población *abierta*, como el asma, se ha convertido en una enfermedad con una incidencia altísima en la isla. Los investigadores disponen de un material genético único para intentar localizar qué genes son responsables de la reacción inflamatoria que conocemos como asma. Los habitantes de Tristan da Cunha pueden recibir un beneficio inmediato de su colaboración con los científicos: piense que el mayor ingreso de divisas en la isla es por la venta de sellos de correo. En este caso, la colaboración es en exclusiva con unos investigadores, pero no se escandalice: es muy raro que las familias afectadas por una enfermedad colaboren con distintos grupos de investigación. Volveremos sobre este ejemplo en el capítulo próximo, dedicado a comentar aspectos éticos de la investigación genética.

No sólo las poblaciones insulares están aisladas. Algunos pueblos donde los matrimonios entre vecinos se han dado

con especial insistencia son ahora interesantes para los investigadores, que han puesto en marcha “proyectos genoma” locales para estudiar estos genomas más homogéneos de lo corriente. Uno de ellos se centra en Cerdeña, donde varios pueblos del noroeste de la isla han vivido prácticamente aislados del mundo exterior durante cinco siglos. En uno de estos pueblos, llamado Talana, viven 1.400 personas que descienden de ocho hombres y ocho mujeres, y menos del 5% de los matrimonios han sido con forasteros. En el sur de Italia se encuentra el pueblo de Carlantino, donde durante el pasado siglo el 99,5% de los enlaces se dieron entre habitantes de la comunidad.

Estas historias de los Cohen, los irlandeses que se abrasan al sol, los australianos y los asmáticos de Tristan da Cunha no son especialmente importantes por sí mismas. Es muy posible que al cabo de un tiempo de haber leído este libro no las recuerde usted, o las mezcle entre ellas. Un sacerdote judío poniéndose moreno en una isla del Atlántico sur. No se preocupe. Mi intención al presentárselas aquí ha sido, por un lado, explicarle unas historias que le distraigan un rato y, por otro, ofrecerle una vista aérea de la especie humana. Ya sabe a qué me refiero: desde lejos, todas las muchedumbres son iguales. Cuando las vemos persona a persona nos damos cuenta de que cada uno es como es.

¿Cuántos ejemplos encontraríamos? Tantos como ciudades, islas o caminos hay en el mundo. Todos tienen su historia y el genoma nos puede ayudar a desentrañarla. Lo que vale la pena tener presente es que no somos tan diferentes unos de otros si nos podemos reconocer en un único genoma. Al mismo tiempo, cada uno de nosotros es portador de una información única, que es la materia prima de la persona que somos y de nadie más, la base sobre la cual se construye nuestra individualidad.