



IPHES^R

Institut Català de Paleoecologia
Humana i Evolució Social



PÍNDOLA 1 (Docents):

L'estudi de l'AND fòssil i el canvi de paradigma en l'evolució humana



Evoluciona
un projecte de l'IPHES

Aquest dossier està pensat per actualitzar coneixements sobre evolució humana dels docents. Pot ser utilitzat també com a suport per realitzar una classe específica sobre ADN fòssil.





Els nostres coneixements científics sobre l'origen i l'evolució de la nostra espècie són, possiblement, els que més han canviat en els darrers anys. Bona part del que hi havia en els continguts universitaris i llibres de referència fins al 2010-2015 ha canviat substancialment. La visió clàssica del l'arbre genealògic evolutiu, desenvolupada al final del segle xx, no es considera vàlida actualment.

Fins aleshores, la paleoantropologia i la paleontologia dels primats fòssils eren les disciplines que extreien tota la informació sobre els nostres avantpassats només a partir dels ossos i les dents fòssils. Això limitava molt què sabíem d'aquests hominins. De fet, i només per a posar-ne un exemple, es pensava que l'*Homo neanderthalensis* i l'*Homo sapiens* no podien tenir descendència fèrtil i, per tant, no podia haver-hi transmissió de la genètica neandertal a les poblacions *sapiens*.

Però des del final del segle xx es desenvolupa una nova disciplina, la **paleogenòmica**, que rescata cadenes d'ADN dels ossos fòssils i que en algunes ocasions és capaç de muntar-les i replicar-les per a poder reconstruir i identificar determinats gens (o el codi genètic sencer). Això ens ha proporcionat evidències científiques indiscutibles sobre l'aspecte i algunes característiques físiques d'aquests hominins, i a més

ens ha permès valorar el parentiu entre tipus d'humans d'una manera més precisa.

L'ADN només es pot conservar en determinades condicions, i és especialment important que es conservi a temperatures baixes i estables, però també que no es contami amb ADN d'altres éssers vius. Això fa que els arqueòlegs i arqueòlogues prenguin mesures de seguretat especials quan extreuen o excaven nivells rics en restes humanes a les quals es pretén extreure ADN. A més, és molt bo que no estigui contaminat per agents biològics propis del jaciment o la cova on es recupera (fongs o altres microorganismes que barregin l'ADN), ja que això complica moltíssim la preparació de la mostra.

Per a l'extracció d'ADN fòssil hi ha unes restes més interessants que d'altres, i es pot extreure de diferents parts de l'esquelet. El més freqüent i més buscat, perquè es conserva millor, és l'ADN contingut a les dents, que com que és un «recipient» resistent i hermètic, conserva molt bé el material genètic. També hi ha una part del crani, l'os petrós, que acostuma a conservar bé l'ADN. Evidentment es pot extreure d'ossos ben conservats, però també de materials que provenguin de l'interior del cos, com ara excrements fòssils o fins i tot a partir de



proteïnes dipositades per diversos motius al terra d'un jaciment. Actualment, a més, l'ADN extret de les proteïnes ha esdevingut una revolució interna dins la paleogenòmica. És molt conegut el cas del xiclet de resina de bedoll que es va trobar en un jaciment neolític de Dinamarca (Classe 1), on es va extreure la seqüència de la nena, però també dels bacteris que tenia a la boca, així com de les restes d'aliments.

L'any 2010, després de molts esforços, es presenta la seqüència completa d'ADN dels neandertals, a partir de l'estudi de 4 mil milions de parells d'ADN. En aquest important estudi s'indicava que hi havia ADN neandertal a les poblacions de *sapiens* actuals. L'any 2013 és presenten els resultats definitius, que confirmen l'herència genètica neandertal en totes les poblacions actuals, excepte les subsaharianes (A principis d'aquest any s'ha presentat un estudi (Chen *et al.*, 2020) on s'ha identificat també ADN neandertal en poblacions africanes. L'explicació és una onada constant d'anades i vingudes des del sud d'Europa fins al nord d'Àfrica. Per tant, les poblacions híbrides tornaven a Àfrica i es barrejaven amb les poblacions africanes).

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/01/poblaciones-africanas-tambien-tienen-adn-neandertal>

Les conseqüències han estat molt importants, especialment pel que fa a l'arbre genealògic clàssic amb què s'explicava l'evolució humana. Ara no es pot descartar la hibridació entre diferents espècies d'humans anteriorment.

Així, al final del segle xx teníem una visió molt diferent de l'actual, ja que pensàvem que *Homo sapiens* era una espècie «purament» africana, i que quan va sortir d'Àfrica va anar colonitzant territoris mentre les espècies existents anaven desapareixent. Ara no es descarta que, en el cas europeu, la desaparició dels neandertals pugui estar relacionada amb un procés d'assimilació, genètica i cultural, per part de l'*Homo sapiens*. Tot plegat, l'extinció dels neandertals és un tema complex, i amb molts factors diferents, entre els quals s'han suggerit l'endogàmia de les darreres poblacions neandertals i el declivi genètic consegüent, possibles malalties, un canvi ràpid del clima i altres qüestions.

Tanmateix, sembla possible que el *sapiens* assumís alguns conceptes culturals i també una part de la genètica neandertal, i que durant el recorregut fins a Austràlia l'*Homo sapiens* es va trobar amb altres tipus



d'humans (almenys amb l'home de Denissova i amb una forma d'*Homo erectus* asiàtic), sembla que assumint també una part del seu corpus genètic. Així, les poblacions que més quantitat de genètica neandertal i denissovana tenen avui en dia es troben al sud-est asiàtic i a Austràlia. De fet, al Nepal, la presència d'una determinada combinació de gens denissovans podria explicar la gran capacitat d'adaptació a viure en territoris elevats.

Per tant, sembla que el panorama per a explicar l'expansió de l'*Homo sapiens* modern està molt influenciat per la hibridació amb altres hominins. Aquesta hibridació va ser comuna i no esporàdica (es va produir moltes vegades), perquè, si no, no hauria deixat registre en les poblacions actuals. El contacte amb altres tipus d'humans no tan sols va poder enriquir el seu sistema immunitari, sinó que a més va poder proporcionar al *sapiens* una ajuda fonamental per a la seva expansió arreu dels continents.

A partir d'aquesta evidència, actualment hi ha un procés de reflexió i cautela. Les tècniques de recuperació d'ADN estan millorant molt, i ara mateix ja s'ha pogut extreure ADN d'una població de 400.000 anys, tot

i que els ossos en aquestes condicions de conservació són excepcionals. Ja el 2013, es va presentar ADN mitocondrial extret de les restes fòssils de la Sima de los Huesos a Atapuerca. Tot i que l'ADN estava molt fragmentat, les noves tècniques permeten reconstruir les cadenes i formar seqüències molt llargues. En aquest cas, els resultats indiquen que la població excepcionalment representada a la Sima de los Huesos té un parentiu amb el denissovans per via materna (ADN mitocondrial), més que no pas amb els neandertals, la qual cosa és una nova sorpresa en el panorama evolutiu euroasiàtic.

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-ADN-humano-mas-antiguo-aparece-en-Atapuerca>

Però uns tres anys més tard, aconseguïen extreure ADN nuclear del mateix jaciment i les conclusions a què arriben és que la població de la Sima és avantpassada de la neandertal. La presència d'ADN mitocondrial denissovà torna a fer-se palesa, i això implica que la línia materna sí que tenia parentiu amb els hominins de la zona siberiana, i alhora evidencia que els encreuaments entre espècies eren freqüents. Però l'ADN nuclear és preneandertal i, per tant, ha d'haver-hi algun motiu que expliqui per què els neandertals perden aquest bagatge denissovà.



Els investigadors proposen que els neandertals europeus provenen d'una població africana, posterior.

<https://es.gizmodo.com/el-adn-humano-mas-antiguo-del-mundo-revela-que-el-hombr-1764819099>

Ara fa tan sols uns mesos, durant el confinament provocat per la COVID-19, s'ha presentat un treball on es mostra la recuperació d'ADN nuclear a partir de proteïnes rescatades a les dents d'*Homo antecessor* (**paleoproteòmica**), amb 800.000 anys d'antiguitat. Com podem veure, les tècniques de recuperació d'ADN avancen molt ràpid i proporcionen dades molt fiables sobre la nostra història evolutiva. La informació revela que l'*Homo antecessor* té parentiu amb les espècies del plistocè mitjà i final a Europa, tant amb l'home de Denissova com amb el neandertal i l'*Homo sapiens*.

<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2153-8>

<https://www.cenieh.es/actualidad/noticias/la-evidencia-genetica-mas-antigua-obtenida-hasta-la-fecha-clarifica-una-parte>



Tot i el terratrèmol inicial amb la irrupció de la paleogenòmica, els avenços són més que considerables. S'ha hagut d'ajustar allò que sabíem mitjançant les disciplines més clàssiques, confirmant les teories en alguns casos i desmuntant-les en molts altres. La visió que teníem era antropocèntrica (*sapiens*-cèntrica, si se'ns permet l'expressió). No és senzill explicar-ho, però sí que pensem que és important per diversos motius.

El primer és revisar i actualitzar el que sabem sobre evolució humana, amb conseqüències en molts camps, i que es pot treballar des de diverses òptiques temàtiques (biologia, història, filosofia, ètica, etnicitat i ciutadania, etc.).

El segon és que la paleogenòmica ens està mostrant algunes coses molt importants, per exemple sobre els orígens i l'aspecte físic de les poblacions considerades «europees». La ciència ens revela una història de constants desplaçaments, intercanvis culturals i genètics entre poblacions molt distants, ja en el plistocè mitjà i fins i tot l'inferior. De fet, pel que sabem fins ara sobre la genètica de les poblacions *sapiens* que poblaven Europa a la fi del paleolític superior i el mesolític, eren



poblacions amb la pell fosca o molt fosca, amb predominança dels ulls blaus. Des d'aleshores, i tenint en compte que les probabilitats d'extreure ADN en fòssils de menys de 10.000 anys és molt més fàcil, s'ha anat dibuixant un panorama de migracions de poblacions, amb onades importants des de l'Europa de l'est, des de les estepes euroasiàtiques.

L'estudi de la genètica de poblacions prehistòriques ens permet entendre millor la formació de les identitats actuals.

De fet, s'ha posat de moda darrerament fer-se els estudis d'ascendència, per tal de saber d'on venen els nostres avantpassats. En aquest vídeo, tot i que formava part d'una campanya publicitària, mostra bastant bé què passaria si ho féssim a una de les nostres classes. Els resultats que es presenten no només venen de l'estudi genètic, sinó que també els feien un qüestionari previ molt exhaustiu. A més, els resultats que s'ofereixen estan extrapolats a través d'estudis de probabilitats estadístiques, fet que desvirtua una mica els resultats. Tanmateix, sí que serveix perquè entenguem que ningú no pot assegurar quina és la seva ascendència només per mitjà dels cognoms i l'aspecte físic. <https://www.youtube.com/watch?v=7mqWYuKvbXY>