

JOHANNES KRAUSE  
THOMAS TRAPPE

EL  
VIAJE DE  
NUESTROS  
GENES

*Una* HISTORIA *sobre* NOSOTROS  
*y* NUESTROS ANTEPASADOS

El campo de la arqueogenética está experimentando una tremenda revolución científica. Una nueva generación de máquinas de secuenciación de ADN está permitiendo desentrañar los secretos ocultos de nuestros orígenes, y estos descubrimientos están transformando el mapa de la evolución humana. En *El viaje de nuestros genes*, Johannes Krause, líder indiscutible de esta disciplina, pone a disposición del lector un análisis minucioso de los últimos avances y, con su coautor, el periodista Thomas Trappe, los vincula a los debates políticos actuales en torno a la migración y los reasentamientos masivos, demostrando que están lejos de ser un fenómeno moderno y argumentando que en la sociedad global está la clave hacia el progreso, sobre todo para Europa.

Además de responder a una serie de preguntas universales con datos prácticamente irrefutables y relatar desde el descubrimiento de un nuevo eslabón humano hasta el desarrollo de las lenguas indoeuropeas, pasando por la adaptación evolutiva a la lactosa, este libro nos confronta con la dimensión política de la genética.

## Prólogo

Europa no había vivido todavía nada parecido. La oleada de inmigrantes que avanzó hacia el centro del continente atravesando los Balcanes representó una auténtica nueva era en el sentido literal de la expresión. Nada sería ya como antes. Llegaron innumerables familias marcadas por la agricultura y que deseaban una cosa por encima de todo: la posesión de nuevas tierras. Los antiguos europeos arraigados en esas regiones no pudieron evitarlo. Al principio se retiraron; posteriormente, esa antigua cultura europea acabó desapareciendo. Los seres humanos que habitarían Europa a partir de entonces tenían un aspecto diferente de aquellos a quienes habían desplazado. Se trató de un intercambio de población.

Han transcurrido 8000 años desde aquella drástica oleada migratoria y, sin embargo, no ha sido sino muy recientemente cuando hemos logrado conocer datos mucho más exactos sobre ella. Armados con una tecnología revolucionaria, trituramos huesos antiquísimos hasta convertirlos en polvo, y de su ADN destilamos las historias que vamos a narrar en este libro. La joven rama científica de la arqueogenética aprovecha los métodos desarrollados en la medicina para descifrar un genoma que, en parte, tiene cientos de miles de años de antigüedad. Esta especialidad está apenas despegando; no obstante, el conocimiento que hemos adquirido es ya inconmensurable. En los huesos humanos de un pasado lejano no solo reconocemos los perfiles genéticos de los fallecidos, sino también el modo como se expandieron sus genes por Europa, es decir, sabemos cuándo llegaron y de dónde procedían nuestros ancestros.

Ahora bien, la llegada de los anatólios hace 8000 años es solo uno de los muchos movimientos migratorios en la historia de nuestro continente. La arqueogenética demuestra que no existen seres humanos con raíces europeas «puras», y que estas probablemente no existieron nunca. Todos nosotros poseemos un trasfondo migratorio, y nuestros genes nos ofrecen su relato.

Cuando en el año 2014 demostramos la migración anatólia de la Edad de Piedra, no intuíamos la actualidad que adquiriría ese hecho poco tiempo después. En el verano de 2015 tuvo lugar de nuevo una migración hacia la Europa central a través de los Balcanes, a consecuencia de la cual se produjeron graves agitaciones en muchos estados europeos, y sus repercusiones políticas a largo plazo todavía no son, ni de lejos, previsibles. La frase realmente inofensiva de Angela Merkel, «Conseguiremos manejar esta situación», fue capaz de dividir a la sociedad en dos bandos en parte irreconciliables. En la actualidad, esa frase la citan quienes se oponen a la migración, y la pronuncian casi únicamente como caricatura y para expresar justo el sentido contrario. En su opinión, la migración de masas no es algo que pueda manejarse y no es, en absoluto, algo que tenga que aceptarse así sin más. La potencia explosiva de este asunto quedó patente incluso en los debates en torno al Pacto Mundial sobre Migración de la ONU. En Alemania se alzaron voces para no aceptar el acuerdo, y muchos estados retiraron su apoyo al texto porque no limitaba la migración, sino que la fomentaba. Se trata de conflictos políticos en los que la arqueogenética no debe, ni pretende en absoluto, comprometerse a ejercer de árbitra. Ahora bien, lo que sí puede hacer es ayudar a poner en perspectiva las diferentes cuestiones y a entender Europa como lo que sin duda es: una historia de progreso que se extiende a lo largo de varios milenios, una historia que no habría sido posible sin la migración ni la movilidad de los seres humanos.

La idea de escribir este libro nació como una consecuencia de la «crisis de los refugiados» de 2015. La arqueogenética puede contribuir a muchos de los debates sociales que se han generado al respecto desde entonces. Dejar que este conocimiento repose en el polvo de los huesos sería despilfarrar los esfuerzos de los investigadores. En las páginas siguientes expondremos las grandes oleadas migratorias que, desde la prehistoria, marcaron a Europa, y también aquellas que partieron de ella y fundaron el mundo occidental. Entre otros asuntos, nos ocuparemos de la ruta eterna de los Balcanes y de los conflictos que han surgido desde tiempos inmemoriales, asociados a las migraciones. Explicaremos por qué los primeros europeos tenían la piel oscura y por qué los análisis del genoma pueden situar en el mapa a individuos europeos concretos, pero que no pueden delimitar genéticamente los pueblos, y muchísimo menos las nacionalidades. Trazamos un arco desde la Edad de Hielo, en la que comenzó el viaje genético de los europeos, hasta la actualidad, en la que estamos casi a punto de asumir nuestra propia evolución. Cabe señalar que este libro no está pensado únicamente para abordar controversias políticas, sino que también es la primera obra en lengua alemana en la que se resumen los conocimientos de la arqueogenética sobre la historia de Europa.

Estos conocimientos nuevos no sirven para esos debates de o todo blanco, o todo negro. Con absoluta certeza, los inmigrantes dejaron su impronta en Europa, y sin ninguna duda los desplazamientos poblacionales que acarrearón trajeron consigo mucho sufrimiento a los cazadores y recolectores, que fueron desplazados por los agricultores anatólios. La historia de la migración es también la historia de las enfermedades mortales, la de la peste, por ejemplo, que se remonta hasta la Edad de Piedra. Es muy probable que trazara un reguero de muertes a través de Europa, allanando el camino a aquellos humanos cuyos descendientes prepararían posteriormente la Edad del Bronce. Somos conscien-

tes de que este libro aporta argumentos tanto para quienes son receptivos a la migración como también para quienes quieren ponerle unas fronteras estrictas. Ahora bien, es de esperar que tras su lectura nadie niegue que la movilidad forma parte de la naturaleza humana. Como es evidente, lo que más les gustaría a los autores sería que los lectores se acercaran a su punto de vista de que la sociedad global que ha sido ensayada desde hace milenios también será en el futuro la clave del progreso, incluso, y sobre todo, para Europa.

En este libro hemos trabajado dos autores. Johannes Krause, que a partir del siguiente capítulo asumirá el papel de narrador en primera persona, es (y esto lo escribe el segundo autor con modestia) uno de los expertos más sólidos en el campo de la arqueogenética en todo el mundo y es director del Instituto Max Planck para la Ciencia de la Historia de la Humanidad, ubicado en Jena. Al coautor, Thomas Trappe, no solo se le encomendó la tarea de condensar en una narración breve todo el conocimiento de Krause, sino también proporcionarle un marco contemporáneo e incorporarlo a los debates políticos actuales. En estos últimos años, Trappe ha colaborado repetidamente con Krause en labores periodísticas, además de ocuparse del tema del nacionalismo y de su ideología más reciente. En muchas de las conversaciones entre ambos autores surgió la voluntad de reunir en un libro conjunto la ciencia y los debates de actualidad.

Comencemos con una rápida galopada por los fundamentos de la arqueogenética. Y con una falange que influyó de un modo decisivo en la carrera científica de Krause. De una manera del todo sorprendente, ese hueso nos presentó una nueva forma humana, e indirectamente atestiguó la afinidad de los primeros europeos con los neandertales.

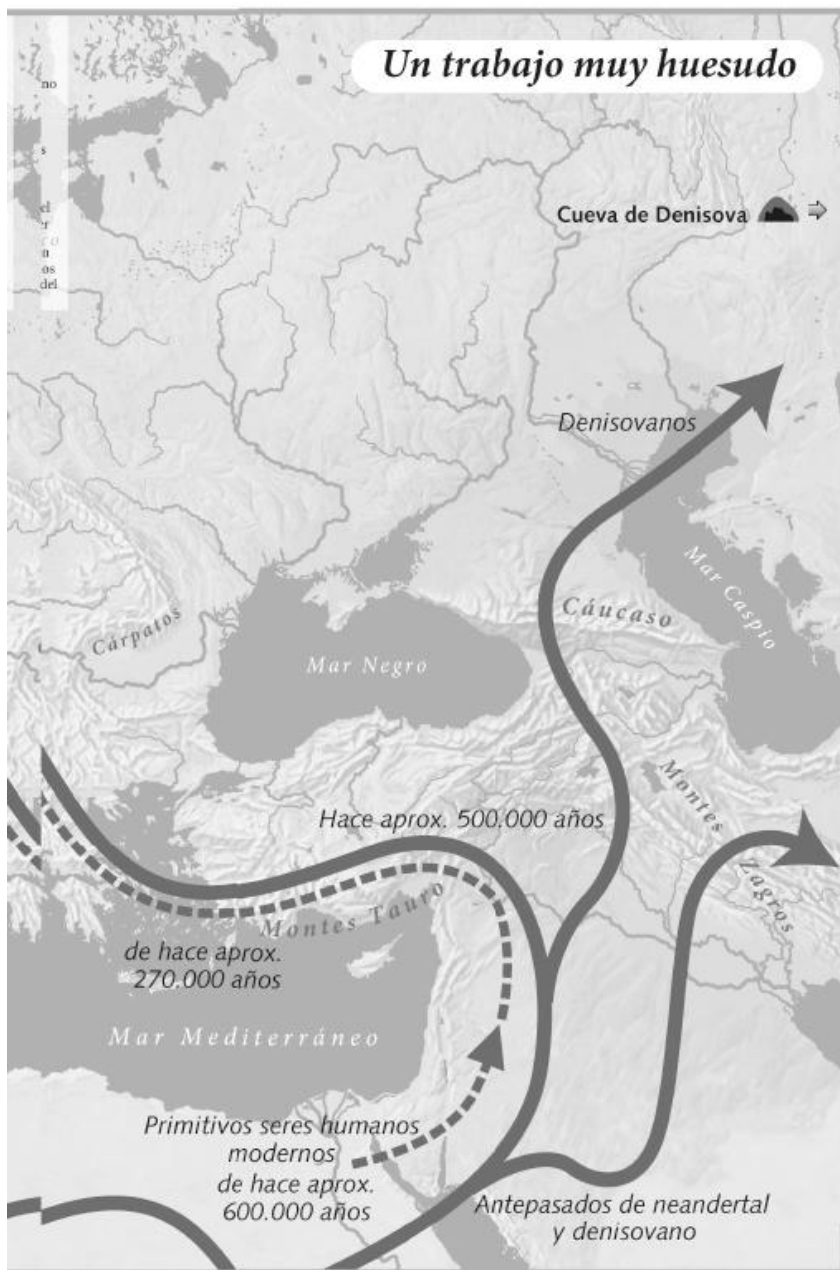
# 1

## Un trabajo muy huesudo

Un dedo siberiano nos conduce al nuevo ser humano primitivo. Genetistas con la actitud de los buscadores de oro; poseen máquinas extraordinarias. Adán y Eva vivían separados. El neandertal fue un error. *Parque Jurásico* nos vuelve locos a todos. Sí, todos nosotros estamos emparentados con Carlomagno.







## UN HUESO EN EL ESCRITORIO

La yema del dedo que me encontré una mañana del invierno del año 2009 al llegar a mi mesa de trabajo no era más que el resto de un dedo en un estado lamentable. Falta la uña, y no digamos ya la piel; se trataba en realidad de la punta de la primera falange de un dedo y no era más grande que un hueso de cereza. Tal como descubriría un tiempo después, pertenecía a una niña de entre cinco y siete años. La yema se hallaba en el interior de un sobre acolchado estándar y venía desde muy lejos, desde Novosibirsk. No todo el mundo se alegra cuando, antes del café de la mañana, se encuentra encima del escritorio con partes del cuerpo seccionadas procedentes de Rusia. Sin embargo, yo sí.

Casi una década antes, en el año 2000, el presidente estadounidense Bill Clinton había ofrecido una rueda de prensa en la Casa Blanca, en la que anunció que tras diez años de trabajo y una inversión de miles de millones de dólares en el Proyecto Genoma Humano se había logrado el desciframiento de este último. De pronto, el ADN se convirtió en un tema de debate omnipresente, el periódico *FAZ* sustituyó su suplemento cultural con la publicación de secuencias del genoma humano, una serie infinita de las bases A, T, C y G, de las que consta el ADN. En ese momento, muchos fueron conscientes de repente de la importancia que iba a adquirir la genética en el futuro. Al fin y al cabo existía la esperanza de leer en el ADN del ser humano como en los planos de una construcción.

En el año 2009, la ciencia se vio mucho más cerca de ese objetivo. En ese tiempo yo trabajaba como investigador posdoctoral en el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig, conocido también por su simbólica abreviatura MPI-EVA. Este instituto ya era por aquella épo-

ca la primera referencia en todo el mundo para científicos que con ayuda de una técnica de elevada eficiencia pretendían secuenciar el ADN a partir de huesos antiguos. Le precedían décadas de esfuerzos en la investigación genética que hicieron posible que con ayuda de la primera falange del dedo que estaba en mi mesa de trabajo se reescribiera un poco la historia de los orígenes de la humanidad. Y es que en el hallazgo de Siberia nos tropezamos con unos restos mortales de una antigüedad aproximada de 70000 años, pertenecientes a una niña de una forma humana primitiva hasta entonces desconocida. Esto lo revelaron unos cuantos miligramos de polvo de huesos y una muy compleja máquina de secuenciación. Tan solo algunos años antes habría sido técnicamente impensable descifrar a quién pertenecía la yema diminuta de un dedo. Y las astillas de hueso no solo nos mostraron eso, sino que también nos enteramos tanto de lo que unía a aquella niña con las personas que vivimos en la actualidad como de lo que nos diferenciaba de ella.

#### UN BILLÓN AL DÍA

El ADN entendido como los planos de construcción de la vida se conoce desde hace más de cien años. En 1953, James Watson y Francis Crick, tras los trabajos preparatorios de Rosalind Franklin, descubrieron su estructura, razón por la cual ambos recibirían nueve años más tarde el Premio Nobel de Medicina (en esa fecha Franklin había fallecido ya a la temprana edad de treinta y siete años). La medicina fue también la disciplina que desde entonces impulsó la investigación del ADN y la que abrió el Proyecto Genoma Humano.

Un hito en el desciframiento del ADN, es decir, en la capacidad de leerlo, fue el desarrollo en los años ochenta de la reacción en cadena de la polimerasa<sup>[1]</sup>. Este procedi-

miento es uno de los fundamentos de las máquinas actuales de secuenciación que realizan la lectura completa de la sucesión de las bases dentro de una molécula de ADN. Las máquinas secuenciadoras se han desarrollado a una gran velocidad desde principios de este milenio. Cualquiera que recuerde su viejo Commodore 64 y que en la actualidad utilice un teléfono inteligente puede imaginar también la velocidad en los avances técnicos en el campo de la genética.

Algunas cifras nos permitirán adivinar en qué dimensiones nos movemos en lo referente al desciframiento del ADN. El genoma humano se compone de 3300 millones de bases<sup>[2]</sup>. En el año 2003, cuando se finalizó el Proyecto Genoma Humano, habían sido precisos más de diez años para descifrar la información genética de un ser humano<sup>[3]</sup>. En la actualidad logramos en nuestro laboratorio un billón de pares de bases por día. El rendimiento de estas máquinas se ha multiplicado varios cientos de millones de veces en los últimos doce años, de modo que hoy puede descodificarse la fabulosa cifra de trescientos genomas humanos en un día y en una sola máquina secuenciadora. Con toda seguridad, dentro de diez años será posible descifrar en todo el mundo los genomas de millones de seres humanos, a pesar de que hasta el momento se siguen subestimando casi siempre los desarrollos en el futuro. Las secuencias de ADN se evalúan cada vez con mayor velocidad y a un menor coste, por lo que se están volviendo un producto al alcance de cualquiera. Entretanto, la investigación de un genoma cuesta menos que un hemograma completo, y podemos imaginar muy bien que pronto la posibilidad de descifrar el genoma de su recién nacido se convertirá en una rutina para los papás y las mamás jóvenes. La secuenciación del ADN ofrece unas posibilidades insospechadas, por ejemplo, en la detección temprana de predisposiciones genéticas para

determinadas enfermedades, y ese potencial se irá incrementando<sup>[4]</sup>.

Mientras que la medicina descifra el genoma de las personas que viven en la actualidad para entender mejor las enfermedades y crear sobre ese fundamento nuevas terapias y medicamentos, los arqueogenetistas aprovechan las técnicas desarrolladas en la genética para analizar hallazgos arqueológicos —huesos antiguos, dientes o incluso muestras de tierra— y extraer conclusiones del ADN encontrado en esos hallazgos sobre el origen de seres humanos fallecidos hace muchísimo tiempo. Para la arqueología se inauguran vías de trabajo completamente nuevas.

A diferencia del pasado, la arqueología ya no depende de teorías e interpretaciones, sino que es capaz de demostrar, por ejemplo, los movimientos migratorios de seres humanos sobre la base de análisis genéticos con una precisión sin precedentes. Para la arqueología, el desciframiento de ADN antiguo tiene una importancia comparable a la de otra revolución técnica que se remonta a los años cincuenta. En aquel entonces, determinar la edad de los hallazgos arqueológicos pasó a basarse en unos fundamentos completamente nuevos gracias al método del radiocarbono. De esta manera pudieron datarse por primera vez los restos mortales humanos con fiabilidad, pese a, todo sea dicho, no poder precisar con exactitud el año<sup>[5]</sup>. La arqueogenética posibilita incluso leer fragmentos de esqueletos y reconocer en ellos unas relaciones de las cuales no sabían nada aquellos a quienes pertenecieron en su día los huesos. Los restos mortales humanos, algunos de los cuales reposaban en la tierra desde hace varias decenas de miles de años, se convierten de este modo en mensajeros del pasado. En ellos están escritas las historias de nuestros antepasados que van a contarse en este libro, algunas por primera vez.

## PROGRESO A TRAVÉS DE LAS MUTACIONES

La joven ciencia de la arqueogenética puede ayudarnos a encontrar nuevas respuestas a algunas de las cuestiones más antiguas y fundamentales de la historia de la humanidad: ¿qué nos hace humanos? ¿De dónde venimos? Y ¿cómo nos convertimos en las personas que somos en la actualidad?

Uno de los pioneros más importantes en esta especialidad es Svante Pääbo, desde 1999 director del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig. Médico de profesión, en 1984, Pääbo, durante la redacción de su tesis doctoral en la universidad sueca de Uppsala, extrajo del laboratorio, de una manera más o menos clandestina y con nocturnidad, ADN de una momia egipcia. Fue el comienzo de una gran carrera. En el año 2003, Pääbo me admitió en Leipzig en su equipo como estudiante de posgrado. Cuando dos años más tarde yo trataba de encontrar un tema para mi tesis doctoral, él me propuso descifrar el genoma del neandertal con su equipo. En realidad era una locura: dado el estado de la técnica de aquellos tiempos, una empresa de ese calibre habría necesitado décadas, y también habríamos tenido que moler varias docenas de kilogramos de los valiosos huesos de neandertales. No obstante, confiaba en Pääbo y en su capacidad de valorar el proyecto de una manera realista. Acepté el encargo. La decisión resultó ser la correcta. Gracias al desarrollo espectacularmente rápido de la técnica de secuenciación, concluimos nuestro trabajo tres años después, y además necesitamos muchísimos menos huesos de lo esperado.

Era por esa época cuando me llegó el fragmento de dedo procedente de la República de Altái. Huesos como esos son los soportes de datos de la arqueogenética, a partir de los cuales podemos extraer muchas conclusiones. El ser humano primitivo a quien pertenecían esos huesos, ¿se contaba entre nuestros antecesores directos o se extinguió su línea en algún momento? ¿En qué se diferencia su herencia

genética de la nuestra? Los genomas de los seres humanos prehistóricos se convierten así en el patrón sobre el cual colocamos nuestro ADN actual. Como científicos nos interesan aquellos lugares en los que el patrón no encaja. Y es que esas son las posiciones en las que nuestro ADN ha cambiado, donde se ha producido una «mutación». Es posible que esta palabra tenga un sonido desagradable para muchos oídos; sin embargo, las mutaciones son ciertamente el motor de la evolución y el motivo por el cual en la actualidad los seres humanos y los chimpancés nos contemplamos con asombro unos a otros separados por una valla en el parque zoológico. Para la arqueogenética, las mutaciones son los hitos de la historia de la humanidad.

En el tiempo que precisará usted para leer este capítulo, el ADN de millones de sus células se habrá transformado, ya que se descompone constantemente y necesita ser renovado en la piel, en los intestinos, en todas partes. Cuando algo sale mal en la operación de renovación, hablamos entonces de mutaciones. Ocurren con mucha frecuencia, lo cual no es sorprendente si tenemos en cuenta la intensa frecuencia de las renovaciones celulares. Por regla general, el cuerpo repara de inmediato las mutaciones, pero esto no es siempre así. Cuando se producen en las células germinales del ser humano, es decir, en espermatozoides y óvulos, estas pueden transmitirse a la siguiente generación como factor hereditario. En este proceso interviene la propia función protectora del cuerpo: muere la mayoría de las células germinales con mutaciones que causan enfermedades graves. Sin embargo, en mutaciones menores esto no tiene por qué suceder forzosamente así. Es entonces cuando, dependiendo de las circunstancias, puede heredarse una modificación genética<sup>[6]</sup>.

Las modificaciones genéticas que conducen a una mayor descendencia se propagan con mayor rapidez en las poblaciones porque se transmiten con una mayor frecuencia. El hecho de que el ser humano posea, por ejemplo,