



Carles Lalueza-Fox

La forja genética de Europa

**Una nueva visión del pasado
de las poblaciones humanas**



Índice

Prólogo	9
Capítulo 1. El adiós de los neandertales.	11
Capítulo 2. Primer asalto al genoma de La Braña	17
Capítulo 3. El hombre moreno y de ojos azules.	33
Capítulo 4. Loschbour y Stuttgart	55
Capítulo 5. Cerca de la puerta de entrada: genomas neolíticos de Hungría	71
Capítulo 6. Retrocediendo hacia el pasado: Kostenki 14 y Oase	81
Capítulo 7. El origen de los indoeuropeos: la migración de las estepas	89
Capítulo 8. Llegan los cardiales	101
Capítulo 9. Ocho mil años de selección natural en los europeos	111
Capítulo 10. Los hermanos de La Braña.	119
Capítulo 11. El cuarto elemento: el Cáucaso	127
Capítulo 12. Las islas británicas	133

Capítulo 13. Desvelando el paleolítico superior	139
Capítulo 14. En el origen del neolítico: Oriente Próximo	147
Capítulo 15. La cultura del vaso campaniforme	155
Capítulo 16. Lo que sabemos de la prehistoria de Europa	165
 Bibliografía	 175

Prólogo

Hace más de cien años que los arqueólogos estudian la cultura material de las poblaciones prehistóricas de Europa y debaten sobre su significado en términos demográficos. ¿Se mueven las personas o se mueven las ideas? Y si se mueven las personas, ¿son estas diferentes de las que había antes en el mismo lugar? Resulta sorprendente que no se conociera cómo eran genéticamente estos europeos prehistóricos hasta hace tan solo cinco años. Sus restos esqueléticos se encuentran desperdigados por todo el continente, en miles de individuos. Sin embargo, su estudio antropológico proporciona pocos datos aclaratorios; con frecuencia, incluso la atribución del sexo puede ser controvertida.

Ahora contamos con nuevas herramientas moleculares que permiten recuperar masivamente información genética de los individuos del pasado e incluso obtener genomas completos que nos explican cómo eran los primeros pobladores de Europa, qué relaciones filogenéticas tenían con otros grupos humanos, cómo eran físicamente, cómo estaban adaptados a las enfermedades y a las condiciones climáticas de nuestro continente. Estamos empezando a poner a prueba las hipótesis de los arqueólogos con un nivel de detalle y certeza que nadie podría haber soñado hace tan solo una década. No es el final de la historia, pero sí el final de una manera de estudiar la historia: la que no tiene en cuenta a las personas que la han protagonizado. A partir de ahora, el enfoque multidisciplinario será obligatorio.

En este libro he querido explicar estos últimos años de aventura trepidante que han revolucionado la concepción de la génesis de las poblaciones europeas. Mi intención ha sido seguir el orden cronológico en el que se ha producido esta investigación, porque seguirlo es también entender las problemáticas metodológicas, los resultados erróneos, la competición entre los grupos de investigación, todo aquello que hace que la ciencia sea una institución social como cualquier otra, de la que es necesario también entender su funcionamiento. Y los protagonistas principales son aquellos miles de pioneros anónimos, es decir, nuestros antepasados, que poblaron un territorio en ocasiones inhóspito y que acabaron construyendo una red casi infinita que nos conecta a todos nosotros y que también nos conecta con el pasado lejano.

CAPÍTULO 1

El adiós de los neandertales

A finales de 2010, después de la publicación del genoma neandertal, constaté que había llegado, subrepticamente, como un invitado a quien no se espera y en plena noche, uno de mis temores: el tedio. En esto consiste hacerse mayor, pensé, no es la edad y sus patéticas decadencias físicas como la combinación de presbicia, lumbalgia e hipertensión que me había asaltado tras la esquina de los cuarenta y cinco años, sino la pérdida de pasión. Todo lo que seguíamos descubriendo sobre los genes de los neandertales empezaba a parecerme rutinario y en cierta manera previsible. Estábamos explorando los recovecos del genoma, iluminando huecos en sombras: cambios en secuencias reguladoras, modificaciones epigenéticas, diversidad entre individuos, significado funcional de los cambios encontrados... Todo ello de gran interés científico, sin duda, pero que no poseía para mí la capacidad intelectual electrizante de los primeros descubrimientos, incluso de aquellos, como la recuperación de ADN de un neandertal del yacimiento de El Sidrón en 2005, que estaban basados en un casi insignificante fragmento de ADN mitocondrial. En definitiva, el conformismo intelectual, lo peor que le puede ocurrir a un científico —y probablemente a cualquier ser humano—, se alzaba como un gigante algodonoso para saludarme a mi paso cuando entraba en el laboratorio. Y cada vez entraba menos, porque desde el genoma neandertal, la

paleogenética se había convertido en un proceso industrial, en esencia un procedimiento de análisis bioinformático que requería una mínima intervención de experimentalistas como yo.

El avance de las técnicas de secuenciación de segunda generación permitía ya generar billones de secuencias de restos del pasado, y con ellas la consecución de genomas completos de humanos extinguidos como los neandertales y sus enigmáticos primos asiáticos, los denisovanos. Se trataba de una fuente de conocimiento enorme, casi inconmensurable, ya que el genoma consta de más de tres mil millones de nucleótidos —los eslabones químicos que conforman la cadena de ADN— entre los que se encuentran cerca de veinte mil genes y miles de regiones que regulan la expresión de estos. Pero estas técnicas eran caras y la consecuencia inevitable de este proceso de secuenciación a gran escala era que solo unos pocos grupos de investigación con gran apoyo financiero podían seguir trabajando a buen nivel en el campo de la paleogenómica. En aquel momento, solo dos laboratorios habían publicado genomas antiguos completos. Me preguntaba si yo, un genetista de la vieja escuela, basada en la secuenciación clásica con el método de Sanger, podría encontrar un nuevo tema que me entusiasmara y podría trabajar con las nuevas plataformas de secuenciación. Y no se trataba solo de un deseo; estaba por ver si podía dirigir una investigación al nivel genómico. Uno puede ser bueno a la hora de tener ideas, pero lo que es realmente brillante es ser capaz de plasmarlas en realidades, especialmente en un mundo en crisis donde los recursos escasean. Porque el mundo de 2010 no era el de hacía cuatro años, cuando oficialmente había empezado el proyecto del genoma neandertal: todo había cambiado.

Hasta la llegada de estas tecnologías, la paleogenética se había basado en la recuperación de secuencias de la región variable del ADN mitocondrial, un pequeño genoma autónomo que se halla dentro de las mitocondrias de las células y que codifica para un grupo de proteínas encargadas de su producción energética. El ADN mitocondrial se hereda por

línea materna y es un marcador apropiado para reconstrucciones filogenéticas generales, pero no permite desentrañar complejos movimientos migratorios, procesos adaptativos, relaciones de parentesco o mezclas de poblaciones. Dado que proporciona una información tan generalista, su utilidad interpretativa a nivel intraespecífico se pone de manifiesto en tamaños de muestras muy grandes, casi imposibles de conseguir en paleogenética. Una de sus mayores limitaciones interpretativas se había hecho evidente con la publicación del genoma neandertal; durante más de una década, el hecho de que los genomas mitocondriales neandertales y humanos modernos fueran distintos llevó a todos los investigadores a creer que ambos grupos nunca se habían cruzado. El genoma nuclear había desvelado esta falsedad: todos los humanos modernos excepto los africanos subsaharianos poseían cerca de un 2% de genoma neandertal.

Existía otro problema que hasta la llegada de las nuevas plataformas parecía irresoluble: el de la contaminación de las muestras antiguas con ADN humano moderno. Aunque anteriormente se habían hecho unos cuantos trabajos sobre ADN mitocondrial de restos humanos, principalmente mesolíticos y neolíticos, el problema de la contaminación era preocupante, por la razón obvia de que era imposible a priori distinguir el ADN auténtico del posible ADN contaminante. Ambas fuentes de ADN serían individuos europeos que, al estar separados por pocos miles de años, tenderían a ser genéticamente muy parecidos. Aunque se tomaban precauciones draconianas en los laboratorios, nadie se atrevía a recuperar genes nucleares, ya que se exponía a recibir fuertes críticas contra las que había poca defensa posible. Muchos investigadores —yo entre ellos— habían preferido dedicar esfuerzos a estudiar el origen del poblamiento de otros continentes, como América o Asia, por la sencilla razón de que sus linajes mitocondriales podían distinguirse de los que se hallan en Europa. Pero ahora, con las nuevas tecnologías, era posible estimar de forma precisa el porcentaje de esta contaminación en una muestra concreta e incluso también distinguir las secuencias contaminantes de las

endógenas, dado que estas últimas se fragmentan siguiendo unos patrones químicos distintos. Esto abría la puerta a un campo apenas explorado y que siempre me había atraído: el de la prehistoria de Europa. Los neandertales se extinguían y daban pie a los humanos modernos.

Empecé a vislumbrar hacia dónde iría el campo de la paleogenética en los próximos años y al mismo tiempo pensé que no sería el único en haber tenido esta visión clarividente. En un mundo tan interconectado, cada vez estoy más convencido de que apenas existen las genialidades individuales y las ideas aisladas. Lo que distingue a un científico exitoso de otros es en realidad la capacidad de organizar de forma correcta la información que circula, de coordinar un grupo investigador de forma eficaz y rápida, de distinguir los resultados novedosos de los esperables y de canalizarlos en una narrativa coherente. Había que empezar a moverse, eso estaba claro, y lo primero que necesitaba eran buenas muestras. Recordé que en 2008 había recibido un correo de un arqueólogo de León, de quien ahora no podía recordar el nombre, que me ofrecía analizar dos individuos mesolíticos que habían sido descubiertos accidentalmente en una cueva a finales de 2006. Mi respuesta, diplomática pero también escueta (como me ha recordado con posterioridad el arqueólogo en varias ocasiones), fue que no me interesaba la propuesta y por varias razones: las dos principales eran que dudaba de que de la recuperación de secuencias de ADN mitocondrial de dos individuos mesolíticos pudiera obtenerse ninguna información relevante y que existía el siempre correoso problema de la contaminación. Por ese motivo, le decía, prefería trabajar con neandertales, algunos de cuyos genes y todos sus mitocondriales eran distintos de los nuestros. Mientras contemplaba con expresión un tanto vacía la pared de mi despacho en el Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona, intentaba recordar, al cabo de más de dos años, de qué yacimiento se trataba. Una búsqueda por internet me proporcionó el nombre y algunas imágenes: el yacimiento era La Braña-Arintero, y las imágenes mostraban dos esqueletos en apariencia muy bien conservados, tanto que pare-

cían casi recientes. Esto, pensé, es algo único, no se encuentra todos los días y menos en nuestras latitudes. Siendo como soy un cazador de esqueletos, había cometido un error y la excepcionalidad del yacimiento se me había pasado por alto. Sentí como si hubiera comprado un billete de lotería y no me hubiera molestado en mirar el resultado del sorteo. Cierto que el mundo de la paleogenética de 2008 era completamente distinto al de un par de años después. Algo había ocurrido en ese lapso de tiempo: las cosas imposibles se habían convertido en posibles, así de sencillo.

El 17 de diciembre de 2010 escribí de nuevo al arqueólogo, que se llamaba Julio Manuel Vidal Encinas, explicándole que ahora estaría dispuesto a analizar esos restos. Esperé un poco inquieto su respuesta. Aunque había esgrimido argumentos científicos, no era descartable que se hubiera sentido despedido. Y no hay que olvidar que el rencor es uno de los motores del mundo académico. ¿Me recordaría al cabo de ese tiempo? ¿Y cuál sería su reacción? Se requería cierta grandeza de ánimo para olvidar mi negativa anterior y volver a empezar de cero, pero para mi fortuna resultó ser un hombre tallado en una sola pieza (en realidad, Julio no es el típico arqueólogo local que uno pudiera imaginar; descubrí posteriormente que había estudiado en Francia con François Bordes, uno de los padres de la arqueología moderna y que había excavado en el legendario yacimiento de Olduvai, en Tanzania, rodeado de leones y bajo la dirección de la no menos legendaria Mary Leakey). Sentí un gran alivio cuando me contestó con total naturalidad que la propuesta de colaboración seguía en pie. No solo tengo un billete de lotería, pensé, sino que es posible que me haya tocado.

CAPÍTULO 2

Primer asalto al genoma de La Braña

En la primavera de 2011 me trasladé a León a muestrear los individuos de La Braña, llevando conmigo el pequeño taladro Dremel que utilizo para vampirizar el ADN de esqueletos antiguos. El vuelo salió con retraso y la explicación que dio el comandante me dejó atónito: estaban esperando a que el personal de León llegara de sus casas para abrir el aeropuerto de destino, como si se tratara de abrir una tienda en horario comercial. Y ciertamente nunca había estado en un aeropuerto tan pequeño; solo había un par de vuelos diarios, uno a Barcelona y el otro a París. Pero salir andando por la pista de aterrizaje maleta en mano tiene cierto encanto, especialmente cuando llueve y sopla el viento, como fue el caso.

León es una ciudad muy bonita, que conserva gran parte de las murallas del campamento romano original (de ahí al parecer su nombre, que deriva de Legio) y una gigantesca catedral gótica restaurada —y en parte transformada— piedra a piedra. Una característica térmica me llamó la atención: el día que la visité, la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la catedral era de más de veinte grados, consecuencia de un clima continental extremo (parece increíble leer que las temperaturas máximas y mínimas registradas en un mes de junio vayan de 38 a 0 grados). En invierno, el frío leonés es legendario y de ahí, imagino, la po-

tencia de su cocina tradicional, que debería llevar incorporada un contador de calorías.

El Museo de León, donde estaban depositados los restos de La Braña, se encuentra al lado de un edificio singular, la Casa Botines, una de las pocas obras de Antoni Gaudí que se hallan fuera de Cataluña. Su director es Luis Alfredo Grau Lobo, un hombre simpático y dinámico, que se entusiasmó con el proyecto de forma sincera y de quien obtuve todo tipo de facilidades. Luis es de aquellas personas capaz de mantener vivo un museo incluso sin recursos y que no sucumbe al desánimo. Una vez allí, con la ayuda de la conservadora, Miryam Hernández, abrimos las cajas de La Braña y al fin pude contemplar en directo los restos humanos. Estaban increíblemente bien conservados, tal como se intuía en las fotos. Como se suele decir de algunas personas, no aparentaban la edad que tenían.

La historia de estos restos empieza el 20 de noviembre de 2006, cuando un periódico local ya desaparecido, *La Crónica de León*, publicó en portada la noticia del descubrimiento accidental de un esqueleto humano en una cueva al norte de la provincia, en plena cordillera Cantábrica. En realidad, el hallazgo fue hecho el 16 de octubre por cinco miembros (Roberto Alonso, «Rober»; Benita Martín, «Beni»; Alberto Cifuentes; Camino González, y Amador González, «Chiqui») de un club de parapente local que hacían actividades de montañismo y espeleología cuando las condiciones meteorológicas no permitían alzar el vuelo. Los exploradores se introdujeron en una cueva de complicado acceso situada cerca del río Curueño, a casi mil quinientos metros de altura, entre los municipios de La Braña y Arintero, pertenecientes a Valdelugueros. Después de caminar una veintena de metros, tuvieron que remontar una galería vertical de unos cuatro metros y llegaron a un estrecho pasadizo que finalizaba aparentemente en una repisa. Allí el descubrimiento se hizo efectivo con la pintoresca exclamación de uno de ellos: «¡Aquí hay un fiambre!». En verdad faltaba el plural; unos metros más allá, en el fondo de un pozo vertical y detrás de una gran losa de piedra, había otro esqueleto, este re-

vuelto. La pareja de individuos ha sido denominada La Braña 1 y 2; los paisanos que los encontraron los bautizaron con los nombres, más coloridos, de Ataúlfo y Wenceslao, que hicieron fortuna en la prensa local. No estaban solos en la cueva, puesto que en un rincón había también los huesos de un oso que con toda probabilidad nunca despertó de su hibernación.

Al cabo de dos días, apareció en otro periódico la fotografía de una persona sosteniendo uno de los cráneos, una imagen que al parecer circuló por las redes sociales como algo gracioso y que corresponde a una segunda visita al yacimiento que alteró la disposición de algunos restos. Al extenderse la noticia se abrió un procedimiento legal en el Juzgado de Instrucción de León; al mismo tiempo, sin embargo, el arqueólogo del Servicio Territorial de Cultura de la Junta de Castilla y León, Julio Manuel Vidal Encinas, se interesó por el descubrimiento. Su intuición y algunos detalles de las fotografías, como la disposición del esqueleto, le indujeron a pensar que podría tratarse de restos de cierta antigüedad y, por lo tanto, de naturaleza arqueológica, y no la escena de un crimen.

En su primera visita al yacimiento, Julio se percató de una estalagmita que se había formado encima de las vértebras y costillas de La Braña 1, lo que indicaba una antigüedad de algunos miles de años. También pudo constatar la existencia de diversos fragmentos de estalactitas y concreciones calcáreas que parecían haber sido depositadas de forma expresa alrededor del esqueleto, delimitándolo. Se trataba pues de un enterramiento, no de alguien muerto allí en la soledad de un accidente. Por otra parte, las dificultades de acceso indicaban que los individuos habían sido introducidos en la cueva por una entrada desaparecida en la actualidad, ya que era imposible acarrear dos cadáveres por la cavidad actual. La presencia del oso confirmaba esta sospecha, pero la entrada original nunca se ha hecho evidente. La configuración de la cueva pronosticaba una excavación difícil, como fue el caso, complicada por las condiciones casi polares de la zona. La temperatura media anual es de tan solo 8,1 grados

centígrados, mientras que la temperatura promedio del mes más frío del año marca unos prodigiosos $-4,3$ grados, algo más propio de climas del norte de Europa. Las características térmicas en las que se encuentran los huesos son importantes porque las bajas temperaturas ayudan a conservar el material genético y esto puede ser crucial en restos de tanta antigüedad. La península ibérica, el área donde más fácilmente puedo contactar con arqueólogos y localizar restos interesantes, es en general muy desfavorable a la conservación del ADN del pasado. Podría ser peor, pero a veces pienso que yo debería haber nacido a mayor latitud.

La cueva fue excavada a lo largo de varias semanas por Julio y su equipo. El individuo de La Braña 1, que sin duda se hallaba en mejores condiciones (entre otras cosas, conservaba el rostro y la posición fetal original), no mostraba ninguna evidencia arqueológica de su antigüedad. Pero al empezar a recuperar el individuo de La Braña 2, cuyos huesos removidos reposaban sobre una capa de sedimento en el fondo de un pozo, empezaron a descubrir numerosos caninos atróficos de ciervo perforados —hasta un total de 24—, un adorno típico de los cazadores mesolíticos. En el pasado, como en la actualidad, existían modas y corrientes culturales que aparentemente causaban furor y que perduraban mucho más que en la actualidad, ya que se prolongaban durante siglos o incluso milenios. Es todavía más notable el hecho de que podían extenderse a lo largo de un territorio vastísimo ocupado por pequeños grupos de cazadores-recolectores. Como puede comprobar cualquiera que haya estado en un pequeño pueblo, los chismes corren a la velocidad del viento, como si se movieran más rápido que las personas que los van contando. Quizá era también así en el pasado. Al fin y al cabo, nosotros somos sedentarios y nos cuesta concebir la vida de un nómada. El análisis del desgaste alrededor de las perforaciones revela que estos caninos de ciervo se llevaban cosidos sobre la ropa y no unidos como cuentas de un collar; eran piezas raras y se les daba un largo uso. Lo más interesante es que se encuentran en yacimientos mesolíticos en sitios tan alejados como Polonia, Dinamarca,

Inglaterra, Francia, Alemania, Italia, Croacia, España y Portugal, comprensiblemente con pequeñas diferencias regionales.

El estudio antropológico de los restos determinó que se trataba de dos adultos masculinos, cuya edad debía de rondar los treinta o treinta y cinco años para La Braña 1 y quizá los cuarenta para La Braña 2. La Braña 1 mostraba un traumatismo cicatrizado en el rostro, quizá un accidente de caza, pero nada que pudiera relacionarse con las causas de su muerte. La datación por radiocarbono confirmó la atribución mesolítica de ambos individuos, dando una fecha de 6980 ± 50 años antes del presente para La Braña 1 y 7030 ± 50 años para La Braña 2. Con la calibración de las fechas, que corrige las fluctuaciones del carbono 14 en la atmósfera a lo largo del tiempo, la antigüedad real se acercaría a los 8.000 años. Y dados los márgenes de error del radiocarbono, no es descartable en absoluto que los dos individuos pudieran ser contemporáneos.

¿Cuál podía ser una buena muestra para análisis genético? La excavación era reciente y esto era bueno, puesto que se ha comprobado que el ADN se degrada con cierta alegría en las cálidas —y a veces polvorientas— estanterías de los museos, completando de forma muy eficiente la tarea destructora del tiempo. Pero también habían sido manipulados y esto era malo, porque el ADN contaminante penetra en las muestras y se confunde con el ADN endógeno. ¿Hueso o diente? (el equivalente paleogenético al «¿muslo o pechuga?»). En aquel momento existía muy poca información sobre la cantidad de ADN que puede existir en un mismo esqueleto, que, como sabemos ahora, puede ser muy variable por razones que no siempre son obvias. Al final me decidí por un canino que extraje de la mandíbula; corté unos cuatro milímetros del extremo de la raíz y volví corriendo a refugiarme en mi laboratorio en Barcelona (mis conocidas tendencias rutinarias se han agravado en los últimos tiempos y trato de viajar lo menos posible).

Lo primero que hicimos es pulverizar la raíz y extraer el ADN en nuestra sala estéril en Barcelona. Decidí recuperar primero por méto-

dos tradicionales basados en la reacción en cadena de la polimerasa (o PCR) la región variable del genoma mitocondrial. Pensé que con esta aproximación podríamos saber si la muestra contenía una misma secuencia, o si por el contrario mostraba cierta heterogeneidad que podría indicar contaminación. Los resultados fueron muy esperanzadores: los dos individuos mostraban la misma secuencia mitocondrial, que correspondía a un linaje del grupo U5, denominado U5b2c1. No solo no mostraban señales evidentes de contaminación, sino que las secuencias eran las típicas descritas hasta entonces en diversos restos mesolíticos. La primera publicación que recuperó secuencias mitocondriales mesolíticas databa de 2009; por motivos obvios de conservación, las muestras analizadas procedían del norte de Europa, de Alemania. Con los años, se habían acumulado unas pocas secuencias más, hasta llegar a 27. Mostraban una uniformidad genética sin paralelo en las poblaciones humanas actuales; el 44% de los individuos presentaban un linaje U5 (normalmente un U5b y muchos de ellos exactamente la misma secuencia que La Braña). El resto eran linajes U4. Hay que tener en cuenta que la composición mitocondrial actual de los europeos es mucho más diversa y compleja, e incluye una quincena de linajes y sublinajes distintos. Entre ellos se encuentran también los U4 y U5, pero en unas frecuencias casi residuales, que rondan el 5% de la población total. Los linajes H, los más frecuentes en la actualidad (rondan el 40%), están simplemente ausentes en los cazadores mesolíticos; es evidente que, como el caso de otros linajes, debieron de entrar en Europa con posterioridad. En estudios previos se había constatado esta sorprendente diferencia en la composición mitocondrial entre los mesolíticos y los posteriores europeos y se había interpretado como la evidencia clara de una fuerte discontinuidad genética que se había producido con la llegada del neolítico. Claro que el ADN mitocondrial explica solo historias parciales. Estaba dispuesto a dar el salto hacia el genoma con el individuo de La Braña, pero para esto necesitaba algo de ayuda.