

**TREBALL FINAL DE GRAU EN TRADUCCIÓ I
INTERPRETACIÓ**

Departament de Traducció i Comunicació

**ANÀLISI COMPARATIVA:
DIFERÈNCIES ENTRE
EL CATALÀ I L'ESPANYOL**

Autora: Sabina Vilar Cabedo

DNI: 53383773-Z

Tutor: Josep Roderic Guzmán Pitarch

Data de lectura: setembre 2014



Resum:

(aprox. 300 palabras / paraules)

Paraules clau: (5)

Al·lel:

Enzim:

Fenotip:

Genoma:

Polimerasa:

INDEX

1. INTRO	pàg. 4
1.1. Justificació i motivació	pàg. 5
1.2. Contextualització de l'objecte d'estudi	pàg.5
2. METODOLOGIA	pàg.12
2.1. Fases	pàg. 12
2.2. Procediments	pàg.13
3. DESENVOLUPAMENT DEL TREBALL	pàg.14
3.1. Text Meta (TM)	pàg.15
3.2. Anàlisi traductològic i resultats	pàg.21
4. CONCLUSIONS	pàg. 24
4.1. Reflexions sobre els resultats	pàg. 24
4.2. Relació del treball amb els coneixements adquirits a la carrera	pàg.25
4.3. Interessos futurs	pàg. 26
5. BIBLIOGRAFIA	pàg.26
6. ANNEXOS	pàg.27

1. INTRODUCCIÓ

He realitzat el present treball com a part de l'assignatura TI0983-Treball Fi de Grau. Es tractava de realitzar un projecte individual i autònom sobre un tema concret dins d'una especialitat triada per mi mateixa. La finalitat d'aquest treball és posar en pràctica i mostrar l'adquisició de coneixements i competències realitzats al llarg del grau, a més d'exposar-lo davant d'un tribunal evaluador.

El projecte és una anàlisi de les dificultats que té traduir un text del català a l'espanyol: un text que tracta sobre el DNA de l'home modern i la seua evolució, així com els continus descobriments que es fan i que ens ajuden a ampliar els nostres coneixements sobre els nostres orígens.

Es tracta d'un article publicat a la revista valenciana *Mètode*, el 18 de juliol de 2014. *Mètode*, creada el 1992, és una publicació trimestral que es dedica a divulgar ciència i el seu estudi en català. L'objectiu principal que té aquesta publicació és fer arribar la ciència a la societat, creant debat i provocant una reflexió crítica sobre qüestions d'actualitat científica.

L'article està redactat per Íñigo Olalde, investigador de l'Institut de Biologia Evolutiva de la Universitat Pompeu Fabra, de Barcelona, i per Carles Lalueza-Fox també investigador de l'Institut de Biologia Evolutiva, de la Universitat Pompeu Fabra.

És un text de caràcter divulgatiu, que té com a finalitat exposar i fer entendre una idea, de la que l'autor del text té un ampli coneixement. Està adreçat a un públic general com és propi de les característiques d'aquest tipus de textos, no obstant, té un llenguatge especialitzat, amb presència de tecnicismes.

L'article presenta una estructura textual típica d'aquest gènere i està dividit en: introducció, desenvolupament i conclusió o síntesi, és a dir, presenta una estructura clara d'un text descriptiu objectiu. Cadascuna de les parts diferenciades del text compta amb unes característiques determinades i utilitza uns recursos expressius diferents: la introducció presenta el tema per a produir un interès en el lector, el desenvolupament presenta els punts principals, i per últim, la conclusió conté els aspectes exposats més importants i apunta les conseqüències o conclusions.

Tots aquests trets els analitzarem en punts posteriors, al llarg del projecte.

1.1. Justificació i motivació

Com, quan i perquè aquest TFG? La tria de l'especialitat sempre està motivada per diferents raons i motius. En el meu cas, com que l'itinerari escollit en els meus estudis ha sigut l'itinerari en Traducció Científica i Tècnica (Anglès- Català) la tria del TFG anava a estar motivada pel meu interès per la ciència, i més concretament per l'àmbit de la investigació. Un interès pels avanços en investigacions en camps com són l'evolució en tractaments de malalties hui dia incurables, i més concretament per la genètica, els orígens de la matèria, de la vida, les primeres cèl·lules, etc.

Totes aquestes preguntes i curiositats fan que al analitzant-les ens preguntem d'on venim, com hem arribat a ser el que som, o com evolucionarem en el futur. Però el que realment més m'intriga és saber com funciona la nostra estructura molecular, el DNA, com el conjunt de cèl·lules i que som un conjunt de cèl·lules, d'energia, de molècules i partícules en moviment que, comparant-nos amb la resta del món, sols som una part insignificant d'un conjunt de factors, d'espècies, de vida, en allò que anomenem planeta Terra.

El conjunt d'aquestes inquietuds ha sigut el motiu principal de l'elecció del TFG, però i perquè en català-espanyol? La resposta és ben senzilla, el català és la meua llengua mare, i com millor per defensar el meu projecte final que en la llengua que domine. També pense que el tutor/a, la facilitat d'accés amb ell/a, i la bona comunicació són factors que ens influencien, a més de l'especialitat, a l'hora de triar que és el que volem fer.

1.2. Contextualització de l'objecte d'estudi

Des de temps immemorables l'aparició i l'evolució de la nostra espècie han sigut tema de debat entre religiosos i científics, tenint cada grup opinions diferents sobre aquests temes. Els religiosos té una teoria de base fixista, que prové de la lectura del Gènesi, de l'Antic Testament, a la Bíblia, és a dir, que les espècies que habiten a la Terra són formes inalterables i continuen existint tal com van ser creades. El vessant científic, d'altra banda, fonamenta les seues teories en la selecció basada en la supervivència que produeix una evolució en aquells exemplars més forts, que s'adapten i sobreviuen al medi. Les idees evolutives com la descendència comuna i la transmutació de les espècies han

existit des del segle VI aC, però amb el creixement del coneixement biològic al segle XVIII Jean-Baptiste Lamarck va ser el primer a descriure una teoria evolucionista sense cap base empírica:

“Les adaptacions es donen per la tendència dels éssers vius a evolucionar a formes complexes i també a adaptar-se al medi i diferenciar-se de la resta”.

Un segle més tard C. Darwin va observar, durant un viatge pel món, que espècies que semblaven vindre d'un mateix antecessor havien evolucionat adaptant-se al medi on vivien, i va considerar que les mutacions es donaven amb un llarg procés i que el concepte predominant era la selecció natural. També va insistir en què els exemplars millor adaptats al medi tenien més possibilitats de reproduir-se, incloent-hi òbviament a l'home en aquest grup. Aquestes teories darwinianes van revolucionar el món de la biologia i amb el temps s'ha provat, que la nostra espècie prové de la família dels Hominoides, així com el ximpanzé, el goril·la i el gibbon, és a dir, compartim un avantpassat que, encara que no és conegut, sabem que va viure a l'Àfrica. El ximpanzé i l'ésser humà comparteixen un 99% dels gens.

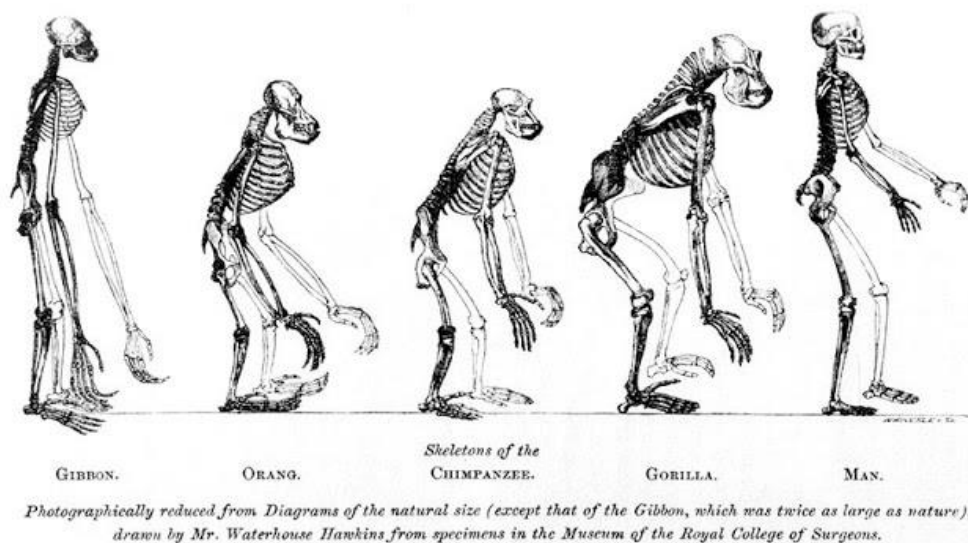


Fig 1. Fotografia de Benjamin Waterhouse Hawkins sobre els espècimens, al Museum of the Royal College of Surgeon, Anglaterra.

Segons les investigacions, els primers homínids procedeixen de l'Àfrica de l'Est, fa uns vint-i-cinc milions d'anys, a l'inici de la prehistòria, període històric que introduiré en aquesta part del projecte. La prehistòria finalitza amb l'aparició de l'escriptura sumèria a Mesopotàmia, allà al 3000-3200 aC.

Donald Carl Johanson, un paleoantropòleg nord-americà, va descobrir en una expedició a Etiòpia el 1974, un esquelet adult d'una femella de 3,2 milions d'anys, que van batejar com a Lucy. Aquest esquelet conservava el 40% dels ossos, cosa que va significar una grandíssima aportació de l'arqueologia per entendre l'evolució humana. A més d'aquest esquelet es van trobar d'altres que podríem considerar els nostres avantpassats.

D'aquells homínids trobats, es poden destacar dos grups: l'Australopitec i l'antecessor de l'homo. L'Australopitec sols va viure uns dos milions d'anys, mentre que els primers homo van evolucionar donant lloc a l'home modern. Durant aquell període, fa set milions d'anys, va haver un canvi climàtic que va provocar una situació de sequera, i amb la que els sobrevivents es van veure obligats a traslladar-se per terra, a través de la sabana, provocant així el caminar a dues potes. Aquest fet s'anomena bipedisme, i és una de les evolucions més importants en l'espècie humana, a més del canvi en l'aparell mastegador. L'evolució en la seua forma de desplaçar-se va comportar una millora a l'hora de caçar; ja podien tindre les mans lliures per recollir i transportar aliments. Aquesta època es va caracteritzar per un homo nòmada, caçador i recol·lector.

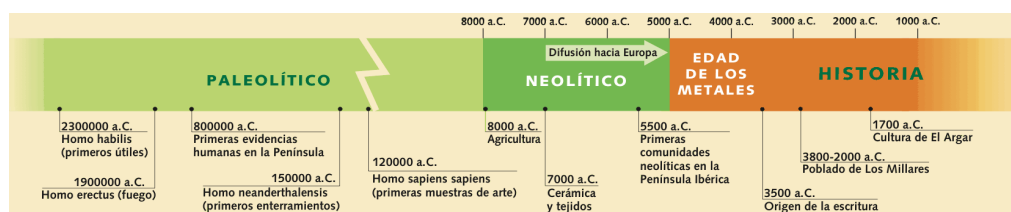


Fig. 2 Eix cronològic de la prehistòria

El nostre primer semblant, dins de l'espècie dels homínids, és l'Homo Habilis, datat fa uns dos milions d'anys a Àfrica. El nom científic el reb per ser el primer en tenir la capacitat de manufacturar eines de pedra. Alguns estudis han provat que hi va conviure un període de temps amb l'Australopitec, de qui es diferenciava per tenir una estructura física més evolucionada, unes dents més xicotetes, un augment de la capacitat cranial i per tant també de la intel·ligència.

Al paleolític inferior, fa aproximadament un milió i mig d'anys, va viure a Àsia l'Homo Erectus, considerat per molts investigadors com el predecessor immediat de l'Homo Sapiens. Tenia una anatomia molt similar a la de l'home actual, amb una mandíbula, unes dents i un esquelet molt paregut al nostre. Les

característiques predominants de l'Homo Erectus són la fabricació d'eines, l'ús de tècniques de caça en grup, i com no, el primer descobriment important, el foc.

Algunes branques de la ciència evolutiva diuen que un grup d'Erectus van emigrar a Europa evolucionant en Homo Antecessor o Home d'Atapuerca, que alhora van evolucionar en dues branques, donant una d'elles pas al neandertal. Però si és cert que encara que no hi ha consens entre els científics sobre la posició de l'Antecessor dins de l'arbre evolutiu del gènere Homo, ni com ni quan van arribar a moltes zones del continent europeu. La falta de concens es deu als buits d'informació que encara existeixen per a completar tot el procés evolutiu de l'espècie humana.

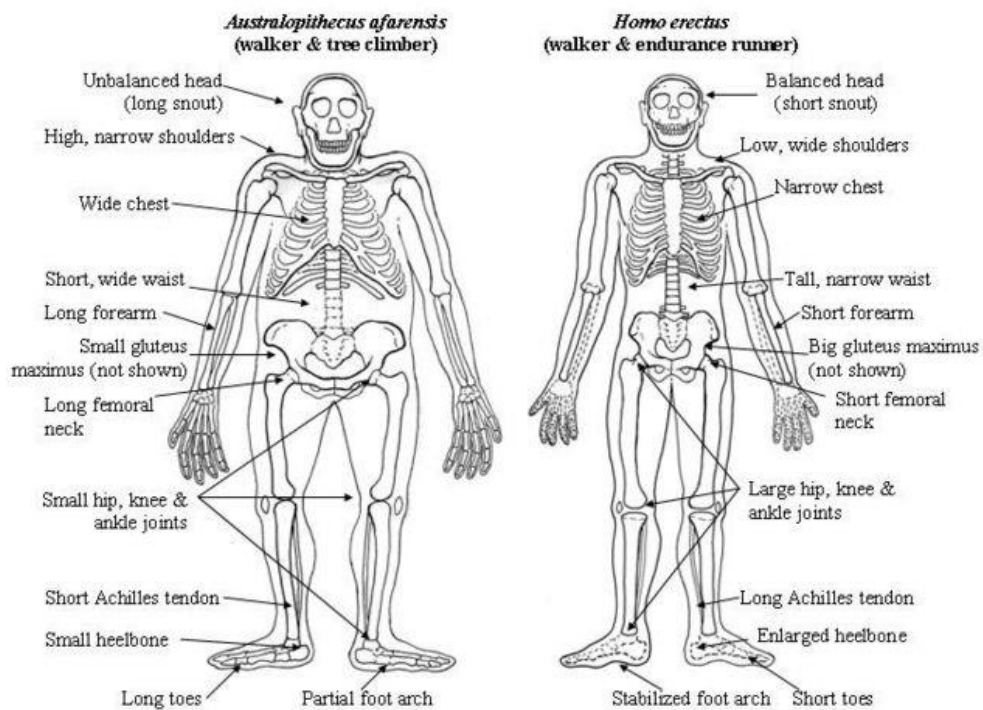


Fig.

3 Comparacions de ls esquelets d'un exemplar d'Australopitec i d'un Homo Erectus.

D'aquesta evolució esmentada, van derivar fa uns 100.000 anys (paleolític mitjà) l'Homo Sapiens Neandertal, primers éssers dins de l'espècie Homo Sapiens, que van viure sobretot a Àsia i Europa. Els neandertals van ocupar moltes zones de clima fred que no s'havien conquerit mai. Utilitzaven vestits per a protegir-se de les baixes temperatures i fabricaven molts tipus d'instruments adaptats a les seues necessitats, condicionades també pel clima. Eren individus d'alçada poc més baixa que la de l'home modern però amb una constitució més forta i robusta. Tenien una capacitat cranial gran, amb una cara

prògnata i l'os occipital prominent. En l'àmbit cultural, cal destacar que van ser els primers homínids a enterrar els seus morts, seguint algun tipus de ritual.

L'Homo Sapiens Sapiens, antecessor de l'ésser humà modern, va aparéixer a l'època postglacial entre el 9000 aC i el 6000 aC al paleolític superior o mesolític. Recents estudis de DNA mitocondrial diuen que l'home modern va viure a Àfrica. La millora de les temperatures i el desgel van provocar un augment de la flora, l'emigració d'algunes espècies animals a latituds polars i l'extinció d'altres, fet que va comportar que la fauna escassejara, restant-li importància a la caça i afavorint la recol·lecció. Amb aquesta millora els pobles prehistòrics mostren una tendència a evolucionar cap al sedentarisme.

El que coneixem hui dia com a ramaderia i agricultura, són activitats humanes derivades d'aquest assentament de l'ésser humà. I amb l'entrada del neolític, fa poc més de 10.000 anys, van començar a donar-se ambdues activitats a la zona del Creixent Fèrtil. En aquest període evolutiu on s'inventa la ceràmica, i es comença a emmagatzemar els excedents, naix també l'intercanvi amb troc motivat per les necessitats de cadascú, fent que a poc a poc el comerç ja no sols siga localment, sinó també a escala regional. Es creen així les primeres rutes comercials. Tots aquests fets provocats principalment pel sedentarisme promouen un creixement demogràfic i, conseqüentment, el naixement de les primeres poblacions. A aquest conjunt de canvis i millores se'ls dona el nom de Revolució Neolítica a causa del canvi radical que experimenta l'home respecte al medi que l'envolta.



Fig. 4 El Creixent Fèrtil

Des d'aleshores, l'Homo Sapiens Sapiens es va expandir per tot el globus terraquí, conquerint territoris no habitats anteriorment per cap homínid (Amèrica i Oceania), en un procés que aniria acompanyat per la diversificació i la formació de les varietats racials actuals. A Europa, el primer exemplar es va trobar a Cro-Magnon (França); d'aquí que també siga conegut com a home de Cromagnon.

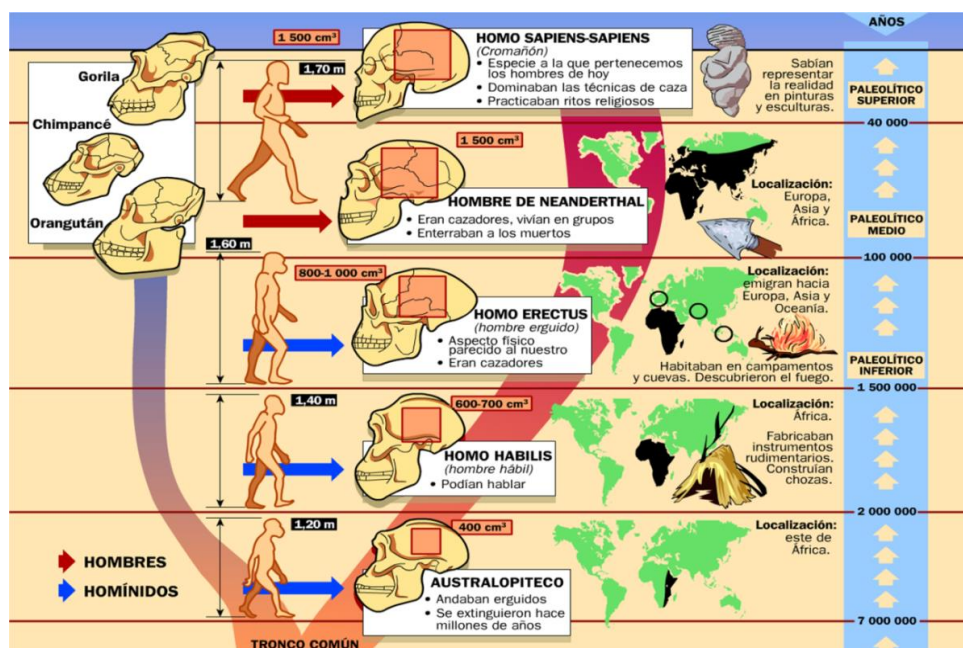


Fig.

5 L'expansió dels homínids

MECANISMES D'HOMINITZACIÓ

Els canvis que van experimentar les poblacions prehistòriques respecte al medi, van provocar també en ells unes transformacions físiques, que és el que nomenem Hominització. Aquestes transformacions, produïdes al llarg de milions d'anys, van fer que els primats deixaren de caminar a quatre potes i ho feren sols sobre les dues potes posteriors (bipedisme). Les mutacions que sofreixen, són per a adaptar-se a les situacions climàtiques, alimentació, temperatures, etc. Però aquest procés no és sols anatòmic. El desenvolupament cultural és la clau de l'èxit evolutiu de l'ésser humà que li possibilita adaptar-se amb eficàcia i rapidesa a ambients i circumstàncies molt diversos.

Les principals característiques d'aquests canvis són: l'adquisició de la posició erecta, l'encefalització, les modificacions en la dentadura, la manufactura d'eines i l'aparició de la capacitat simbòlica.

Taula 1. Canvi físic del procés d'hominització

CANVI FÍSIC	CARACTERÍSTIQUES
Posició erecta i la marxa bípeda	-ampliació de la pelvis, per facilitar un sòlid suport als músculs de les extremitats. -especialització de les extremitats. -els peus perden capacitat prènsil i guanyes sosteniment i resistència. -augment del camp visual. -disminució de la llargària dels braços i dels dits tant dels peus com de les mans
Encefalització	-augment del crani -reducció i retrocés de la cara fins a adquirir una posició vertical
Modificacions de la dentició	-reducció dels maxil·lars -tendència progressiva a la dentició poc especialitzada

Taula 2. Canvi cultural del procés d'hominització

CANVI CULTURAL	CARACTERÍSTIQUES
Producció d'eines	-habilitat de la mà per a manipular amb previsió
Capacitat simbòlica i llenguatge	-enriquiment de la comunicació

Analitzant aquests trets ens n'adonem que amb l'evolució, l'aspecte és cada vegada més semblant a l'home, i no a la del primat. A més, en desenvolupar la intel·ligència podem diferenciar les etapes evolutives de l'Homo: Australopithecus, Homo Erectus, Homo Neardenthalensis, Homo Sapiens ...

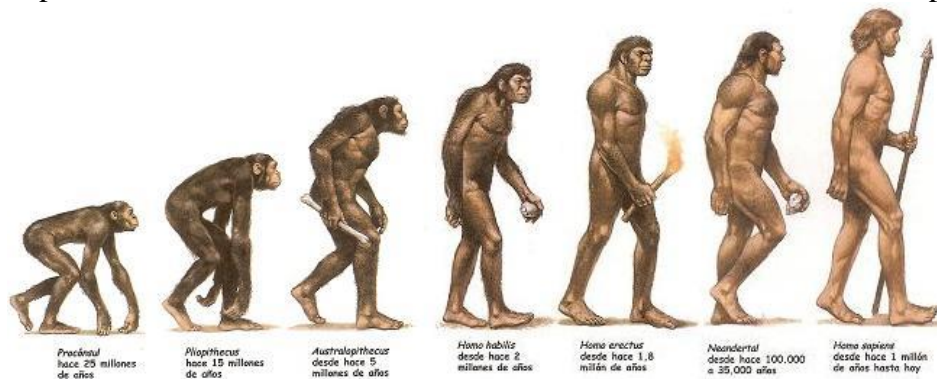


Fig. 6 L'evolució dels homínids. Procés d'hominització

Si analitzem tota aquesta informació esmenada i fem una xicoteta reflexió, podem observar que hui dia som coneixedors del procés evolutiu de l'home gràcies als treballs que arqueòlegs i investigadors han realitzat constantment, així com descobriments de nous fòssils i també de material genètic. No obstant això, hem de tenir en compte que en la branca de la genètica i l'evolució existeix encara una gran falta d'informació i que les característiques analitzades de cada branca dels homínids són a gran escala. Els exemplars d'una mateixa branca han estat condicionats pel seu hàbitat, amb medis diferents, alimentació, temperatura i altres factors que han produït que evolucionaren de diferent manera, sempre per a una millora.

D'altra banda i com a últim apunt, mencionar que aquesta evolució i desplaçament de l'ésser humà al llarg de milers d'anys, van estar condicionats també per els canvis geogràfics i climàtics que experimentava el globus terraquí.

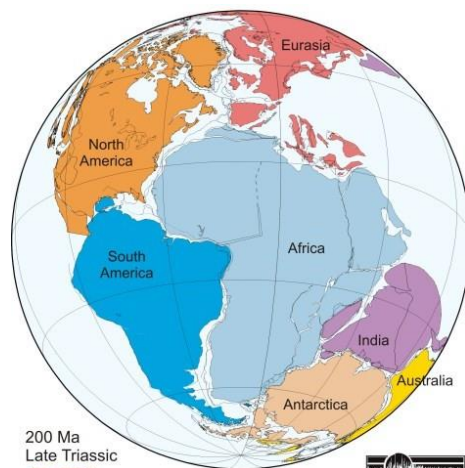


Fig. 7 El planeta terra fa entre 200 i 250 milions d'anys

2. METODOLOGIA

2.1. Fases

Com ja he mencionat abans, la selecció de l'àmbit temàtic per a la realització del treball no va resultar gaire complicada: vaig triar seguint els meus gustos i inquietuds dins del camp científic. Després de triar l'àmbit temàtic, vaig barallar les diferents opcions de tipus de text, l'extensió que havia de tenir, etc. Verdaderament el tipus de text era el que menys em condicionava, sols volia un text que em creara curiositat.

Vaig contactar amb el tutor per a comentar-li els meus gustos i preferències respecte a la temàtica amb la qual m'agradaria treballar per al meu TFG. Ell em va recomanar una revista valenciana on hi havia molts articles de divulgació científica i després de barallar-ne alguns sobre els diferents tipus de càncer, vaig trobar el text que m'inspirava. La tria final va estar condicionada pel tema i l'extensió dels exemples que vaig buscar i també per la validació de l'encàrrec per part del tutor assignat.

El text tracta, com ja he dit anteriorment, sobre la evolució del DNA de l'home modern i com certs descobriments han condicionat el nostre coneixement sobre aquesta.

L'àcid desoxiribonucleic, o DNA, és un àcid nucleic que té la informació genètica que s'utilitza per al desenvolupament i funcionament dels éssers vius o virus. La funció principal de les molècules que hi formen part és l'emmagatzematge d'informació a llarg termini, com per exemple, les instruccions per produir components com ara proteïnes i molècules d'àcid ribonucleic (ARN). Els segments de DNA que porten aquesta informació genètica reben el nom de gen, però també hi ha altres seqüències de DNA que tenen una funció estructural o regulen l'ús d'aquesta informació genètica.

2.2. Procediments

Després d'haver triat l'especialitat i el tutor corresponent per a realitzar el TFG, vaig dur a terme els procediments següents:

1. Tria del text: després de barallar diferents textos i buscar algun que em despertara la curiositat, vaig decidir que es tractaria d'un text científic sobre el DNA, ja que em pareixia un tema interessant. Això sí, després d'haver-ho consultat amb el tutor de l'especialitat.

2. A continuació vaig llegir i analitzar cadascuna de les parts que havia de tenir el projecte, segons la guia penjada a l'Aula Virtual de l'assignatura.

3. Vaig fer una planificació de totes i cadascuna de les tasques que havia de fer: documentació, anàlisi i selecció d'informació, lectura del text original, buidatge de termes, esbós del projecte i redacció, contrast d'informació i revisió del projecte final.

4. Posteriorment, vaig consultar alguns dubtes i vaig cercar textos paral·lels i altres fonts de referència.

5. Vaig generar un esbós del projecte i li'l vaig entregar al tutor.

6. Al mateix temps, vaig contactar amb un dels metges de servei de UCI de l'Hospital La Plana i supervisor d'aquest servici hospitalari, per a què fera una llegida al meu projecte abans d'entregar-lo. A més, una amiga llicenciada en Filologia Catalana per la UOC i Personal Investigador en formació al departament de Filologia i Cultures Europees de l'UJI, va fer una lectura i vam compartir opinions sobre l'estil que hauria de tenir el TFG.

7. Una vegada acabada la redacció del cos del treball, vaig revisar l'estil, l'ortografia i vaig treballar la justificació i maquetació del treball, per a donar-li l'aspecte dins de les pautes marcades per l'assignatura.

3. DESENVOLUPAMENT DEL TREBALL

Com he mencionat abans, el treball realitzat és una traducció a l'espanyol d'un text científic escrit en català i la seua posterior anàlisi traductològica per a comentar els diferents punts problemàtics que he trobat al llarg de tot el procés d'elaboració.

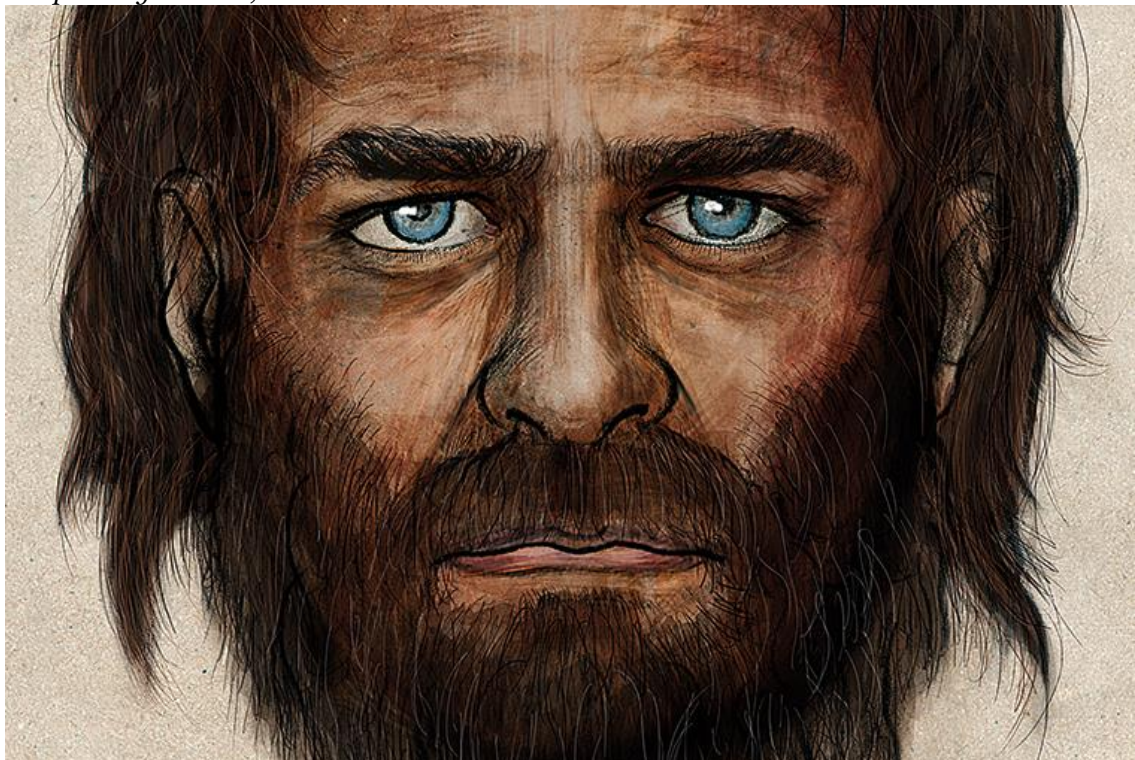
En primer lloc, he realitzat la redacció del text meta (TM) seguint el format del text original: Quan els homes europeus érem caçadors-recol·lectors. En el segon epígraf d'aquest punt he realitzat l'anàlisi detallada de tots i cadascun dels punts que m'han suposat un problema per a l'elaboració del TM.

3.1. Text Meta (TM)

Cuando los europeos éramos cazadores-recolectores

La recuperación del primer genoma mesolítico

por Íñigo Olalde, Carles Lalueza-Fox



PELOPANTÓN/CSIC

Los estudios realizados sobre los restos de un individuo encontrado en el yacimiento de La Braña nos muestran que el antiguo cazador-recolector europeo del mesolítico tenía la piel oscura y los ojos claros.

LA REVOLUCIÓN NEOLÍTICA

La historia de nuestra especie está marcada por numerosos acontecimientos que han modelado el estilo de vida y la diversidad que podemos ver hoy en día en las diferentes poblaciones humanas. Entre los puntos de inflexión conocidos se encuentra la aparición de nuestra especie en África hace unos 200 000 años, la salida de algunos humanos modernos de África hace unos 60 000 años, su encuentro con neandertales y homínidos de denisova (posible nueva especie de homínidos, restos de los cuales se encontraron en las cuevas de denisova en Siberia), con sexo incluido, y su llegada a América hace unos 15 000 años.

Pero nada ha transformado más radicalmente nuestra forma de vida que la revolución neolítica (un concepto creado por el arqueólogo V. Gordon Childe en 1923). Estamos acostumbrados a ver documentales donde salen grupos de cazadores-recolectores en ambientes como selvas tropicales o desiertos que para nosotros son exóticos; sin embargo, hace solo unos 8000 años, durante el período llamado mesolítico,

«La paleogenética nos permite analizar el ADN obtenido directamente de restos humanos de diferentes períodos del pasado y obtener información evolutiva»

todos los habitantes de Europa eran también cazadores-recolectores, y seguían un modo de vida que desapareció con la llegada del neolítico.

La transición hacia el neolítico comenzó en el llamado Creciente Fértil (una región con forma de media luna que se extiende desde el valle del Nilo hasta los ríos Tigris y Éufrates) hace unos 11 000 años, poco después del último período de glaciación. Los humanos desarrollaron la agricultura y la ganadería, ayudados por un clima progresivamente más cálido, y abandonaron el modo de subsistencia nómada que les había acompañado durante millones de años. Eso permitió a las primeras sociedades neolíticas establecerse en asentamientos permanentes, disponer de fuentes de alimentación más seguras y aumentar los efectivos demográficos, la cual cosa propició posteriormente el nacimiento de las primeras grandes civilizaciones. La naturaleza y las dinámicas poblacionales de esta transición son motivo de debate para los arqueólogos desde hace décadas. Es decir, ¿fue la agricultura una idea que se expandió desde su lugar de origen y eso hizo que las poblaciones cazadoras-recolectoras abandonaran su ancestral modo de vida? ¿O hubo una migración de agricultores procedentes de Oriente Próximo que reemplazaron a los habitantes autóctonos de Europa?

Estas preguntas las puede contestar la genética, porque es evidente que los procesos demográficos del pasado han modelado la variación de las poblaciones actuales. Pero hay que tener en cuenta que estas poblaciones son el resultado de múltiples fenómenos evolutivos superpuestos que tienen lugar durante el paleolítico, el mesolítico, el neolítico e incluso después. Es aquí donde entra en escena la paleontología, que nos permite analizar el ADN obtenido directamente de restos humanos de diferentes periodos del pasado y obtener información evolutiva.

El cambio radical de vida hacia una economía de producción de alimentos conllevó adaptaciones que se reflejarían en nuestro genoma. En este fenómeno investigaron diferentes factores: como por ejemplo la dieta, que se hizo mucho menos proteica y, en algunos casos, se basaba casi exclusivamente en los carbohidratos de los cereales. Con el tiempo aparecieron nuevos recursos alimentarios, como los productos lácteos, asociados a la crianza de ganado como la vaca, la cabra o la oveja. Este cambio de dieta probablemente conllevó modificaciones genéticas relacionadas con el metabolismo; como por ejemplo la persistencia del enzima que permite digerir lactosa en la vida adulta.

Además, los animales domésticos transmitieron a los humanos, en un proceso conocido como zoonosis, una serie de enfermedades infecciosas que incluían probablemente la gripe,

la tuberculosis, el sarampión, la viruela, la tos ferina y las paperas, muchas de las cuales aún padecemos. Debido a que las poblaciones eran más grandes y sedentarias, los patógenos se propagaban más rápidamente y las epidemias eran cada vez más frecuentes, situación que obligó al sistema inmunitario a adaptarse (de hecho, las poblaciones actuales son descendientes de aquellos humanos que sobrevivieron a estas enfermedades). En definitiva, el nuevo modo de vida conllevó cambios en múltiples aspectos que se deberían de poder rastrear en los genomas anteriores al neolítico.

Es por todo eso que a priori resultaba muy interesante poder analizar un genoma europeo del mesolítico. En 2013, el único genoma prehistórico europeo del que disponíamos era el de Ötzi, llamado Hombre de Hielo. Se trata de un cuerpo de la Edad de Cobre (hace 5300 años) que fue descubierto en 1991 en los Alpes del Tirol, a 3210 metro de altura, conservado de forma intacta en el hielo. Como el hielo ayuda a conservar el ADN, es lógico que fuera el primer genoma que se consiguiera recuperar. Pero Ötzi es un individuo de final del neolítico y por eso no nos puede decir cómo eran los europeos anteriores al neolítico.



«Los animales domésticos transmiten a los humanos, en un proceso conocido como zoonosis, una serie de enfermedades infecciosas, muchas de las cuales aún padecemos»

Julio Manuel Vidal Encinas/Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC)
En octubre de 2006, unos espeleólogos entraron a explotar una pequeña cavidad situada en la Sierra Cantábrica a unos 1500 metros de altura, cerca de los municipios leoneses de La Braña-Arintero. Después de adentrarse unos treinta metros por un pasadizo estrecho y de superar un pozo vertical, encontraron dos esqueletos de cazadores mesolíticos.

EL GENOMA DE LA BRAÑA

En octubre de 2006, unos espeleólogos entraron a explotar una pequeña cavidad situada en la Sierra Cantábrica a unos 1500 metros de altura, cerca de los municipios leoneses de La Braña-Arintero. Después de adentrarse unos treinta metros por un pasadizo estrecho y de superar un pozo vertical, encontraron un esqueleto prácticamente entero en posición fetal en un rellano. A pocos metros, en el fondo de un pozo, había otro esqueleto; ambos eran de hombre adultos. La difusión de la

noticia en los medios locales llevó a la Junta de Castilla y León a organizar la complicada extracción de los dos esqueletos, que fueron etiquetados como La Braña 1 y La Braña 2. Esta operación fue dirigida por el arqueólogo Julio Manuel Vidal Encinas.

Un detalle llamó su atención: una estalagmita que crecía sobre algunos de los huesos indicaba que podían ser muy antiguos. Cuando se retiraron los restos del segundo individuo, encontraron numerosos caninos de ciervo atrofiados y perforados. Este tipo de dientes son una ornamentación típica de los cazadores mesolíticos, que los llevaban cosidos a la ropa. La posterior datación por carbono 14, que dio fechas próximas a los 7000 años, confirmó esta atribución.

En aquellos momentos, las nuevas plataformas de secuenciación masiva en paralelo (también conocidas como tecnologías de segunda generación) estaban aún implementando, y con una aproximación clásica en la reacción en cadena de la polimerasa (o PCR) solo habría sido posible recuperar pequeños fragmentos de ADN mitocondrial (un pequeño genoma citoplasmático encargado de proporcionar energía a células) de estos individuos. Disponíamos ya de una docena de secuencias mesolíticas del centro y norte de Europa que mostraban una notable uniformidad genética: todas pertenecían a los linajes mitocondriales U4 o U5. Entre estas últimas, la mayoría tenían la misma secuencia. Eso significaba que, con gran probabilidad, los mesolíticos europeos eran muy iguales desde un punto de vista genético. Esta idea concuerda con el hecho de que estos hombres vivían en poblaciones muy móviles, a lo largo de una gran área geográfica.

El año 2013 comenzamos a probar diferentes muestras del individuo de La Braña 1 con la intención de secuenciarlo completamente, y conseguimos localizar una biblioteca genómica (población de bacterias huésped), generada a partir de las raíces dentarias del tercer molar superior derecho, que tenía un contenido de ADN próximo al 50%. Esto quiere decir que de cada cien secuencias que generábamos con la plataforma de la compañía Illumina, cerca de la mitad eran humanas (el resto, como suele pasar en todas las muestras antiguas, eran mayoritariamente secuencias bacterianas). Esta eficiencia tan elevada es muy inusual en muestras de una edad similar (e incluso más recientes) y solo se puede explicar por las excepcionales condiciones del yacimiento, asociadas a la altura, la estabilidad térmica y la baja temperatura, que han ayudado a conservar el ADN. Después de hacer una reacción entera de secuenciación al Centro de Secuenciación de Dinamarca, conseguimos recuperar el genoma con una cobertura de 3,4x. Eso quiere decir que, de los 3200 millones, cada uno de los nucleótidos que forman nuestro genoma estaba representado



Julio Manuel Vidal Encinas/Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC)
Restos de La Braña 1. La eficacia de la secuenciación, muy inusual en muestras antiguas de una edad similar (e incluso más reciente), solo puede ser explicada por las excepcionales condiciones del yacimiento, asociadas a la altura, la estabilidad térmica y la baja temperatura, que han ayudado a conservar el ADN.

«Los resultados del análisis de este primer genoma mesolítico ofrece una idea de la potencialidad que tienen los

por una media de entre tres y cuatro secuencias diferentes. Es una cobertura baja pero suficiente para llevar a cabo diferentes tipos de análisis genómicos.

**estudios
paleo-
genómicos»**

La comparación del genoma de La Braña 1 con datos genómicos parciales de individuos neolíticos y de europeos actuales nos permitió confirmar que los cazadores que poblaban Europa antes de la llegada del neolítico no mostraban afinidades genéticas con los agricultores neolíticos. El individuo de León se agrupaba, curiosamente, con poblaciones actuales de Escandinavia, como los suecos y los finlandeses. Eso sería la consecuencia de un proceso de expansión neolítica que reemplazó las poblaciones locales del sur de Europa, allí donde el clima era más favorable para la agricultura, pero que las transformó parcialmente al llegar a latitudes más frías. En Escandinavia, agricultores y cazadores convivieron durante varios milenios, hecho que dio lugar a cruzamientos entre ellos.

Pero lo que más nos interesaba era descubrir los cambios genéticos que podían ser resultado de la transición mesolítico-neolítico. Comenzamos mirando una lista de genes que habían estado caracterizados como el producto de la selección natural reciente en europeos actuales. Las variantes seleccionadas arrastran el contexto genético que tienen a su alrededor, y eso crea zonas de escasa variedad actual. Estos genes presentaban variantes que aparecían en frecuencias muy elevadas o incluso fijadas (o sea, presentes en todos los individuos) en europeos, por contraposición a otras poblaciones humanas. Nuestra intención era ver si el individuo de La Braña 1 tenía los alelos ancestrales (o sea, idénticos a los de las poblaciones africanas) o los derivados (compartidos con los europeos actuales) en estos genes.

El individuo de La Braña 1 mostraba, de manera sorprendente, variantes derivadas en numerosos genes del sistema inmunitario que previamente se habían asociado con resistencia a patógenos y con la transmisión de estos por zoonosis. Claramente, buena parte de los acontecimientos inmunológicos que habían modelado el genoma de los europeos actuales eran anteriores a la llegada del neolítico. Eso significaba también que los cambios de adaptación producidos por la transmisión de patógenos desde los animales domésticos debían encontrarse entre aquellos genes en los cuales La Braña llevara alelos ancestrales. Una posibilidad alternativa pero menos probable es que los patógenos del neolítico entraran a Europa antes que los mismos agricultores, y que fueran diezmasadas también las poblaciones de cazadores, que eran mucho menores. Un fenómeno similar tuvo lugar en América, donde hubo comunidades amerindias que fueron exterminadas por la viruela y otras enfermedades traídas por los europeos sin ni siquiera haber visto a uno.



PELOPANTÓN/CSIC

Fases de reconstrucción del retrato del cazador-recolector europeo del mesolítico. No es posible saber el grado exacto del tono de piel; claramente debía ser más fosco que los europeos actuales, pero puede que no tan fosco como los africanos sud-saharianos. En todo caso, se trata de un fenotipo único que ya no existe en las poblaciones europeas actuales.

OJOS AZULES Y PIEL OSCURA: UN FENOTIPO ÚNICO

Inesperadamente, entre los genes de La Braña que presentaban la variante genética ancestral, se encontraban los dos que tienen un papel esencial en la pigmentación clara de los europeos (*SLC45A2* i *SLC24A5*). Las variantes derivadas que dan lugar a la piel clara están presentes en prácticamente todos los europeos actuales. Decidimos ampliar la lista a otros genes de pigmentación que intervienen en el color del cabello y de forma más minoritaria en la piel y descubrimos que este individuo mesolítico continuaba presentando las variantes africanas en algunos genes como *MC1R*, *TYR* y *KITLG*. Con toda probabilidad, y en contra de lo que se creía hasta el momento, la pigmentación clara aún no existía o no se había generalizado en el mesolítico. Pero las sorpresas no se habían acabado: descubrimos también que La Braña tenía las variantes genéticas en los genes *HERC2/OCA2*, que en los humanos actuales son los responsables de los ojos azules. En resumen, nuestro individuo tenía la piel oscura y los ojos claros en un contexto genómico que por otra parte era inequívocamente europeo (en realidad, más próximo a los escandinavos que a cualquier otra población actual). No es posible saber el grado exacto del tono de piel; claramente debía ser más oscuro que los europeos actuales, pero puede que no tan oscuro como los africanos subsaharianos. En todo caso, se trata de un fenotipo único que ya no existe en las poblaciones europeas actuales.

Los resultados del análisis de este primer genoma mesolítico podrán confirmarse con la secuenciación de más muestras en el futuro, pero ahora mismo ofrecen una idea de la potencialidad que tienen los estudios paleogenómicos por reconstruir los procesos migratorios y también de adaptación de las poblaciones humanas. El estudio de más genomas antiguos, situados en el espacio y en el tiempo, es el inicio de una nueva y apasionante visión de la prehistoria de Europa que dejará atrás más de un siglo de debates arqueológicos y antropológicos.

3.2. Anàlisi traductològic i resultats

Per començar a analitzar la traducció a l'espanyol, vaig a realitzar un breu repàs a les convencions que he triat per a redactar la resta del projecte.

El primer que vaig decidir, abans i tot de començar la recerca terminològica, va ser quina varietat dialectal faria servir per a la redacció del projecte. Es tractava d'una decisió essencial per a mantenir la coherència al llarg d'un text que es presentaria posteriorment davant d'un tribunal. Vaig decidir que seguiria els criteris lingüístics normatius valencians, Gramàtica normativa i Diccionari normatiu de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua. És a dir, fer ús de la flexió verbal valencià (jo pense, van trobar, etc.), pròpia del meu dialecte. Pel que fa a l'accentuació, als documents normatius valencians es tenen en compte les diverses variacions que existeixen a la nostra llengua, per això seguint les mateixes pautes que per a la gramàtica, he utilitzat l'accentuació valenciana (conèixer). Un altre punt que he tingut en compte ha sigut l'ús dels possessius amb u (meua, seua), així com els plurals acabats en –os en mots com textos, excepte per als demostratius (aquests).

D'altra banda, l'estil i la tipologia textual també és un punt que hi ha que tindre en compte a l'hora de redactar qualsevol text. Com ja he mencionat anteriorment, el text traduït és de tipologia expositiva, i més concretament un article divulgació científica. Aquests trets signifiquen que tenim un text organitzat clarament en diferents parts com són la introducció, el desenvolupament i la conclusió, com ja he mencionat en la introducció al TFG. Podríem dir que les característiques principals d'aquest tipus de texts són l'ús de verbs i substantius que marquen precisió i claredat, presència d'adjectius neutres i ús de connectors per a organitzar la informació, etc. És un text adreçat a un ampli sector de la societat, a un públic general interessat en l'àmbit de la ciència, per tant l'autor té un to objectiu, usa oracions en tercera persona o un llenguatge estàndard. No obstant això, podem coomprovar que en aquest text, aquestes últimes pautes no les compleix, ja que podem trobar terminologia especialitzada dins de l'article. Per exemple:

Català	Espanyol
<i>Enzim</i>	Enzima
<i>Polimerasa</i>	Polimerasa

En aquest text observem un fenomen que es dona prou sovint en textos de divulgació científica, com és el cas d'aquest article: la coexistència de dos tons diferents en la veu de l'autor. La veu objectiva, distant, en la que presenta la informació des de la llunyania, i que la trobem en la introducció i desenvolupament del text, i la veu pròxima, en la que exposa el tema en primera persona, ja cap al final del text. A continuació podem veure exemples del text dels dos tipus de modalitat i la forma traduïda a l'espanyol:

	Català	Espanyol
Veu objectiva	<i>...és evident que els processos demogràfics del passat han d'haver modelat la variació de les poblacions actuals.</i>	...es evidente que los procesos demográficos del pasado han modelado la variación de las poblaciones actuales.
Veu subjectiva	<i>Però el que ens interessava més era descobrir els canvis genètics que podien ser resultat de la transició mesolític-neolític.</i>	Pero lo que más nos interesaba era descubrir los cambios genéticos que podían ser resultado de la transición mesolítico-neolítico.

Per enfocar la meua traducció he partit de la base que el llenguatge mèdic s'ha de caracteritzar per ser veraç, precís i clar. El text que he triat està redactat per dos investigadors de l'Institut de Biologia Evolutiva de la Universitat Pompeu que probablement siguen escriptors habituals dins de l'àmbit científic ja que, al llarg del text, me'n he adonat que l'estructura és clara i diferenciada com és característica dels textos científics i dels articles, cosa que he treballant al llarg de les assignatures de Traducció Científica i Tècnica de l'itinerari.

Ara, tenint en compte el text meta, que a l'estar traduït a l'espanyol no té dialecte possible, el tema de l'escriptura i redacció del text no ha estat gaire complicat.

Els problemes els he trobat en algunes convencions que m'he trobat i he hagut de resoldre mitjançant, majoritàriament, el *Diccionari panhispanico de dudas* de la Real Academia de la Lengua.

En primer lloc, m'ha trobat diferents números al llarg de l'article, tant dades, com anys, com quantitats numèriques. Segons la RAE, l'escriptura numèrica en números de més de quatre xifres aquestes, s'escriuen agrupades de tres en tres començant per la dreta i separant els grups per un espai; però no s'escriu amb punts ni comes ni blancs de separació els números referits a anys, pàgines, versos, lleis, decrets, números d'articles legals, codis postals o apartats de correus.

Exemple: 200 000 años, en 1923

Les sigles i els símbols són un altre punt dubtós a l'hora de redactar en espanyol. La normativa acceptada per la RAE diu que les sigles s'han d'escriure sense cap punt i en majúscules, a més de no poder separar-se cap lletra al final d'una oració.

Exemple: ADN, PC

Per tal d'establir una coherència al llarg de tot el text, vaig realitzar diferents tasques. La coherència terminològica va ser una de les primeres tasques que vaig dur a terme mitjançant la confecció d'un glossari després de fer un buidatge terminològic previ a la traducció. Però els termes no són els únics elements que donen coherència a un text científic, un aspecte que també cal tenir en compte és el dels temps verbals. Com que dins d'un mateix text, com és aquest article de divulgació, es pot trobar més d'una tipologia textual, he intentat definir les parts del text per tal de fer un ús apropiat dels temps verbals. A grans trets, podem distingir dos grans grups: el primer, que engloba el títol i la introducció, i el segon, que inclou el desenvolupament i la conclusió.

El títol i la introducció són dos apartats en general, més descriptius. S'expliciten més fets generals i l'autor utilitza verbs en passat. Usa una veu més externa al que conta.

Exemple:

Català	Espanyol
<i>Però res ha transformat més</i>	Pero nada ha transformado más

<i>radicalment la nostra forma de vida que la revolució neolítica...</i>	radicalmente nuestra forma de vida que la revolución neolítica...
--	---

En canvi, a la conclusió es realitza una explicació més detallada de la investigació dels gens de La Braña, i s'utilitza una veu més pròxima i temps verbals en passat i l'ús d'una veu personal. Sovint trobarem frases amb un subjecte en primera persona del plural que fa referència als investigadors que signen l'estudi.

Exemple:

Català	Espanyol
<i>Vàrem decidir ampliar la llista a altres gens de pigmentació que intervenen en el color del cabell i de forma més minoritària a la pell i vàrem descobrir que aquest individu mesolític continuava presentant les variants africanes en alguns gens...</i>	Decidimos ampliar la lista a otros genes de pigmentación que intervienen en el color del cabello y de forma más minoritaria en la piel y descubrimos que este individuo mesolítico continuaba presentando las variantes africanas en algunos genes...

4. CONCLUSIONS

Com he pogut observar en el projecte realitzat, el procés traductològic no és sols elaborar l'encàrrec pertinent, fer el buidatge de termes o traduir, sinó també dur a terme un llarg procés de documentació, de lectura de textos paral·lels, cerca de termes, redacció, edició i maquetació d'un conjunt en aquestes fulles presentat.

4.1. Reflexions sobre els resultats

Una vegada resoltes les dificultats de falta d'informació i coneixença sobre termes i temes dels quals tracta el text, els resultats del procés de lectura i documentació facilitarà la traducció i augmentarà la qualitat d'aquesta.

Feia temps que no tractava temes com el de l'evolució de la nostra espècie, les etapes de la història o la genètica, més bé quasi des de l'educació secundària, però la recopilació d'informació i el procés de recuperar informació emmagatzemada a la meua memòria, ha provocat la curiositat en mi. Durant el període de documentació he après coses que fins ara eren desconegudes, i he augmentat el meu coneixement sobre el tema a tractar.

Ha sigut un treball en el qual he invertit molt de temps i pel que m'he sentit motivada des del primer moment.

Pense que el resultat final és, simplement, el producte final d'una tasca conjunta de diferents fases on he invertit el temps necessari. És també el resultat d'hores de documentació, de feina davant l'ordinador, d'hores i hores de treball, d'escriure i esborrar, d'editar, canviar i recol·locar informació en altres llocs del text. És el resultat d'anys d'estudi a la universitat, de coneixements adquirits i realització d'una traducció darrere d'una altra.

4.2. Relació del treball amb els coneixements adquirits a la carrera

L'arribada de la societat de la informació, ha provocat un augment de la demanda de traductors des de fa ja uns anys, tenint en compte que el traductor actua com a pont intercultural en la fase de transmissió del coneixement. El traductor no sols tradueix un text, sinó també un context que el condiona. Per això el traductor ha de mantenir-se a l'ordre del dia amb les noves tecnologies i estar al corrent de les notícies diàries o almenys tindre coneixements generals sobre aquestes. Òbviament, no hi ha prou amb açò sinó que ha de tindre l'habilitat de saber informar-se. Per a recopilar documentació, el que s'ha de fer és contrastar les fonts d'informació i mai creure o utilitzar la de la primera font.

Aquest conjunt d'habilitats i coneixements són necessaris per al traductor, per a exercir la seua professió d'intermediari en el procés comunicatiu entre la llengua d'origen i la llengua meta. A més, a poc a poc va augmentant també l'interés en les empreses per professionals que controlen ferramentes de traducció, com són els programes de traducció, com Trados; per això pense que el pla d'estudis del Grau en Traducció i Interpretació hauria de ampliar els coneixements sobre l'ús i gestió d'aquest tipus de programari.

Per a elaborar el buidatge de termes i la seua traducció he utilitzat diccionaris en línia, com el Diccionari Enciclopèdic de Medicina de l'Enciclopèdia Catalana o el Termcat, entre altres. Estes ferramentes m'han facilitat el treball de traducció i m'han permés obtenir informació terminològica més ràpidament.

D'altra banda, a l'hora d'elaborar el cos del projecte s'han de seguir unes pautes per a què hi haja una coherència textual que facilite la lectura de qualsevol text. En primer lloc, he utilitzat una estructura diferenciada per epígrafs i paràgrafs per a la visualització i ràpida lectura del TFG. A més, com ja he mencionat abans, també he utilitzat una mateixa variant dialectal al llarg de tot l'escrit, utilitzant una flexió verbal valenciana, així com connectors temporals.

Per últim, i una vegada realitzada la traducció i redactat el projecte, sempre és aconsellable, si es té accés, compartir opinions amb una especialista en la matèria o almenys coneixedor. És una fase interessant per a contrastar punts de vista i enriquir-se el traductor i el text.

4.3. Interessos futurs

Després d'haver realitzat aquest projecte tan interessant i havent concluit l'itinerari de Traducció Científica i Tècnica (Anglès- Català) pense el pròxim objectiu serà el Màster en Traducció Medicosanitària. També sóc conscient que té una gran demanda i una nivell d'exigència elevat, però sempre m'ha agradat la branca científica i espere a curt termini poder realitzar aquest màster.

5. BIBLIOGRAFIA

DICIONARI NORMATIU VALENCIÀ. Disponible en línia:
<<http://www.avl.gva.es/dnv>>

GRAMÀTICA NORMATIVA VALENCIANA (2006)

MÈTODE. <<http://metode.cat/>>

Textos paral·lels i punts d'informació per a la documentació

JOAN S. MESTRES. (Universitat de Barcelona). La base de dades radiocarbòniques de Catalunya. *El mètode C14*. Disponible en línia:
<<http://www.telearchaeology.com/c14/metode.htm>>

VIKIPÈDIA. *Hominid de denisova* (2014). Disponible en línia:

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Homin%C3%AD_de_Denisova>

XARXA TELEMÀTICA EDUCATIVA DE CATALUNYA. Homínids. Disponible en línia: <<http://www.xtec.cat/~msalo2/prehistoria/hominids.htm>>

Pàgines web

PORTAL CIENCIA. Homo Sapiens Sapiens-
<http://www.portalciencia.net/antroevosapi.html>

SAPIENS.CAT. La revolució neolítica
<http://blogs.sapiens.cat/socialsenxarxa/2010/06/26/la-revolucio-neolitica/>

XARXA TELEMÀTICA DE EDUCATIVA DE CATALUNYA. La teoria de l'evolució i les seves implicacions-<http://www.xtec.cat/~lvallmaj/palau/darwin.htm>

WIKIPEDIA. Evolució humana-
http://ca.wikipedia.org/wiki/Evoluci%C3%B3_humana

6. ANNEXOS

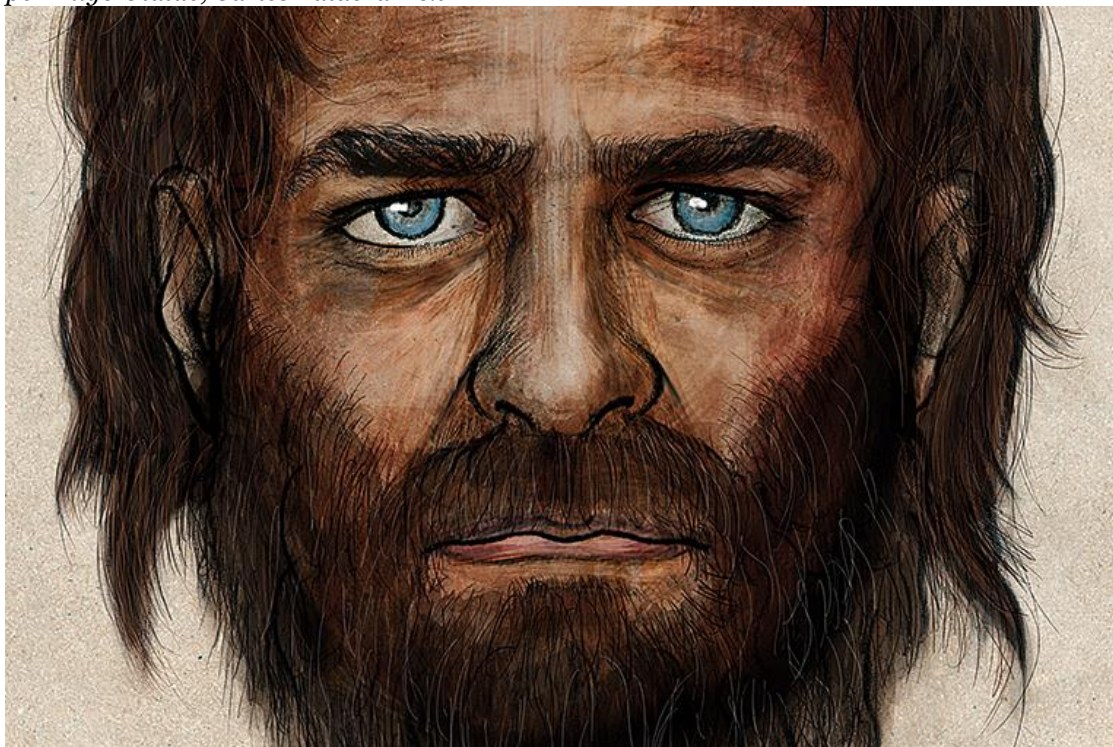
Adjunt el text original en paper.

Disponible en línia: <<http://metode.cat/Noticies/Quan-els-europeus-erem-cacadors-recollectors>>

Quan els europeus érem caçadors-recol·lectors

La recuperació del primer genoma mesolític

per Íñigo Olalde, Carles Lalueza-Fox



PELOPANTÓN/CSIC

Els estudis realitzats sobre les restes d'un dels individus trobats al jaciment de La Braña ens mostren que l'antic caçador-recol·lector europeu del mesolític tenia la pell fosca i els ulls clars.

LA REVOLUCIÓ NEOLÍTICA

La història de la nostra espècie està marcada per nombrosos esdeveniments que han modelat l'estil de vida i la diversitat que podem veure avui dia en les diferents poblacions humanes. Entre els punts d'inflexió coneguts es troba l'aparició de la nostra espècie a Àfrica fa uns 200.000 anys, la sortida d'alguns humans moderns d'Àfrica fa uns 60.000 anys, el seu encontre amb neandertals i denisovans –amb sexe inclòs– i la seva arribada a Amèrica fa uns 15.000 anys.

Però res ha transformat més radicalment la nostra forma de vida que la revolució neolítica (un concepte creat per l'arqueòleg V. Gordon Childe el 1923). Estem acostumats a veure documentals on surten grups de caçadors-recol·lectors en ambients com selves tropicals o deserts que per a nosaltres són exòtics; no obstant això, fa només uns 8.000 anys, durant l'anomenat període mesolític, tots els habitants d'Europa eren també caçadors-recol·lectors, i seguien un mode de vida que va desaparèixer amb l'arribada del neolític.

«La paleogenètica ens permet analitzar l'ADN obtingut directament de restes humanes de diferents períodes del passat i obtenir-ne informació evolutiva»

La transició cap al neolític va començar en l'anomenat Creixent Fèrtil (una regió en forma de mitja lluna que s'estén des de la vall del Nil fins als rius Tigris i Eufrates) fa uns 11.000 anys, poc després del final de la darrera glaciació. Ajudats per un clima progressivament més càlid, els humans van desenvolupar l'agricultura i la ramaderia i van abandonar el mode de subsistència nòmada que els havia acompanyat durant milions d'anys. Això va permetre a les primeres societats neolítiques establir-se en assentaments permanents, disposar de fonts d'aliments més segures i augmentar els efectius demogràfics, la qual cosa va propiciar posteriorment el sorgiment de les primeres grans civilitzacions. La naturalesa i les dinàmiques poblacionals d'aquesta transició són motiu de debat per als arqueòlegs des de fa dècades. És a dir, va ser l'agricultura una idea que es va anar disseminant des del seu lloc d'origen i això va fer que les poblacions caçadores-recol·lectores abandonessin el seu ancestral mode de vida? O més aviat va haver-hi una migració d'agricultors procedents de l'Orient Pròxim que van reemplaçar els habitants autòctons d'Europa?

Aquestes preguntes les pot contestar la genètica, perquè és evident que els processos demogràfics del passat han d'haver modelat la variació de les poblacions actuals. Però cal tenir en compte que aquestes poblacions són el resultat de múltiples fenòmens evolutius superposats que tenen lloc durant el paleolític, el mesolític, el neolític i fins i tot després. És aquí on entra en escena la paleogenètica, que ens permet analitzar l'ADN obtingut directament de restes humanes de diferents períodes del passat i obtenir-ne informació evolutiva.

El canvi radical de vida envers una economia de producció d'aliments va comportar adaptacions que es reflectiren en el nostre genoma. En aquest fenomen intervingueren diversos factors. Per exemple la dieta, que es va fer molt menys proteica i, en alguns casos, es basava quasi exclusivament en els carbohidrats dels cereals. Amb el temps van aparèixer nous recursos alimentaris, com els productes lactis, associats a la cria de bestiar com la vaca, la cabra o l'ovella. Aquest canvi de dieta probablement va comportar modificacions genètiques relacionades amb el metabolisme; la persistència de l'enzim que permet digerir la lactosa en la vida adulta n'és només un exemple.

A més, els animals domèstics transmetien als humans, en un procés conegut com a zoonosi, una sèrie de malalties infeccioses que inclouen probablement la grip, la tuberculosi, el xarampió,

la verola, la tos ferina i les galteres, moltes de les quals encara patim. Com que les poblacions eren més grans i sedentàries, els patògens es propagaven més ràpidament i les epidèmies es van fer més freqüents, fets que van obligar el sistema immunitari a adaptar-s'hi (de fet, les poblacions actuals són descendents d'aquells humans que van sobreviure a aquestes malalties). En definitiva, el nou mode de vida va comportar canvis en múltiples aspectes que s'haurien de poder rastrejar en els genomes d'abans del neolític.

És per tot això que a priori resultava molt interessant poder analitzar un genoma europeu del mesolític. L'any 2013, l'únic genoma prehistòric europeu de què disposàvem era el d'Ötzi, l'anomenat Home del Gel. Es tracta del cos d'un home de l'Edat del Coure (datat en fa 5.300 anys) que va ser descobert el 1991 als Alps del Tirol, a 3.210 metres d'altura, conservat de forma espectacular en el gel. Com que el fred ajuda a conservar l'ADN, és lògic que aquest fos el primer genoma que s'aconseguís recuperar. Però Ötzi és un individu del neolític tardà i per això no ens pot dir com eren els europeus anteriors al neolític.



«Els animals domèstics transmetieren als humans, en un procés conegut com a zoonosi, una sèrie de malalties infeccioses, moltes de les quals encara patim»

Julio Manuel Vidal Encinas/Institut de Biologia Evolutiva (UPF-CSIC)

L'octubre del 2006, uns espeleòlegs van entrar a explorar una petita cavitat situada a la serralada cantàbrica a uns 1.500 metres d'altura, a prop dels municipis lleonesos de La Braña-Arintero. Després d'endinsar-se una trentena de metres per un passadís estret i de superar un pou vertical, van trobar dos esquelets de caçadors mesolítics.

EL GENOMA DE LA BRAÑA

L'octubre del 2006, uns espeleòlegs van entrar a explorar una petita cavitat situada a la serralada cantàbrica a uns 1.500 metres d'altura, a prop dels municipis lleonesos de La Braña-Arintero. Després d'endinsar-se una trentena de metres per un

passadís estret i de superar un pou vertical, van trobar un esquelet pràcticament complet en posició fetal en un replanell. A pocs metres, al fons d'un pou, hi havia un altre esquelet. Ambdós eren d'homes adults. La difusió de la notícia en els mitjans locals va portar la Junta de Castella i Lleó a organitzar la complicada extracció dels dos esquelets, que van ser etiquetats com La Braña 1 i 2. Aquesta operació va ser dirigida per l'arqueòleg Julio Manuel Vidal Encinas.

Un detall va cridar la seva atenció: una estalagmita que havia crescut sobre alguns dels ossos indicava que podien ser força antics. Quan es van retirar les restes del segon individu, van trobar nombrosos canins atròfics de cérvol perforats. Aquest tipus de dents són una ornamentació típica dels caçadors mesolítics, que els duïen cosits a la roba. La posterior datació per carboni 14, que va donar dates properes als 7.000 anys, va confirmar aquesta atribució.

En aquells moments, les noves plataformes de seqüenciació massiva en paral·lel (també conegudes com a tecnologies de segona generació) encara s'estaven implementant, i amb una aproximació clàssica basada en la reacció en cadena de la polimerasa (o PCR) només hauria estat possible recuperar petits fragments de l'ADN mitocondrial (un petit genoma citoplasmàtic encarregat de proporcionar energia a les cèl·lules) d'aquests individus. Disposàvem ja d'una dotzena de seqüències mesolítiques del centre i el nord d'Europa que mostraven una notable uniformitat genètica: totes pertanyien als llinatges mitocondrials U4 o U5. Entre aquestes darreres, la majoria tenien la mateixa seqüència. Això indicava que, amb gran probabilitat, els mesolítics europeus eren molt uniformes des d'un punt de vista genètic. Aquesta idea concorda amb el fet que aquests estaven constituïts per poblacions molt mòbils al llarg d'una gran àrea geogràfica.

L'any 2013 vàrem començar a provar diferents mostres de l'individu de La Braña 1 amb la intenció de seqüenciar-lo completament, i vàrem aconseguir localitzar una llibreria genòmica, generada a partir de les arrels dentàries del tercer molar superior dret, que tenia un contingut d'ADN proper al 50 %. Això vol dir que de cada cent seqüències que generàvem amb la plataforma de la companyia Illumina, prop de la meitat eren humanes (la resta, com sol passar en totes les mostres antigues, eren majoritàriament seqüències bacterianes). Aquesta eficiència tan elevada és força inusual en mostres d'una edat similar (i fins i tot més recents) i només pot ser explicada



Julio Manuel Vidal Encinas/Institut de Biologia Evolutiva (UPF-CSIC) Restes de La Braña 1. L'eficàcia de la seqüenciació, força inusual en mostres antigues d'una edat similar (i fins i tot més recents), només pot ser explicada per les excepcionals condicions del jaciment, associades a l'altura, l'estabilitat tèrmica i la baixa temperatura, que han ajudat a conservar l'ADN.

«Els resultats de l'anàlisi d'aquest primer genoma mesolític ofereixen una idea de la potencialitat que tenen els estudis paleogenòmics »

per les excepcionals condicions del jaciment, associades a l'altura, l'estabilitat tèrmica i la baixa temperatura, que han ajudat a conservar l'ADN. Després de fer una reacció sencera de seqüenciació al Centre de Seqüenciació de Dinamarca, vàrem aconseguir recuperar el genoma amb una cobertura de 3,4×. Això vol dir que cadascun dels 3.200 milions de nucleòtids que formen el nostre genoma estava representat de mitjana per entre tres i quatre seqüències diferents. És una cobertura baixa però suficient per portar a terme diversos tipus d'anàlisis genòmiques.

La comparació del genoma de La Braña 1 amb dades genòmiques parcials d'individus neolítics i d'uropeus actuals ens va permetre confirmar que els caçadors que poblaven Europa abans de l'arribada del neolític no mostraven afinitats genètiques amb els agricultors neolítics. L'individu de Lleó s'agrupava, curiosament, amb poblacions actuals d'Escandinàvia, com els suecs i els finlandesos. Això seria la conseqüència d'un procés d'expansió neolítica que va reemplaçar les poblacions locals al sud d'Europa, allí on el clima era més favorable a l'agricultura, però que les va assimilar en part en arribar a latituds més fredes. A Escandinàvia, agricultors i caçadors van conviure durant diversos mil·lennis, fet que va donar lloc a creuaments entre ells.

Però el que ens interessava més era descobrir els canvis genètics que podien ser resultat de la transició mesolític-neolític. Vàrem començar mirant una llista de gens que havien estat caracteritzats com el producte de la selecció natural recent en europeus actuals. Les variants seleccionades arrossegueu el context genètic que tenen al seu voltant, i això crea zones de baixa diversitat genètica que poden ser reconegudes estudiant la variació actual. Aquests gens presentaven variants que apareixien en freqüències molt elevades o fins i tot fixades (és a dir, presents en tots els individus) en europeus, per contraposició a d'altres poblacions humanes. La nostra intenció era veure si l'individu de La Braña 1 tenia els al·lels ancestrals (és a dir, idèntics als de les poblacions africanes) o els derivats (compartits amb els europeus actuals) en aquests gens.

L'individu de La Braña 1 mostrava, de manera sorprenent, variants derivades en nombrosos gens del sistema immunitari que prèviament s'havien associat amb resistència a patògens i amb la transmissió d'aquests per zoonosi. Clarament, bona part dels esdeveniments immunològics que havien modelat el genoma dels europeus actuals eren anteriors a l'arribada del

neolític. Això significava també que els canvis adaptatius produïts per la transmissió de patògens des dels animals domèstics devien trobar-se entre aquells gens en els quals La Braña portés al·lèls ancestrals. Una possibilitat alternativa però menys probable és que els patògens del neolític entressin a Europa abans que els mateixos agricultors, i que haguessin delmat també les poblacions de caçadors, que eren molt menors. Un fenomen semblant va tenir lloc a Amèrica, on hi va haver comunitats ameríndies que van ser delmades per la verola i altres malalties portades pels europeus sense haver-ne vist cap.



PELOPANTÓN/CSIC

Fases de reconstrucció del retrat del caçador-recol·lector europeu del mesolític. No és possible saber el grau exacte del to de pell; clarament havia de ser més fosc que els europeus actuals, però potser no tan fosc com els africans sud-saharians. En tot cas, es tracta d'un fenotip únic que ja no existeix en les poblacions europees actuals.

ULLS BLAUS I PELL FOSCA: UN FENOTIP ÚNIC

Inesperadament, entre els gens de La Braña que presentaven la variant genètica ancestral, es trobaven els dos que tenen un paper essencial en la pigmentació clara dels europeus (*SLC45A2* i *SLC24A5*). Les variants derivades que donen lloc a la pell clara són presents en pràcticament tots els europeus actuals. Vàrem decidir ampliar la llista a altres gens de pigmentació que intervenen en el color del cabell i de forma més minoritària a la pell i vàrem descobrir que aquest individu mesolític continuava presentant les variants africanes en alguns gens com *MC1R*, *TYR* i *KITLG*. Amb tota probabilitat, i en contra del que es creia fins el moment, la pigmentació clara encara no existia o no s'havia generalitzat en el mesolític. Però les sorpreses no s'havien acabat: vàrem descobrir també que La Braña tenia les variants genètiques en els gens *HERC2/OCA2*, que en els humans actuals són els responsables dels ulls blaus. És a dir, el nostre individu tenia la pell fosca i els ulls clars en un context genòmic que per altra banda era inequívocament europeu (en rigor, més proper als escandinaus que a qualsevol altra població actual). No és possible saber el grau exacte del to de pell; clarament devia ser més fosc que els europeus actuals, però potser no tan fosc com els africans sud-saharians. En tot cas, es tracta d'un fenotip únic que ja no existeix en les poblacions europees actuals.

Els resultats de l'anàlisi d'aquest primer genoma mesolític podran confirmar-se amb la seqüenciació de més mostres en el futur, però ara mateix ofereixen una idea de la potencialitat que tenen els estudis paleogenòmics per reconstruir els processos migratoris i també adaptatius de les poblacions humanes. L'estudi de més genomes antics, situats en l'espai i en el temps, és l'inici d'una nova i apassionant visió de la prehistòria d'Europa que deixarà enrere més d'un segle de debats arqueològics i antropològics.