



Carles Lalueza-Fox

La forja genètica d'Europa

**Una nova visió del passat
de les poblacions humanes**



Índex

Pròleg	9
Capítol 1. L'adéu dels neandertals	11
Capítol 2. Primer assalt al genoma de La Braña	17
Capítol 3. L'home morè i amb els ulls blaus	33
Capítol 4. Loschbour i Stuttgart.	53
Capítol 5. A prop de la porta d'entrada: genomes neolítics d'Hongria.	69
Capítol 6. Retrocedint cap al passat: Kostenki 14 i Oase.	79
Capítol 7. L'origen dels indoeuropeus: la migració de les estepes.	85
Capítol 8. Arriben els cardials	97
Capítol 9. Vuit mil anys de selecció natural en els europeus	107
Capítol 10. Els germans de La Braña	115
Capítol 11. El quart element: el Caucas	123
Capítol 12. Les illes Britàniques.	129
Capítol 13. Desvelant el paleolític superior	135

Capítol 14. A l'origen del neolític: el Pròxim Orient	143
Capítol 15. La cultura del vas campaniforme	151
Capítol 16. El que sabem de la prehistòria d'Europa	161
 Bibliografia	 171

Pròleg

Fa més de cent anys que els arqueòlegs estudien la cultura material de les poblacions prehistòriques d'Europa i debaten què signifiquen en termes demogràfics. Es mouen les persones o es mouen les idees? I, si es mouen les persones, són aquestes diferents de les que hi havia abans al mateix lloc? És sorprenent que no es conegués com eren genèticament aquests europeus prehistòrics fins fa només cinc anys. Les seves restes esquelètiques es troben escampades per tot el continent, en milers d'individus. El seu estudi antropològic, però, proporciona poques dades aclaridores; sovint, fins i tot l'atribució del sexe pot ser controvertida.

Ara tenim noves eines moleculars que permeten recuperar massivament informació genètica dels individus del passat i obtenir, fins i tot, genomes sencers, que ens expliquen com eren els primers pobladors d'Europa, quines relacions filogenètiques tenien amb altres grups humans, com eren físicament, com estaven adaptats a les malalties i a les condicions climàtiques del nostre continent. Estem començant a posar a prova les hipòtesis dels arqueòlegs amb un nivell de detall i de certesa que ningú no hauria pogut somiar fa només una dècada. No és la fi de la història, però sí la fi d'una manera d'estudiar la història: la que no té en compte les persones que l'han protagonitzat. A partir d'ara, l'enfocament multidisciplinari serà obligatori.

En aquest llibre he volgut explicar aquests darrers anys d'aventura trepidant que han revolucionat la concepció de la gènesi de les pobla-

cions europees. La meva intenció ha estat seguir l'ordre cronològic en què s'ha anat produint aquesta recerca, perquè seguir-lo és també entendre les problemàtiques metodològiques, els resultats erronis, la competició entre grups de recerca, tot el que fa que la ciència sigui una institució social com qualsevol altra i de la qual cal entendre també el funcionament. I els protagonistes principals són aquests milers de pioners anònims, és a dir, els nostres avantpassats, que van poblar un territori a vegades inhòspit i que van acabar bastint una xarxa quasi infinita que ens connecta a tots nosaltres i, també ens connecta amb el passat llunyà.

CAPÍTOL 1

L'adéu dels neandertals

A finals del 2010, després de la publicació del genoma neandertal, vaig constatar que havia arribat, subreptíciament, com un convidat a qui no s'espera en plena nit, un dels meus temors: el tedi. En això consisteix fer-se gran, vaig pensar, no és l'edat i les seves patètiques decadències físiques, com la combinació de presbícia, lumbàlgia i hipertensió que m'havia assaltat rere la cantonada als quaranta-cinc anys, sinó la pèrdua de passió. Tot el que seguíem descobrint sobre els gens dels neandertals començava a semblar-me rutinari i en certa manera previsible. Estàvem explorant els racons del genoma, il·luminant buits en ombres: canvis en seqüències reguladores, modificacions epigenètiques, diversitat entre individus, significat funcional dels canvis trobats... Tot de gran interès científic, sens dubte, però per a mi no posseïa la capacitat intel·lectual electritzant dels primers descobriments, fins i tot d'aquells, com la recuperació de l'ADN d'un neandertal del jaciment d'El Sidrón el 2005, que estaven basats en un quasi insignificant fragment d'ADN mitocondrial. En definitiva, el conformisme intel·lectual, el pitjor que li pot passar a un científic —i probablement a qualsevol ésser humà—, s'alçava com un gegant de cotó per saludar-me quan entrava al laboratori. I cada vegada hi entrava menys, perquè, des del genoma neandertal, la paleogenètica s'havia convertit en un procés industrial, en essència, en un procediment

d'anàlisi bioinformàtica que requeria una mínima intervenció d'experimentalistes com jo.

L'avenç de les tècniques de seqüenciació de segona generació permetia ara generar bilions de seqüències de restes del passat, i amb elles, la consecució de genomes complets d'humans extingits, com els neandertals i els seus enigmàtics cosins asiàtics, els denisovans. Es tractava d'una font de coneixement enorme, quasi incommensurable, ja que el genoma consta de més de tres mil milions de nucleòtids —les anelles químiques que formen la cadena d'ADN— entre els quals es troben prop de vint mil gens i milers de regions que regulen l'expressió d'aquests. Però aquestes tècniques eren cares i la conseqüència inevitable d'aquest procés de seqüenciació a gran escala era que només uns pocs grups d'investigació amb gran suport financer podien seguir treballant a bon nivell en el camp de la paleogenòmica. En aquell moment, només dos laboratoris havien publicat genomes antics complets. Em preguntava si jo, un genetista de la vella escola, basada en la seqüenciació clàssica amb el mètode de Sanger, podria trobar un nou tema que m'entusiasmés i podria treballar amb les noves plataformes de seqüenciació. I no es tractava només d'un desig; calia veure si podia dirigir una investigació en l'àmbit de la genòmica. Un pot ser bo per tenir idees, però el que és realment brillant és ser capaç de plasmar-les en realitats, especialment en un món en crisi on els recursos escassegen. Perquè el món del 2010 no era el de feia quatre anys, quan oficialment havia començat el projecte del genoma neandertal: tot havia canviat.

Fins a l'arribada d'aquestes tecnologies, la paleogenètica s'havia basat en la recuperació de seqüències de la regió variable de l'ADN mitocondrial, un petit genoma autònom que es troba dins de les mitocondries de les cèl·lules i que codifica per un grup de proteïnes encarregades de la seva producció energètica. L'ADN mitocondrial s'hereta per línia materna i és un marcador apropiat per a reconstruccions filogenètiques generals, però no permet desxifrar complexos moviments migratoris, processos adaptatius, relacions de parentesc o mescles de poblacions. Com que proporcio-

na una informació tan generalista, la seva utilitat interpretativa en l'àmbit intraespecífic es posa de manifest en volums de mostres molt grans, gairebé impossibles d'aconseguir en paleogenètica. Una de les seves principals limitacions interpretatives s'havia fet evident amb la publicació del genoma neandertal; durant més d'una dècada, el fet que els genomes mitocondrials neandertals i humans moderns fossin distints portà a tots els investigadors a creure que ambdós grups mai no s'havien creuat. El genoma nuclear havia revelat aquesta falsedat: tots els humans moderns excepte els africans subsaharians posseïen prop d'un 2 % de genoma neandertal.

Hi havia un altre problema que fins a l'arribada de les noves plataformes semblava irresoluble: el de la contaminació de les mostres antigues amb ADN humà modern. Si bé anteriorment s'havien fet uns quants treballs sobre ADN mitocondrial de restes humanes, principalment mesolítics i neolítics, el problema de la contaminació era preocupant, per la raó òbvia que era impossible *a priori* distingir l'ADN autèntic del possible ADN contaminant. Ambdues fonts d'ADN devien ser individus europeus que, en estar separats per pocs milers d'anys, tendirien a ser genèticament molt semblants. Encara que es prenia precaucions draconianes, en els laboratoris ningú no s'atrevia a recuperar gens nuclears, ja que s'exposava a rebre fortes crítiques contra les quals hi havia poca defensa possible. Molts investigadors —jo entre ells— havien preferit dedicar esforços a estudiar l'origen del poblament d'altres continents, com Amèrica o Àsia, per la senzilla raó que els seus llinatges mitocondrials podien distingir-se dels que es troben a Europa. Però ara, amb les noves tecnologies, era possible estimar de manera precisa el percentatge d'aquesta contaminació en una mostra concreta i era fins i tot possible distingir les seqüències contaminants de les endògenes, atès que aquestes últimes es fragmenten seguint uns patrons químics distints. Això obria la porta a un camp a penes explorat i que sempre m'havia atret: el de la prehistòria d'Europa. Els neandertals s'extingien i donaven peu als humans moderns.

Vaig començar a besllumar cap a on aniria el camp de la paleogenètica en els propers anys i al mateix temps vaig pensar que no devia ser l'únic que havia tingut aquesta visió clarivident. En un món tan interconnectat, cada vegada estic més convençut que a penes existeixen les genialitats individuals i les idees aïllades. El que distingeix un científic brillant d'altres és, en realitat, la capacitat d'organitzar de manera correcta la informació que circula, de coordinar un grup investigador de manera eficaç i ràpida, de distingir els resultats innovadors dels esperables i de canalitzar-los en una narrativa coherent. Calia començar a moure's, això era clar, i el primer que necessitava eren bones mostres. Vaig recordar que el 2008 havia rebut un correu d'un arqueòleg de Lleó, de qui aleshores no podia recordar el nom, que m'oferia analitzar dos individus mesolítics que havien estat descoberts accidentalment en una cova a finals del 2006. La meva resposta, diplomàtica però també escarida (com m'ha recordat posteriorment l'arqueòleg en diverses ocasions), va ser que la proposta no m'interessava, i per diverses raons: les dues principals eren que dubtava que de la recuperació de seqüències d'ADN mitocondrial de dos individus mesolítics pogués obtenir-se cap informació rellevant, i que existia el sempre pelut problema de la contaminació. Per aquest motiu, li deia, preferia treballar amb neandertals, dels quals alguns gens i tots els seus mitocondrials eren diferents dels nostres. Mentre contemplava amb expressió una mica buida la paret del meu despatx al Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona, intentava recordar, més de dos anys després, de quin jaciment es tractava. Una recerca per Internet me'n va proporcionar el nom i algunes imatges: el jaciment era La Braña-Arintero, i les imatges mostraven dos esquelets en aparença molt ben conservats, tant que gairebé semblaven recents. Això, vaig pensar, és una cosa única, que no es troba cada dia, i menys a la nostra latitud. Malgrat ser un caçador d'esquelets, havia comès un error i l'excepcionalitat del jaciment m'havia passat per alt. Vaig sentir com si hagués comprat un bitllet de loteria i no m'hagués molestat a mirar el resultat del sorteig. És cert que el món de la paleogenètica era completa-

ment diferent el 2008 d'un parell d'anys després. Alguna cosa havia passat en aquell lapse de temps: les coses impossibles s'havien convertit en possibles. Així de senzill.

El 17 de desembre de 2010 vaig escriure de nou a l'arqueòleg, que es deia Julio Manuel Vidal Encinas, per a explicar-li que ara estaria disposat a analitzar aquelles restes. Vaig esperar una mica inquiet la seva resposta. Si bé havia esgrimit arguments científics, no era descartable que s'hagués sentit despitat. I cal no oblidar que la rancúnia és un dels motors del món acadèmic. Es recordaria de mi després de tant temps? Quina seria la seva reacció? Es requeria certa grandesa d'ànim per oblidar la meva negativa anterior i tornar a començar de zero, però afortunadament per a mi va resultar un home fet d'una sola peça (en realitat, el Julio no és el típic arqueòleg local que un podria imaginar; vaig descobrir posteriorment que havia estudiat a França amb François Bordes, un dels pares de l'arqueologia moderna, i que havia excavat al llegendari jaciment d'Olduvai, a Tanzània, envoltat de lleons i sota la direcció de la no menys llegendària Mary Leakey). Vaig sentir un gran alleujament quan em va respondre amb total naturalitat que la proposta de col·laboració continuava en peu. No només tinc un bitllet de loteria, vaig pensar, sinó que és possible que m'hagi tocat.

CAPÍTOL 2

Primer assalt al genoma de La Braña

A la primavera del 2011 em vaig traslladar a Lleó per mostrejar els individus de La Braña. Em vaig emportar el petit trepant Dremel que utilitzo per vampiritzar l'ADN d'esquelets antics. El vol va sortir amb retard i l'explicació que va donar el comandant em va deixar atònit: estaven esperant que el personal de Lleó arribés de casa seva per obrir l'aeroport de destinació, com si es tractés d'obrir una botiga en horari comercial. I, certament, mai no havia estat en un aeroport tan petit; només hi havia un parell de vols diaris, un a Barcelona i l'altre a París. Però sortir caminant per la pista d'aterratge amb la maleta a la mà té un cert encant, especialment quan plou i bufa el vent, com va ser el cas.

Lleó és una ciutat molt bonica, que conserva gran part de les muralles del campament romà original (d'aquí sembla que prové el seu nom, que deriva de *Legio*) i una gegantina catedral gòtica restaurada —i en part transformada— pedra a pedra. Una característica tèrmica em va cridar l'atenció: el dia que la vaig visitar, la diferència de temperatura entre l'exterior i l'interior de la catedral era de més de vint graus, conseqüència d'un clima continental extrem (sembla increïble que les màximes i mínimes temperatures mai registrades en un mes de juny vagin de 38 a 0 graus). A l'hivern, el fred lleonès és llegendari, i d'aquí ve, m'imagino, la potència de la seva cuina tradicional, que hauria de portar incorporada un comptador de calories.

El Museu de Lleó, on estaven dipositades les restes de La Braña, es troba al costat d'un edifici singular, la casa Botines, una de les poques obres d'Antoni Gaudí que es troben fora de Catalunya. El seu director és Luis Alfredo Grau Lobo, un home simpàtic i dinàmic que es va entusiasmar amb el projecte de forma sincera i de qui vaig obtenir tot tipus de facilitats. El Luis és d'aquelles persones capaces de mantenir viu un museu fins i tot sense recursos i que no sucumbeix al desànim. Un cop allí, amb l'ajuda de la conservadora, Miryam Hernández, vam obrir les caixes de La Braña, i, finalment, vaig poder contemplar en directe les restes humanes. Estaven increïblement ben conservades, tal com s'intuïa en les fotos. Com se sol dir d'algunes persones, no aparentaven l'edat que tenien.

La història d'aquestes restes comença el 20 de novembre de 2006, quan un diari local ja desaparegut, *La Crónica de León*, va publicar a la portada la notícia del descobriment accidental d'un esquelet humà en una cova al nord de la província, en plena serralada Cantàbrica. En realitat, la troballa va ser feta el 16 d'octubre per cinc membres (Roberto Alonso, *Rober*; Benita Martín, *Beni*; Alberto Cifuentes, Camino González i Amador González, *Chiqui*) d'un club de parapent local que feien activitats de muntanyisme i espeleologia quan les condicions meteorològiques no permetien alçar el vol. Els exploradors van entrar en una cova d'accés complicat situada a prop del riu Curueño a gairebé mil cinc-cents metres d'altitud entre els municipis de La Braña i Arintero, pertanyents a Valdelugueros. Després de caminar una vintena de metres van haver de remuntar una galeria vertical d'uns quatre metres i van arribar a un estret passadís que finalitzava aparentment en un relleix. Allí, el descobriment es va fer efectiu amb la pintoresca exclamació d'un d'ells: «¡Aquí hay un fiambre!». En realitat hi faltava el plural; uns metres més enllà, en el fons d'un pou vertical i darrere d'una gran llosa de pedra, hi havia un altre esquelet, aquest desorganitzat. La parella d'individus havia estat denominada La Braña 1 i 2; els paisans que els van trobar els van batejar amb els noms, més acolorits, d'Ataülf i Venceslau, que van fer fortuna a la premsa local. No estaven sols

a la cova, ja que en un racó també hi havia els ossos d'un ós que amb tota probabilitat mai no es va despertar de la seva hibernació.

Dos dies després va aparèixer en un altre diari la fotografia d'una persona que sostenia un dels cranis, una imatge que sembla que va circular per les xarxes socials com una cosa graciosa i que correspon a una segona visita al jaciment, que va alterar la disposició d'algunes restes. En escampar-se la notícia, es va obrir un procediment legal al Jutjat d'Instrucció de Lleó; al mateix temps, però, l'arqueòleg del Servei Territorial de Cultura de la Junta de Castella i Lleó, Julio Manuel Vidal Encinas, es va interessar pel descobriment. La seva intuïció i alguns detalls de les fotografies, com la disposició de l'esquelet, el van induir a pensar que podia tractar-se de restes amb una certa antiguitat i, per tant, de naturalesa arqueològica, i no pas l'escena d'un crim.

En la seva primera visita al jaciment, el Julio es va adonar d'una estalagmita que s'havia format sobre les vèrtebres i les costelles de La Braña 1, cosa que indicava una antiguitat d'alguns milers d'anys. També va poder constatar l'existència de diversos fragments d'estalactites i concrecions calcàries que semblaven haver estat dipositades de manera expressa al voltant de l'esquelet, delimitant-lo. Es tractava, doncs, d'un enterrament, no pas d'algú que havia mort allí en la soledat d'un accident. D'altra banda, les dificultats d'accés indicaven que els individus havien estat introduïts en la cova per una entrada desapareguda en l'actualitat, ja que era impossible tragar dos cadàvers per la cavitat actual. La presència de l'ós confirmava aquesta sospita, però l'entrada original mai no s'ha fet evident. La configuració de la cova pronosticava una excavació difícil, com va ser el cas, per les condicions quasi polars de la zona. La temperatura mitjana anual és de només 8,1 graus centígrads, mentre que la temperatura mitjana del mes més fred de l'any marca uns prodigiosos -4,3 graus, cosa més pròpia de climes del nord d'Europa. Les característiques tèrmiques en les quals es troben els ossos fan que les baixes temperatures ajudin a conservar el material genètic i això pot ser crucial en restes de tanta antiguitat.

La península Ibèrica, l'àrea on més fàcilment puc contactar amb arqueòlegs i localitzar restes interessants, és en general molt desfavorable a la conservació de l'ADN del passat. Podria ser pitjor, però a vegades penso que jo hauria d'haver nascut a major latitud.

La cova va ser excavada durant unes quantes setmanes pel Julio i el seu equip. L'individu La Braña 1, que sens dubte es trobava en millors condicions (entre altres coses, conservava el rostre i la posició fetal original), no mostrava cap evidència arqueològica de la seva antiguitat. Però en iniciar la recuperació de l'individu La Braña 2, els ossos remoguts del qual reposaven sobre una capa de sediment en el fons d'un pou, van començar a descobrir nombrosos ullalets atròfics de cérvol perforats —fins a un total de vint-i-quatre—, un adorn típic dels caçadors mesolítics. En el passat, com en l'actualitat, existien modes i corrents culturals que aparentment causaven furor i que perduraven molt més que avui, ja que duraven segles o fins i tot mil·lennis. És encara més notable el fet que podien estendre's al llarg d'un territori vastíssim ocupat per petits grups de caçadors recol·lectors. Com pot comprovar qualsevol que hagi estat en un poble petit, les xafarderies corren a la velocitat del vent, com si es moguessin més de pressa que les persones que les van explicant. Potser també era així en el passat. Al cap i a la fi, nosaltres som sedentaris i ens costa concebre la vida d'un nòmada. L'anàlisi del desgast al voltant de les perforacions revela que aquests ullalets de cérvol es portaven cosits sobre la roba i no units com grans d'un collaret; eren peces rares i se'ls donava un llarg ús. El més interessant és que es troben en jaciments mesolítics en llocs tan allunyats com Polònia, Dinamarca, Anglaterra, França, Alemanya, Itàlia, Croàcia, Espanya i Portugal, comprensiblement amb petites diferències regionals.

L'estudi antropològic de les restes va determinar que es tractava de dos adults masculins l'edat dels quals devia rondar els trenta o trenta-cinc anys per a La Braña 1 i potser els quaranta per a La Braña 2. La Braña 1 mostrava un traumatisme cicatritzat en el rostre, potser un accident de

caça, però res que pogués relacionar-se amb les causes de la mort. La datació per radiocarboni va confirmar l'atribució mesolítica d'ambdós individus i va donar una data de 6.980 ± 50 anys abans del present per a La Braña 1 i 7.030 ± 50 anys per a La Braña 2. Amb el calibratge de les dades, que corregeix les fluctuacions del carboni 14 en l'atmosfera al llarg del temps, l'antiguitat real s'acostaria als vuit mil anys. I atesos els marges d'error del radiocarboni, no és descartable en absolut que els dos individus poguessin ser contemporanis.

Quina podia ser una bona mostra per a una anàlisi genètica? L'excavació era recent i això era bo, ja que s'ha comprovat que l'ADN es degrada amb certa alegria en les càlides —i a vegades polsegoses— prestatgeries dels museus, completant de manera molt eficient la tasca destructora del temps. Però també havien estat manipulats i això era dolent, perquè l'ADN contaminant penetra en les mostres i es confon amb l'ADN endogen. Os o dent? (L'equivalent paleogenètic del «muslo o pechuga»?) En aquell moment hi havia molt poca informació sobre la quantitat d'ADN que pot existir en un mateix esquelet, que, com sabem ara, pot ser molt variable per raons que no sempre són òbvies. Al final em vaig decidir per un ullal, que vaig extreure de la mandíbula; vaig tallar uns quatre mil·límetres de l'extrem de l'arrel i vaig tornar corrents a refugiar-me en el meu laboratori a Barcelona (les meves conegudes tendències rutinàries s'han agreujat en els últims temps i miro de viatjar tan poc com sigui possible).

La primera cosa que vam fer va ser polvoritzar l'arrel i extreure l'ADN en la nostra sala estèril a Barcelona. Vaig decidir recuperar primer per mètodes tradicionals basats en la reacció en cadena de la polimerasa (o PCR) la regió variable del genoma mitocondrial. Vaig pensar que amb aquesta aproximació podríem saber si la mostra contenia una mateixa seqüència, o si, per contra, mostrava certa heterogeneïtat que podria indicar contaminació. Els resultats van ser molt esperançadors: els dos individus mostren la mateixa seqüència mitocondrial, que corresponia a un llinatge del grup U5, denominat U5b2c1. Aquests no tan sols no mostraven senyals