

Arkeologi Museoaren koadernoak

Los cuadernos del Arkeologi

7 **HEZURRETAN IDATZIA** ANTROPOLOGIA FISIKOAREN EKARPENA GURE IRAGANA EZAGUTZEKO

ESCRITO EN LOS HUESOS
APORTACIÓN DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA
AL CONOCIMIENTO DE NUESTRO PASADO

Concepción de la Rúa Vaca
Montserrat Hervella

HEZURRETAN IDATZIA
ANTROPOLOGIA FISIKOAREN
EKARPENA GURE IRAGANA
EZAGUTZEKO

ESCRITO EN LOS HUESOS
APORTACIÓN DE LA ANTROPOLOGÍA
FÍSICA AL CONOCIMIENTO DE
NUESTRO PASADO

Concepción de la Rúa Vaca
Montserrat Hervella Alfonso

1. Hezurrak, informazio altxorra.....	6
Los huesos, un tesoro de información	
2. Hezurrak esaten digutena sexua eta adinari buruz	12
Lo que nos dicen los huesos sobre el sexo y la edad	
3. Nolakoak ziren, nola bizi ziren, nola hiltzen ziren gure arbasoak?	22
¿Cómo eran, vivían y morían nuestros antepasados?	
4. Antzinako DNA	32
ADN antiguo	
5. Denboran bidaia.....	56
Un viaje en el tiempo	
6. Euskal Herriko biztanle aitzindariak.....	72
Los primeros pobladores del País Vasco	
Bibliografia	81
Bibliografía	

1.

Hezurrak, informazio altxorra.

XIX. mendearen bukaerarantz, aurre-historiak ondo ulertzen ez zen ezagumendu mordoa metatzen zuen. Adibide gisa, 1856. urtean, Darwinek bere espezien jatorriari buruzko liburua argitaratu baino 3 urte lehenago, Feldhofer kobazuloan, Neander haranean (Alemania) aurkitutako hezurdurak. Neandertalei dagozkien aztarna hauek, anitz eztabaida sortzen zituzten tximino antzeko izaki basati gisa antzematen ziren. Gaur, neandertalak gizakietatik hurbil dagoen giza espezieetat dauzkagu. Fisikoki gugandik oso desberdinak ziren arren, antzinako DNAren ikerketek gure espeziearekin gurutzatu zirela adierazten dute, Pester cu Oase kobazuloan (Errumania) aurkitutako 40.000 urtetako Homo sapiens batetan neandertalen genomaren ia %9a identifikatu izan delarik (Fu et al., 2015). Gurearen garaikideak diren beste giza espezie batzuen existentzia ere ezin genuen imajinatu, hala nola, denisobanoak, Altai Mendietan (Siberia) 50.000-30.000 urtetako hezur puska gutxi batzuetatik erauzitako DNAari esker deskribatu ziren gizakiak (Reich et al., 2010).

1.

Los huesos, un tesoro de información.

A finales del siglo XIX, la prehistoria acumulaba conocimientos que no eran todavía bien comprendidos. Valga como ejemplo, el hallazgo de unos restos esqueléticos en la cueva de Feldhofer, en el valle de Neander (Alemania) en 1856, tres años antes de que Darwin publicara su obra sobre el origen de las especies. Estos restos, pertenecientes a los neandertales, fueron objeto de todo tipo de especulaciones siendo percibidos como seres simiescos y brutales. En la actualidad, los neandertales son reconocidos como una especie humana próxima a la nuestra. Aunque físicamente eran muy diferentes a nosotros, las investigaciones del ADN antiguo demuestran que hubo hibridación con nuestra especie, habiéndose detectado hasta un 9% del genoma neandertal en el ADN recuperado en un *Homo sapiens* de 40.000 años de antigüedad de la cueva de Pesteră cu Oase (Rumania) (Fu et al., 2015). Tampoco podíamos imaginar la existencia de otras especies humanas coetáneas a la nuestra, como los denisovanos, así denominados a los humanos descritos a partir del ADN recuperado en unos escasos restos óseos de 50.000-30.000 años de antigüedad encontrados en una cueva

Azken hamarkadetan biologia eta paleontologiak jasandako aurrerapenek gure aitzindarien irudi argiagoa izatea baimendu digute, beren bizi-zikloko hainbat ezaugarri jakitea posible delarik beste arlo batzuetako ohiko teknikak erabiliz, adibidez komunikabideei esker hain ezagunak auzitegi zientzietakoak. Batzuetan, giza aztarnak, hortz bakan batzuei esker identifikatzeko gai gara, nahiz eta milaka urtetan zehar lurperatuta egon. Halaber, hezur aztarnetatik abiatuta, nahiz eta oso zatikatuta egon, gizabanakoen dieta eta jasandako gaixotasunen berreeraiketak egin daitezke. Ezagumenduaren garapena, ez da ordea lineala, hori dela eta onartu beharra dugu, sarritan ez garela bat etorriko aurretiaz planteatutako hipotesiekin eta berrikusi egin beharko direla aldiro. Batez ere, aztarna gutxi existitzen diren gaietan, hala nola, gure eskualdearen lehenengo populamendua, zeinetan berriki 164.000 urtetan dataturiko Lezetxiki kobazuloan (Arrasate) aurkitutako giza humero bakarra ezagutzen delarik. Gizaki hauen esanahiaren interpretazioa Europako lehen populamenduaren testuinguruan egin behar da, zeina Atapuercako aztarnategi bikainean adierazita bait dagoen eta baita gizaki hauen eboluzioa gertatu zeneko ingurunea berreraikitzea ahalbidetuko diguten beste arlo batzuetatik eratorritako datuak kontutan izanda, hala nola landutako tresnak, ehizatu zituzten animaliak edo nortzuk ziren heuren harrapariak eta zein baldintza ekologiko eta klimatikotan bizi izan ziren. XX. mendearen hasieran eman ziren euskal populazioaren lehen ikerketa antropologikoak, hain zuzen ere J.M. Barandiaran, E. Eguren eta T. Aranzadik egindako Euskal Herriko aztarnategien indusketetatik. Orduan, ez zituzten giza taldeen arteko harremanen interpretazioa berreraikitzea baimentzeko gaur dauzkagun ezagumenduak. Hala ere, ikertzaile hauek, gure aitzindariak nolakoak ziren, nola bizi ziren eta nola hiltzen ziren ezagutzen laguntzen diguten egundoko agiri historikoak diren indusketa arkeologietatik eratorritako bilduma osteologikoez aberastuz joan den arloaren garapena bultzatu duten oinarriak ezarri zituzten.

XX. mendearen erdialderantz, forma primitiboenetatik gaur egungo gizateriara ginderamatzen ikuspuntu lineala aldarrikatzen zuen paradigma erredukzionista batek gidatzen zuen giza eboluzioa. Testuinguru honetan azaltzen da euskal populazioaren eboluzio indigena eta lokala kromagnon motatik, Aranzadi eta Barandiaranek proposatu zuten bezala (1948), Urtiagako (Deba, Gipuzkoa) kranioen aurkikuntzaren

en las montañas del Altai (Siberia) (Reich et al., 2010). Los avances experimentados por la biología y la paleontología en las últimas décadas nos están permitiendo tener una visión más nítida de nuestros antepasados, al ser posible averiguar distintos aspectos de su ciclo vital, usando a veces técnicas de análisis comunes a otras disciplinas, como las ciencias forenses, que hoy en día son más conocidas gracias a su difusión mediática. A veces, tan solo con unas piezas dentarias somos capaces de identificar unos restos humanos, aunque lleven enterrados miles de años. Asimismo unos restos óseos, aunque estén fragmentados, permiten reconstruir la dieta y las enfermedades de los individuos. El avance en el conocimiento, por supuesto, no es lineal y tenemos que aceptar que a veces hay que revisar y discrepar de hipótesis previas. Sobre todo en temas de los que existen muy pocas evidencias, como por ejemplo el primer poblamiento de nuestra región del que disponemos de un solo resto óseo, el húmero humano hallado en la cueva de Lezetxiki, en Arrasate-Mondragón, datado recientemente en al menos 164.000 años. La interpretación del significado de estos humanos, tiene que hacerse en el contexto del primer poblamiento europeo, representado en el fabuloso yacimiento de Atapuerca y teniendo en cuenta los datos procedentes de otras disciplinas, que nos permitan reconstruir el escenario en el que se dio la evolución de estos humanos, tales como los instrumentos que elaboraron, los animales que cazaron o los que fueron sus depredadores y las condiciones climáticas y ecológicas en las que vivieron.

A comienzos del siglo XX es cuando se empezaron a realizar los primeros estudios antropológicos sobre la población vasca, de la mano de J. M. Barandiaran, E. Eguren y T. Aranzadi, quienes realizaron excavaciones en múltiples yacimientos del País Vasco. Entonces no existían los conocimientos actuales que permiten interpretar las relaciones entre los grupos humanos. No obstante, estos autores sentaron las bases para el desarrollo de una disciplina que se ha ido enriqueciendo de colecciones osteológicas procedentes de excavaciones arqueológicas, que constituyen verdaderos documentos históricos para conocer cómo eran, vivían y morían nuestros antepasados.

ostean. Hala eta guztiz ere, interpretazio hau konplikatuaz joan da indusketa gehiago eta hezurdura gehiago aurkitzen ziren heinean, hezurdura bilduma aberats batek eskaintzen bait digu edozein giza taldetan existitzen den aldakortasunari buruzko informazio orokorra.

Argitalpen honetan, "Hezurretan Idatzia/Escrito en los Huesos" deritzon erakusketan azaltzen diren aztarna eskeletikoen ikerketa-metodoei buruz diharduten materialak jasotzen dira, hala nola sexu eta adinaren estimazioa, dietaren berreraiketa eta gaixotasunen identifikazioa eskeletotik abiatuta. Erakusketaren atal bat Paleogenomikan eman diren azken aurrerapen metodologikoei buruz dihardu, zeinetan giza eboluzioari buruzko emaitzak eta, denisobano eta neandertalak bezalako iraungitako espezieen deskribapena egiten den. Erakusketaren beste atal bat euskal populazioaren historia biologikoaren berreraiketari buruzkoa da, non Euskal Herriko Antropologia Fisikoaren gertaera nagusiak aipatzen diren, J.M. Barandiaran, E. Eguren eta T. Aranzadiren lehenengo ikerketetatik (XIX-XX. Mendeak) gaur egunerarte. Azkenik, egungo datuen arabera populazio honen jatorri eta eboluzioari buruz existitzen diren hipotesien berrikustea egiten da. Gai desberdinak, Euskal Herrian egindako hainbat indusketa arkeologikoetako material antropologikoarekin argitzen dira, zaharrenetatik (gutxienez 164.000 urtetako, Behe Paleolitoko Lezetxikiko humeroa), aztarna historikoetararte, hots, Gasteizko Santa Maria elizako edo Bilboko San Frantzisko komentukoak, besteak beste.

A mediados del siglo XX, la evolución humana se regía por un paradigma reduccionista que postulaba una visión lineal desde las formas más primitivas hasta la humanidad actual. En este contexto se explica la hipótesis de la evolución indígena y local de la población vasca a partir del tipo cromagnon, propuesta por Aranzadi y Barandiaran (1948) tras el hallazgo de los cráneos del yacimiento de Urtiaga (Deba, Gipuzkoa). Sin embargo, esta visión se ha ido complicando a medida que se realizaban más excavaciones y se descubrían más restos esqueléticos, ya que solamente una serie numerosa de esqueletos nos proporciona información de la diversidad existente en cualquier grupo humano.

En esta publicación se recogen los materiales de la exposición “Hezurretan Idatzia / Escrito en los Huesos” la cual hace referencia a diversos métodos de investigación en restos esqueléticos, como los referentes a la estimación del sexo y la edad, la reconstrucción de la dieta y la identificación de enfermedades a través del esqueleto. Una parte de la exposición se dedica a los últimos avances metodológicos en Paleogenómica, mostrando los resultados de la investigación sobre evolución humana y la descripción de especies humanas extintas, como los neandertales y denisovanos. Otra parte de la exposición está dedicada a la reconstrucción de la historia biológica de la población vasca, en la que se enumeran los hitos históricos más importantes en el campo de la Antropología Física en el País Vasco, desde los primeros estudios de J. M. Barandiaran, E. Eguren y T. Aranzadi (siglos XIX-XX) hasta la actualidad. Finalmente se hace una revisión de las hipótesis existentes sobre el origen y evolución de esta población a la luz de los datos actuales. Los distintos temas se ilustran con materiales antropológicos que proceden de numerosas excavaciones arqueológicas realizadas en el País Vasco, desde los más antiguos (el húmero de Lezetxiki del Paleolítico Inferior, hace al menos 164.000 años) hasta restos históricos, procedentes de excavaciones como las realizadas en la iglesia de Santa Maria en Vitoria-Gasteiz o en el Convento de San Francisco en Bilbao, entre otros.

2.

Hezurrak esaten digutena sexua eta adinari buruz.

Ezberdintasun sexualak jaió aurretik hasiko dira azaltzen eta garapenean zehar emendatuz doaz. 18 urtetik aurrera, ezberdintasun sexualak ondo definituta daude eskeletoan, bai “tamaina” eta bai “forma”ri dagokionez. Gizonek, emakumeek baino hezur sendoagoak dituzte, hala ere ezberdintasun nabarietak pelbisaren forman emango dira. Beraz, pelbisak eskainiko digu sexuaren estimazio zehatzena, zeina kranio eta eskeletoko beste hezur batzuen analisiarekin ere osatu daitekeelarik (Bass, 1995). Ezaugarri “femenino” eta “maskulinoen” artean ez dago muga garbirik, baizik eta ezaugarri maskulinoago edo femeninoagoen arteko mailaketa bat.

Hezurduratik abiatuz adina estimatzeko irizpideak desberdinak izango dira haur, nerabe edo heldu baten kasurako. Haurtzaro eta nerabetasunean zehar, genetikoki kontrolaturiko aldaketak gertatzen dira, ingurunearen eragina hutsala delarik. Hemendik aurrera gertatuko diren aldaketak, neurri handi batetan, bizimoduari loturik doazkio (Baker et al., 2010).

2.

Lo que nos dicen los huesos sobre el sexo y la edad.

Las diferencias sexuales se inician antes de nacer y van incrementándose a lo largo del desarrollo. A partir de los 18 años, están bien definidas en el esqueleto, siendo tanto de “tamaño” como de “forma”. Los hombres tienen huesos más robustos que las mujeres, pero las diferencias más pronunciadas se encuentran en la forma de la pelvis. Por tanto, ésta proporciona la estimación más certera del sexo, que puede complementarse con el análisis del cráneo y otros huesos del esqueleto (Bass, 1995). En todo caso no hay una barrera nítida entre los caracteres masculinos y femeninos, sino que existe una gradación en la manifestación de cada rasgo que puede presentar una expresión más femenina o más masculina.

Los criterios utilizados para estimar la edad a partir del esqueleto son diferentes según se trate de un niño, un adolescente o un adulto. Durante la infancia y la adolescencia, se producen cambios que están controlados por factores genéticos, sin apenas influencia ambiental. A partir de entonces, estos cambios están relacionados en mayor medida con el modo de vida (Baker et al., 2010).

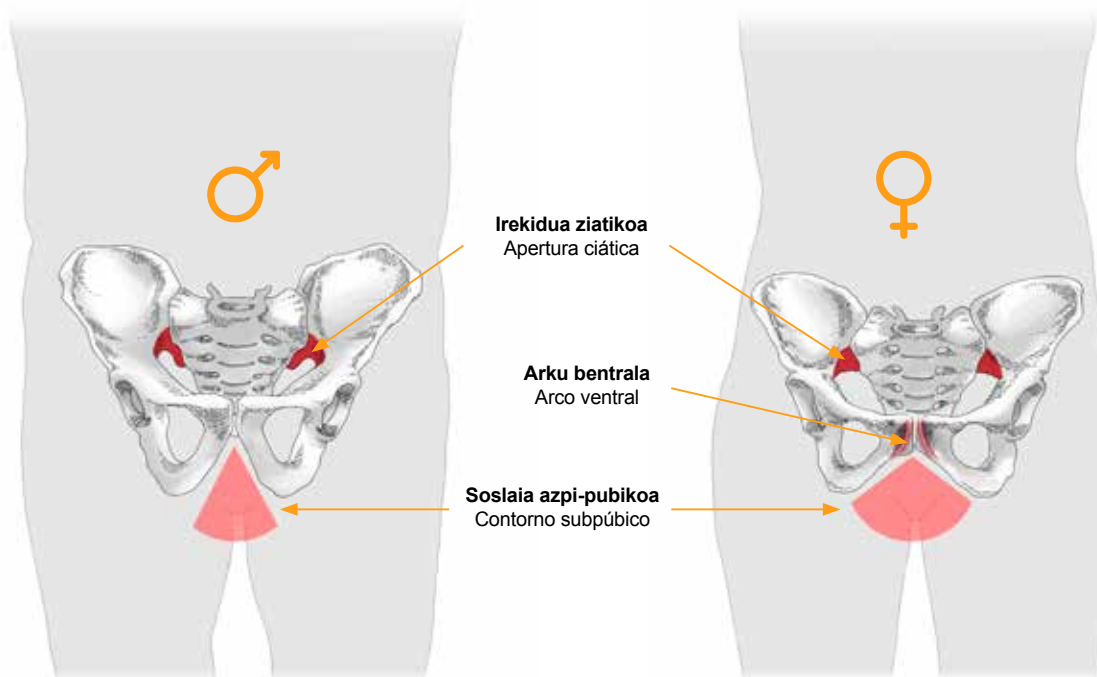
2.1. Sexua ezagutzeko gakoa pelbisean dago

Gizon eta emakumezko pelbisaren ezaugarri bereizleak, emakumeetan haziera azkarrago eta heltze goiztiarragoa ematen direlako gertatzen dira, guzti honek erditzea errazteko diseinaturiko pelbisa taxutuko duelarik. Ezberdintasun nagusiak eskualde pubikoan eta hutsune ziatikoan daude (Ir. 1).

Pelbisaz gain, kranioak ere laguntzen du sexu ezberdineko hezurdurak ezberdintzen. Kranio maskulinoen zenbait ezaugarri, femeninoetan baino markatuagoak azaltzen dira: bekain oseoaren erliebea, okzipitala (zimurtsuagoa eta irtenagoa), mastoidearen tamaina (belarri atzeko irtenunea) eta kokots zimurtsu eta nabarmena (Ir. 2).

1. Pelbis maskulino eta femeninoaren arteko desberdintasunak: maskulinoetan ez da arku bentralik agertzen, zabalera ziatikoa itxiagoa da eta soslai subpubikoa txikiagoa, emakumeenarekin alderatuta.

Diferencias entre la pelvis masculina y femenina, observándose en la masculina el arco ventral ausente, la apertura ciática mas cerrada y el contorno subpúbico mas cerrado.



2.1. Para diferenciar entre masculino y femenino, la clave está en la pelvis

Algunos caracteres distintivos de la pelvis se deben a que el crecimiento es más rápido y la maduración más precoz en las mujeres que en los hombres, configurando una pelvis diseñada para facilitar el parto. Las principales diferencias residen en las regiones púbica y ciática (Fig.1).

Además de la pelvis, el cráneo también ayuda para diferenciar esqueletos de diferente sexo, ya que los cráneos masculinos tienen algunos rasgos más marcados que los femeninos, como el relieve de las cejas óseas, el occipital (más rugoso y prominente) y el tamaño de la mastoides (prominencia detrás del oído) (Fig. 2).

“Femenino” eta “maskulinoen” arteko ezberdintasun argirik erakutsi beharrean, ezaugarrien adierazpenean jarraitasuna erakusten duten pelbis bilduma. Jatorria: Ereñozarreko (Ereño, Bizkaia) Erdi Aroko hilerria eta Santa Maria Ziortzako Kolejiata (Ziortza-Bolibar, Bizkaia). Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.

Diversas pelvis donde no existe una barrera nítida entre “femenino” y “masculino”, sino una gradación en la expresión de los rasgos. Procedencia: cementerio medieval de Ereñozar (Ereño, Bizkaia) y Colegiata de Santa María de Zenarruza (Ziortza-Bolibar, Bizkaia). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia.



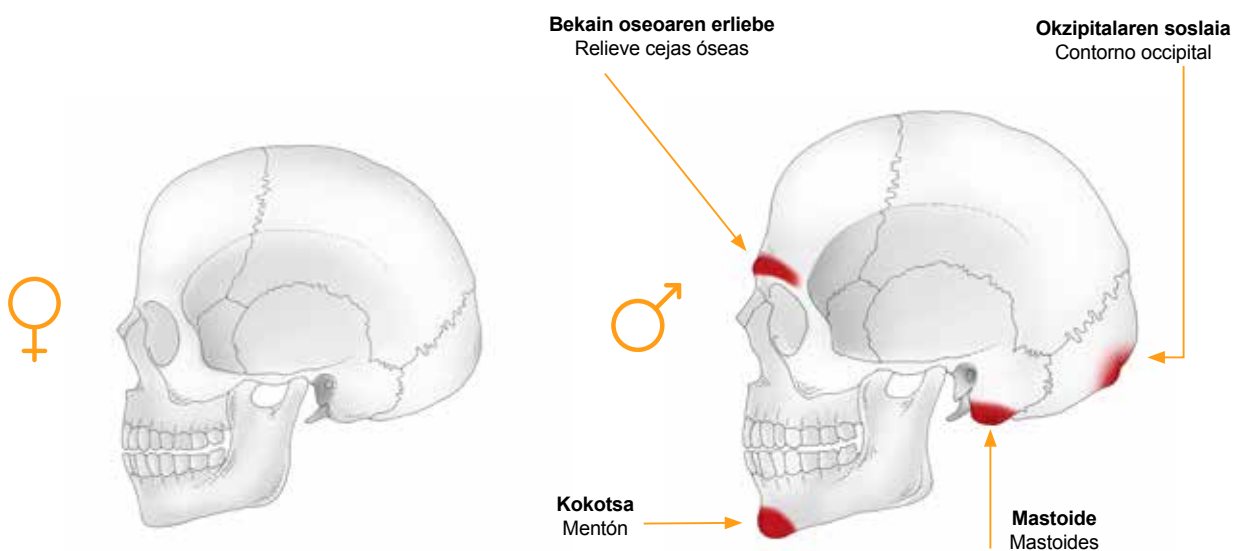
2.2. Eskeletoaren adinaren aztarna.

Helduen adina.

20 urtetik aurrera, eskeletoaren erabateko garapena burutu ondoren, adinaren aztarnak kranioko loturetan (Ir. 3), pelbisaren morfologian eta hezur desberdinetan endekapenari loturik agertuz doazen aldaketetan beha daitezke (Ir. 4). Pelbisean, pubisaren uhin itxurako azalera (sinfisis deritzona), itxura leun eta higatukoa bilakatzen da denboran zehar. Adinarekin, femur eta pelbisaren arteko artikulazioan ere aldaketak gertatuko dira (Ir. 5).

2. Kraneo maskulino eta femeninoen arteko ezberdintasunak.

Diferencias morfológicas en el cráneo masculino y femenino.



2.2. La huella de la edad en el esqueleto

La edad en los adultos.

A partir de los 20 años, cuando se completa el desarrollo esquelético, la huella de la edad es visible en las suturas del cráneo (Fig. 3), en la morfología del pubis y en los cambios degenerativos que van apareciendo en distintos huesos. En la pelvis, la superficie de la sínfisis del pubis pasa de un aspecto ondulado a otro liso y desgastado con el paso del tiempo (Fig. 4). También se producen cambios con la edad en la articulación de la pelvis con el fémur: el reborde de la cavidad articular cambia con la edad pasando de redondeado a agudo. En fases más avanzadas, los crecimientos óseos llegan a rebasar el borde de superficie articular (Fig. 5).

Bekain oseoaren erliebean, okzipitalean eta mastoidean jarraitasuna erakusten duten kranio maskulino eta femeninoak. Maskulinoetan nabariagoak dira. Jatorria: Ereñozarreko Erdi Aroko hilerrria (Ereño, Bizkaia) eta Urratxa III (Orozko, Bizkaia) hilobi kobazuloa. Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.

Cráneos masculino y femenino, donde se aprecian una gradación en el relieve de las cejas óseas, el occipital y la mastoides, que son más marcados en los masculinos. Procedencia: cementerio medieval de Ereñozar (Ereño, Bizkaia) y cueva sepulcral de Urratxa III (Orozko, Bizkaia). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia.



Adina hartzaro eta nerabetasunean.

Bizitzako lehenengo urteetan hezur luzeen luzera eta hortzen garapena izango dira adinaren estimaziorako irizpide nagusiak; pubertaroan, hezurren muturren lotura. Esnezko hortzak edo erorkorrak gradualki ordezkatzeko dituzten hortzeria iraunkor edo definitiboak 11 urte bitartean (Ir. 6). Pubertaroan, hezur muturren lotze progresiboa ematen da. Prozesu hau emakumeetan gizonezkoetan baino lehenago hasiko da; lehendabizi orkatila eta aldaka lotuko dira, ondoren belaua eta ukondoa, eta azkenik sorbaldak eta eskumuturra (Ir. 7).

3. Adin desberdinetako hiru gizabanakoen lotura kranialak (25-35 urte, 50-60 urte eta >75 urte). Jatorria: Ereñozarreko Erdi Aroko hilerria (Ereño, Bizkaia), Santiago eliza (Bilbo, Bizkaia) eta Santa Maria Magdalenako eliza (Plentzia, Bizkaia). Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa / Bizkaiko Foru Aldundia.

Suturas craneales de tres sujetos de distinta edad (25-35 años, 50-60 años y más de 75 años). Procedencia: cementerio medieval de Ereñozar (Ereño, Bizkaia), iglesia de Santiago (Bilbao, Bizkaia) e iglesia de Santa María Magdalena (Plentzia, Bizkaia). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia.

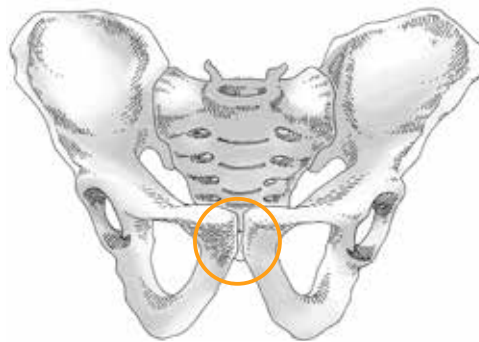


La edad en la infancia y la adolescencia.

Los principales criterios para estimar la edad en niños y jóvenes son la longitud de los huesos largos y el desarrollo de los dientes en los primeros años de vida y la unión de las epífisis (extremos de los huesos) en la pubertad. Los dientes de leche o deciduos son sustituidos de forma gradual por los dientes definitivos o permanentes hasta aproximadamente los 11 años de edad (Fig. 6). Durante la pubertad, se produce la unión progresiva de los extremos de los huesos. Este proceso comienza antes en las mujeres que en los hombres y se inicia en el tobillo y la cadera, luego en la rodilla y el codo, y finalmente en el hombro y la muñeca (Fig. 7).

4. Aldaketak sinfisi pubikoaren gainazalean adinarekin.

Cambios en la superficie de la sinfisis del pubis con la edad.



Sinfisi pubikoa
Sinfisis del pubis

15 urtetik 23 urtera
De 15 a 23 años



28 urtetik 46 urtera
De 28 a 46 años



45 urtetik 66 urtera
De 45 a 66 años

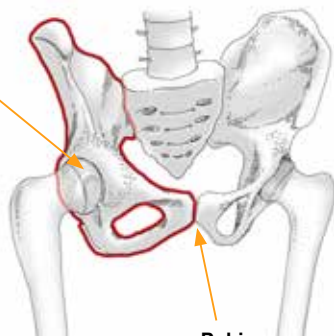


5. Pelbisak femurrarekin eratzen duen artikulazioan, adinarekin gertatzen diren aldaketen eskema.

Esquema de los cambios producidos con la edad en la articulación de la pelvis con el fémur.

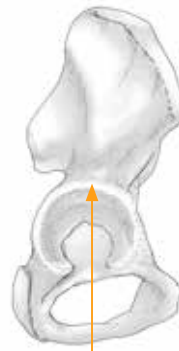
Azetabulua:
femurraren artikulazioa.

Acetábulo:
articulación del fémur.



Pubisa:
bi koxalen artikulazioa.
Pubis:
articulación de ambos coxales.

Hezur porotsua, hezur hazierez ordezkatzten da.
Crecimientos óseos reemplazan al hueso poroso.



Artikulazio hutsunearen ertz borobildua, zorrotzagoa bilakatzen da.

El reborde de la cavidad pierde el aspecto redondeado por otro más agudo.



Hezur hazierek artikulazio azaleraren ertza gaingitzen dute.

Los crecimientos óseos rebasan el borde de la superficie articular.



6. Haur eta nerabeen hortzeriaren garapena adinaren estimaziorako. Koloretan hortzeria iraunkorra eta zuriz erorkorra.

Desarrollo dentario en individuos infantiles y adolescentes, criterio utilizado para estimar la edad. En color la dentición permanente y en blanco la decidua.



9 hilabete
9 meses



3 urte
3 años



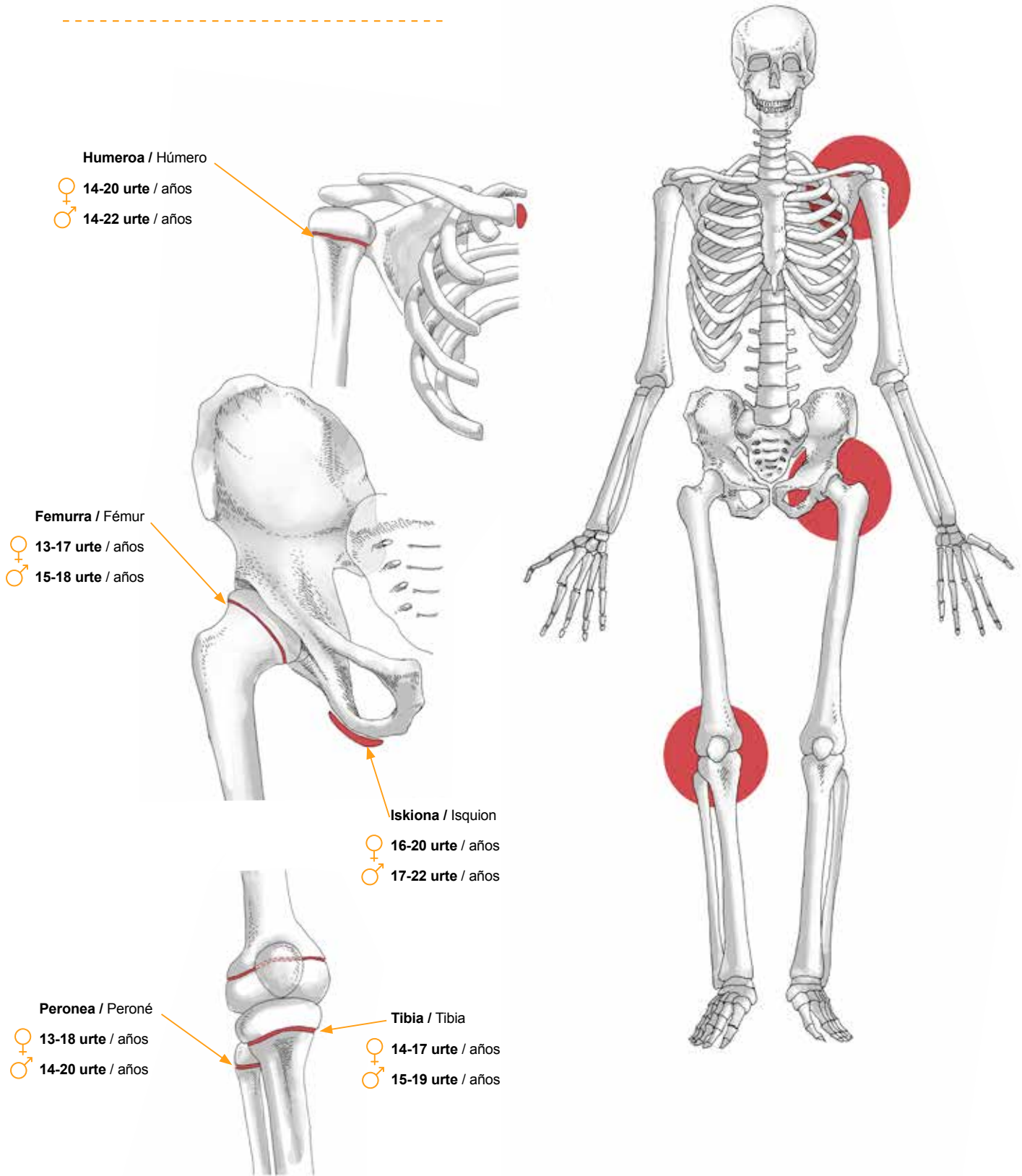
6 urte
6 años



10 urte
10 años

7. **Eskeletoko hezur nagusien epifisien lotura. Lotura horretarako adin-heinak adierazten dira gizon eta emakumezkoetan.**

Unión de las epfisis en los principales huesos del esqueleto. Se indican los rangos de edad de dicha unión para mujeres y hombres.



3.

Nolakoak ziren, nola bizi ziren, nola hiltzen ziren gure arbasoak?

Hezurduren aztarnen ikasketaren bidez gizakiak ingurunera nola moldatzen ziren ezagutu dezakegu.

3.1. Dietaren Berreraiketa

Hortzeriaren ikasketaren bidez, iraganeko populazioen dieta, zein gaixotasun jasan zituzten eta hezurren osaera kimikoa ezagutzen ditugu.

Karbono, nitrogenu ($\delta^{13}\text{C}$ eta $\delta^{15}\text{N}$) eta beste elementu kimiko batzuen isotopoen analisiak (estrontzioa, barioa, zink, kobrea...), gizakiek baliabide naturalen ustiapena nola burutzen zuten eta itsastar- eta lur-ar-ekosistemekin mantentzen zuten erlazioa ikastea baimenduko digu (Ir. 8).

Argigarri gisa Euskal Herrian honi buruz egindako ikerketen bi adibide erakusten dira.

3.

¿Cómo eran, vivían y morían nuestros antepasados?

El estudio de los restos esqueléticos permite conocer cómo se adaptaban los seres humanos a su entorno.

3.1. Reconstrucción de la dieta.

La dieta de las poblaciones del pasado puede reconstruirse mediante el estudio de la dentición, las enfermedades que sufrieron y la composición química de los huesos.

El análisis de isótopos del Carbono y Nitrógeno ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) y de otros elementos químicos (estroncio, bario, zinc, cobre...) permite conocer el aprovechamiento de los recursos naturales por el ser humano y su relación con los ecosistemas marinos y terrestres (Fig. 8).

A modo ilustrativo se muestran dos ejemplos de los estudios realizados al respecto en el País Vasco.

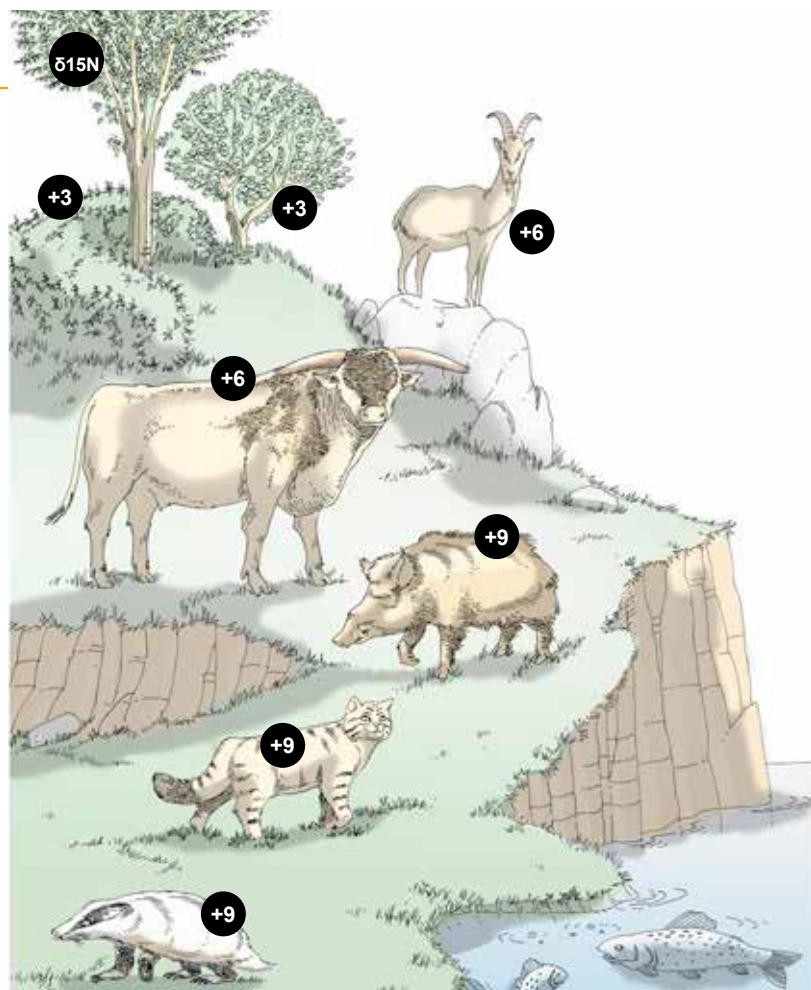
Aizpeako aterpeko (Aribe, Nafarroa) Mesolito garaiko emakumea. Ehiztari-biltzaitetik nekazarira.

30 urteko eta 1,5 metrotako garaierako emakume baten hezurdura Aizpeako aterpean (Aribe, Nafarroa, 6.600 ± 50 BP) azaldu ziren eta Euskal Herrian agertutako eskeleto oso zaharrena da (Ir. 9) (de la Rúa et al., 2002).

Hezurren analisi kimikoak, emakume honek dieta barazkijalea zuela adierazi zuen, karbohidrato-eduki altuko landare espezieetan oinarritutakoa (hala nola, ezkurrak, sagarrak eta tuberkuluak). Elikagai hauen kontsumoak gainera, hortz koroaren oinarrian txantxar ugariren agerpena azalduko luke. Landare baliabideen prozesamenduaren ondorioz, hortzoiaren lerroan txertatzeko gai liratekeen ekoizkinak sortzen direla pentsa arazten digu (Ir. 10). Ikerketa honi esker Goi Paleolitoko gizarte ehiztari-biltzaitetik Neolito garaiko gizarte nekazarietarako iragapena ulertzea posible izan da.

- 8. **Karbono eta nitrogenoaren ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$) isotopoen portzentajeek gizakiek kontsumitu dituzten baliabideen jatorria ezberdintzea ahalbidetzen dute. $\delta^{13}C$ -ren balioak aldatu egiten dira ingurune lurter eta itsasartretan eta $\delta^{15}N$ renak maila trofikoaren arabera (landarejale, haragijale eta orojalea).**

Las proporciones de los isótopos del Carbono y Nitrógeno ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$) permiten diferenciar el origen de los recursos consumidos por los humanos. Los valores de $\delta^{13}C$ cambian entre el medio terrestre y el acuático y los de $\delta^{15}N$ según el nivel trófico (herbívoro, carnívoro y omnívoro).



La mujer mesolítica de Aizpea (Aribe, Navarra). De cazadores-recolectores a agricultores.

Los restos óseos de una mujer de 30 años de edad y 1.50 m de estatura recuperados del Abrigo de Aizpea (Aribe, Navarra, 6.600 ± 50 BP), representan el esqueleto completo más antiguo hallado hasta el momento en el País Vasco (Fig. 9) (de la Rúa et al., 2002).

El análisis químico de los huesos puso de manifiesto que su dieta era vegetariana, basada en especies vegetales silvestres con alto contenido en carbohidratos (como bellotas, manzanitas del serbal y tubérculos). El consumo de estos alimentos explicaría además la presencia de numerosas caries dentarias, que están localizadas en la base de la corona dentaria, lo que permite pensar en el procesamiento de recursos vegetales en productos capaces de adherirse en la línea de las encías (Fig. 10). Este estudio ha contribuido a la comprensión del tránsito de las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico Superior a las agricultoras del Neolítico.

9. Aizpeako aterpean (Aribe, Nafarroa) aurkitutako emakume baten eskeletoa. Gordailu Zentroa: Nafarroako Museoa/ Nafarroako Gobernua.

Esqueleto de mujer hallado en el abrigo de Aizpea (Aribe, Navarra). Centro de depósito: Museo de Navarra/ Gobierno de Navarra.



Aizpeako emakumearen DNA mitokondriala U5 haplotaldekoa da, hots, Europako leinu zaharrena eta Europako beste ehiztari-biltzaile talde batzuetan ere maiztasun altuetan ikusi izan dena.

Pico Ramos (Muskiz, Bizkaia) kobazuloko gizakiak: Neolito osteko iraupena kostaldeko eskualde batetan.

Aztarnategi honetan egindako indusketetan giza aztarnez gain (104 gizabanako gutxienez), Kalkolitora (4100 – 4790 ± 110 BP) esleituriko hilobi maila batetako, Neolito osteko epealdia, ajuarra ere aurkitu izan da. Hezur aztarnen analisi kimikoak, inguruneak eskaintzen zizkien baliabide basatiak ustiatzen zituztela adierazi zigun (Barbadun ibai-ahotik hurbileko altitude ertaineko eskualdea), nahiz eta garai honetan ezagunak zitzaizkien nekazaritza eta abeltzaintza. Gizaki hauen iraupena estuario, itsaso eta basotik zetozkien baliabideen ustiakuntzaz gain, animalia jatorriko proteina eta landutako landare ekoizkinetan ere oinarritzen zen (Baraybar eta de la Rúa, 1997).

10. Aizpeako emakume mesolitikoaren hortz-koroen oinarriko txantxarrak. Gordailu Zentroa: Nafarroako Museoa/ Nafarroako Gobernua.

Caries en la base de la corona de los dientes de la mujer mesolítica de Aizpea (Aribe, Navarra). Centro de depósito: Museo de Navarra/ Gobierno de Navarra.



El ADN mitocondrial de la mujer de Aizpea pertenece al haplogrupo U5, que es linaje europeo más antiguo, habiendo sido detectado en otros grupos de cazadores-recolectores de Europa con una elevada frecuencia.

Los humanos de la cueva de Pico Ramos (Muskiz, Bizkaia): subsistencia tras el Neolítico en una región costera.

En las excavaciones realizadas en esta cueva se hallaron restos humanos (un mínimo de 104 individuos), acompañados de ajuares en un nivel sepulcral atribuido al Calcolítico (4.100 - 4.790 ± 110 BP), periodo que sigue al Neolítico. El análisis químico de los restos óseos puso de manifiesto que este grupo humano explotaba los recursos salvajes proporcionados por el entorno (zona de altitud media próxima a la desembocadura del río Barbadún), aunque en esa época se conocían la agricultura y ganadería. La subsistencia de estos humanos se basó en la explotación de recursos procedentes del estuario, el mar y el bosque, complementada con proteína de origen animal y productos vegetales cultivados (Baraybar y de la Rúa, 1997).

Elikagai hauen kontsumoak hortz koroaren oinarrian txantxar ugariren agerpena azalduko luke.

El consumo de estos alimentos explicaría la presencia de numerosas caries dentarias.



3.2. Gaixotasuna eskeletoan.

Hezurduretan zenbait gaixotasunen aztarnak ikus ditzakegu (endekapenezko gaixotasunak, metabolikoak, hanturazkoak, kutsakorrek, tumoralak), nahiz eta bakar batzuek bakarrik erakutsi hezurretako adierazle argiak, iraganeko gizabanako horiek jasandako gaixotasun mota identifikatzea ahalbidetzen dutenak eta kasu batzuetan, heriotzaren arrazoia argitzeko baliagarriak direnak.

Osteoartritis populazioetan antzinatek existitzen den patologia da. Artikulazioetako hezurak estaltzen ari den kartilagoa higatzen denean gertatzen da. Ondorioz, hezurrek mina, hantura eta mugimendu-murrizketa eragiten dituzten marruskadurak jasaten dituzte, egoera aurreratu batean artikulazioaren inguruan ezproiak garatzen dira (Ir. 11). Ziortzako kolejiatan dagoen Irusta abadearen hezurdukan (1473-1559) (Ir. 12), adina, arazo metaboliko (diabetesa eta loditasuna) edo/eta infekzioei (bruzelosia) egokitu zaizkion lesio osteoartritikoak behatu dira (Ir. 13) (de la Rua et al., 1992).

11. Belauneko artikulazio osasuntsu (ezkerra) eta kartilagoaren higadura eta hezurren haziera (ezproiak) azaltzen dituen osteoartritisdun batena (eskuina).

Articulación de una rodilla sana (izquierda) y otra con osteoartritis que muestra desgaste de cartílago y crecimiento óseo (espolones) (derecha).



3.2. La enfermedad a través del esqueleto.

En el esqueleto se pueden observar evidencias de diversas enfermedades (degenerativas, metabólicas, inflamatorias, infecciosas, tumorales), aunque sólo algunas presentan manifestaciones óseas inequívocas que permiten identificar el tipo de enfermedad que sufrieron los individuos del pasado y en algún caso, la causa de muerte.

Las **osteoartritis** son patologías existentes en las poblaciones desde la antigüedad. Se producen por el desgaste del cartílago que cubre los huesos de las articulaciones. Como consecuencia, los huesos sufren fricciones que causan dolor, inflamación y limitación del movimiento; en fase avanzada crecen espolones alrededor de la articulación (Fig. 11). En el esqueleto del Abad Irusta (1473-1559), conservado en la Colegiata de Zenarruza (Fig. 12), se observaron lesiones osteoartíticas que pueden atribuirse a la edad, a problemas metabólicos (diabetes y obesidad) y/o infecciosos (brucelosis) (Fig. 13) (de la Rúa et al., 1992).

12. **Irusta abadearen tailua otoitzean. Guiot de Baugrant-i egotzia eta 1540-1545 aldera landua. Egur polikromatua. Santa Maria Ziortzako Kolejiata (Ziortza-Bolibar, Bizkaia).**

Talla del abad Irusta en actitud orante. Atribuido a Guiot de Baugrant y realizada en 1540-1545. Madera policromada. Colegiata de Santa María de Zenarruza (Ziortza-Bolibar, Bizkaia).



13. **Irustako abadearen (1473-1559) belaun eta bizkar hezurreko lesio osteoartritikoak. Femur eta tibian hezur hazierak (ezproiak) kartilago artikularraren galketa ondorioz. Errotularen barneko eta femurraren galearen kanpoko azalean ildo espekularrak nabaritzen dira. Bizkar hezurreko azalearen atal bat lotuta eta orno dortsalen ankilosia.**

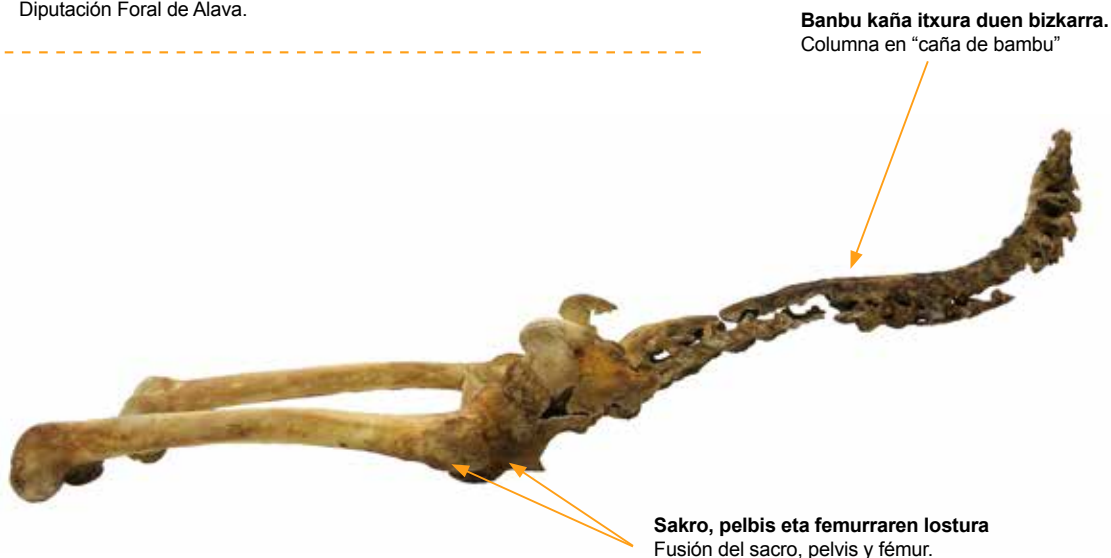
Lesiones osteoartíticas en las rodillas y columna vertebral del abad Irusta (1473-1559). Se observan crecimientos óseos (espulones) en fémur y tibia derivados de la pérdida del cartílago articular, y se indican surcos especulares en la cara interna de la rotula y la externa del fémur.



Espondilitis Ankilosantea ere hezurduran adierazten den patologia dugu. Gaur egungo Gasteizko Santa Maria katedraleko hilerrian aurkitutako XVI. mendeko emakume baten hezur aztarnetan behatu izan da. Bereziki bizkar hezur eta sakro eta pelbisaren artikulazioei eragiten die; artikulazioen lotura eta mugikortasunaren galera sortzen duen gaixotasun erreumatiko autoinmune kroniko bat da. Muturreko kasuetan erabateko zurruntasuna eragin dezake, hemen azaltzen den kasuan bezalaxe (Ir. 14). Osagai genetiko altua du, gaixotasun hau jasateko gaitzikortasuna emendatzen duten hainbat mutazio identifikatu izan dira. Santa Marian errekuperatu den emakumearen hezurduran, aldaki genetiko bat identifikatu izan da, HLA-B27 aleloa, gaixotasun honen garapenarekin erlazionatu izan den markaria. Eraitza hau, iraganeko gaixotasunen ikerketarako aurrerapen bat da, posible delako hezur aztarnetatik lortutako DNAtik mutazio genetikoak identifikatzea.

14. **Santa Mariako (Vitoria-Gasteiz) espondilitis anquilosantea duen emakume baten hezur aztarnak (XVI. mendea), zeinetan banbu-kanabera itxura hartu duen bizkar hezur lotua nabari daiteke. Orno lunbar, sakro, pelbis eta femurraren erabateko lotura ere erakusten du. Gordailu Zentroa: BIBAT. Arabako Arkeologia Museoa/ Arabako Foru Aldundia.**

Restos óseos de una mujer con Espondilitis Anquilosante (s.XVI) procedente de Santa María (Vitoria-Gasteiz), donde se aprecia la fusión de la columna vertebral adquiriendo una forma parecida a la "caña de bambu" y también la fusión completa de las vértebras lumbares, el sacro, la pelvis y el fémur. Centro de depósito: BIBAT. Museo de Arqueología de Alava/ Diputación Foral de Alava.



La **Espondilitis Anquilosante** es asimismo una patología que se manifiesta a nivel esquelético. Se ha identificado en los restos óseos de una mujer del siglo XVI, hallada en el cementerio excavado en la actual catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz. Se trata de una enfermedad autoinmune reumática crónica que afecta principalmente a la columna vertebral y a las articulaciones del sacro con la pelvis, produciendo la fusión articular con la consiguiente pérdida de movilidad, que en casos extremos puede llegar a rigidez absoluta, como el caso aquí mostrado (Fig. 14). Tiene un alto componente genético, habiéndose detectado distintas mutaciones que aumentan la susceptibilidad a padecer esta enfermedad. En el esqueleto de la mujer recuperada en Santa María, se ha identificado una variante genética, el alelo *HLA-B27*, que es un marcador asociado al desarrollo de la enfermedad. Este resultado constituye un avance en el enfoque del estudio de las enfermedades del pasado, al ser posible identificar mutaciones genéticas a partir del ADN recuperado en los restos esqueléticos.

Esqueleto osasuntsu (eskuina) eta espondilitis anquilosantea (ezkerra) duen beste baten eskualde pelbikoaren detailea.

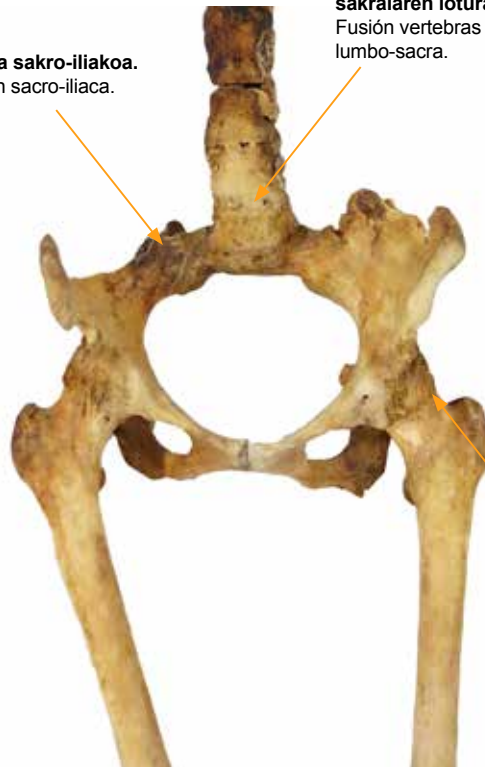
Detalle de la zona pélvica del esqueleto con espondilitis anquilosante (derecha) y de otro sano (izquierda).



Lotura sakro-iliakoa.
Fusión sacro-iliaca.

Orno lunbar eta artikulazio lunbo-sakralaren lotura.

Fusión vertebras lumbares y articulación lumbo-sacra.



Femurra eta pelbisa arteko ankilosia.

Ankilosis del fémur con la pelvis .

4.

Antzinako DNA

Hatz-markak bezala, DNA (Azido DesoxirriboNukleikoa) hatz-genetiko bezala erabili daiteke gizabanakoak identifikatzeko. DNA, organismo bizidun baten barnean, bere garapen eta funtzionamendurako argibideak dituen herentziaren molekula da. (Ir. 15). DNA, hiru sustantzia motaren gehitzez sorturiko izugarritzko luzera duen molekula da: azukrea (D), azido fosforikoa (P) eta base nitrogenatuak. Azken hauek, lau motatakoak izan daitezke: adenina (A), guanina (G), timina (T) eta zitosina (C). Azukre (D) eta azido fosforikoaren (P) molekulak linealki eta txandaka batzen dira, helize batetan biribiltzen diren bi harizpi luze eratuz. Helize bikoitz honen barnean base nitrogenatuak aurkituko ditugu eskailera batetako mailen gisako egitura batetan. Maila bakoitza, espezifikoki modu osagarrian lotzen diren bi baseez eraturik dago: adenina (A) timinarekin (T) eta zitosina (C) guaninarekin (G). Base hauen ordenaren sekuentziak zelularen funtzionamendu biologikoaren argibideak zehazten ditu.

4.

ADN antiguo

Al igual que las huellas dactilares, el ADN (**Ácido Desoxirribonucleico**) se puede utilizar a modo de huella genética para identificar a un individuo. El ADN es la molécula de la herencia, que está en el interior de las células de un organismo y contiene las instrucciones para su desarrollo y funcionamiento (Fig.15).

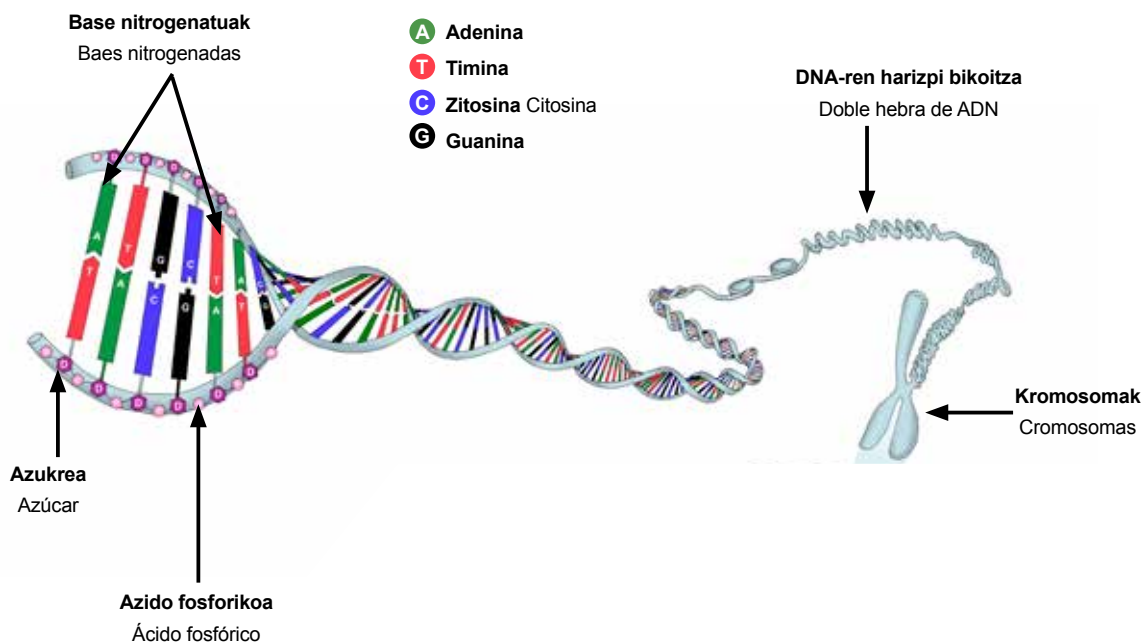
El ADN es una molécula de gran longitud, formada por agregación de tres tipos de sustancias: azúcares (D), ácido fosfórico (P) y bases nitrogenadas, que son de cuatro tipos: adenina (A), guanina (G), timina (T) y citosina (C). Las moléculas de azúcar (D) y ácido fosfórico (P) se unen lineal y alternativamente, formando dos largas cadenas que se enrollan en hélice. En el interior de esta doble hélice se encuentran las bases nitrogenadas formando una estructura similar a los peldaños de una escalera. Cada peldaño está compuesto por la unión de dos bases que se emparejan de forma fija: adenina (A) con timina (T) y citosina (C) con guanina (G). El orden de la secuencia de estas bases determina las instrucciones biológicas del funcionamiento de la célula.

Gizakion DNAREN portzentaje handiena, 3 bilioi pare base inguru (pb, DNAREN harizpi bikoitzaren luzera adierazten duen unitatea), zelulako nukleoaren barnean paketatuta dago 23 pare kromosoma eratuz (genoma edo DNA nuklearra); berriz, DNAREN zati txiki bat [genoma mitokondrial edo DNA mitokondrial (DNAMt)], 16.600 pb inguru, mitokondria deritzen zitoplasmako organulu batzuen barnean dago (Ir. 15). Kromosomak bi gurasoengandik heredatzen diren bitartean, aitarengandik soilik semeengana transmititzen den Y-kromosoma izan ezik, DNAMt-a amak soilik transmititzen die bai semeei eta baita alabei, baina alabek soilik transmitituko dute hurrengo belaunaldietara.

Antzinako DNA (aDNA) iraungitako edo antzinakoak diren gizabanakoetatik lortutako DNA-ri dagokio. aDNAtik lortutako informazioak mota desberdinetako arazoei ekiteko aukera ematen digu, hala nola, flora eta faunaren etxekotzea, gaur egungo espezien filogenien berreraikitzea, eta ahaidetasun harreman, populazioen

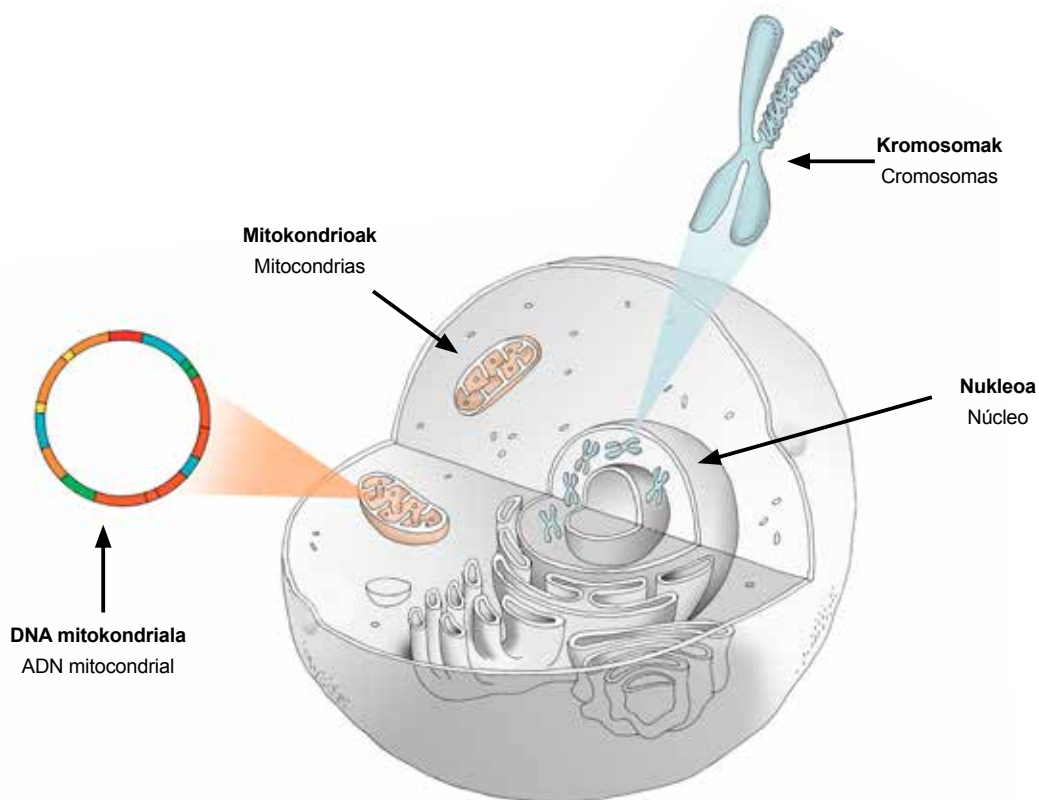
15. Zelula eukariota baten egitura. DNA mitokondrial (zirkularra eta bakuna) eta DNA nuklearraren harizpi bikoitzaren baseen osagarritasuna adierazten duen sekuentzia txiki bat erakusten dira.

Estructura de una célula eucariota. Se muestra el ADN mitocondrial (circular y sencillo) y una pequeña secuencia de la doble hélice del ADN nuclear, indicando la complementariedad de las bases.



La mayor parte del ADN en humanos, alrededor de 3 billones de pares de bases (pb, unidad que describe la longitud de la doble cadena del ADN), se encuentra empaquetado dentro del núcleo celular formando 23 pares de cromosomas (genoma o ADN nuclear); mientras que una pequeña porción de ADN [genoma mitocondrial o ADN mitocondrial (ADNmt)], de aproximadamente 16.600 pb, se encuentra dentro de unos orgánulos citoplasmáticos denominados mitocondrias (Fig. 15). Si bien, los cromosomas se heredan de ambos progenitores, con la excepción del cromosoma Y que solo se transmite del padre a los hijos varones, el ADNmt es transmitido únicamente de la madre a sus hijos, tanto mujeres como varones, pero solo las mujeres lo transmiten a las siguientes generaciones.

El ADN antiguo (ADNa) es el ADN recuperado de los restos biológicos de individuos extintos o de cierta antigüedad. La información obtenida a partir del ADNa, permite abordar cuestiones científicas de diversa naturaleza, como estudios de domesticación de flora y



mugimendu, mestizaia, ezaugarri fisiko (fenotipoa), gaixotasun, eta abarrei buruzko informazio lortzea.

4.1. aDNAri buruzko oinarritzko ezagumendua

Organismo bizidun baten zeluletan DNA erreparatzeko sistemak existitzen dira, baina organismoa hil bezain laster, sistema hauen funtzionamendua gelditu egiten da eta endekapen-prozesu fisiko-kimiko hasten dira, antzinako ehunetako DNAREN lorpena eta analisisa baldintzatzen dutelarik.

Arlo zientifiko honen arazo larrienak material genetikoaren preserbazio kuantitatibo eta kualitatibo mugatua eta, ondorioz, gaur egungo DNA bidezko (aDNA baino hobeto kontserbatuta eta kantitate handiagoan) kutsadurarako arrisku handiagoa dira.

aDNA kantitate urriaren berreskuratzea. Antzinako laginetan, lagin modernoetan espero dugun DNA-ren %0,1-1 lortzen da, izan ere, batzuetan ez da DNA aztarnarik aurkitzen. Hori dela eta, aDNA-ren hastapeneko ikerketetan modu errepikagarrian analizatzen zen genomaren zatia DNA mitokondrial (DNAMt) zen, zelulako bi kopia dituen DNA nuklearrean ez bezala, zelulako genoma mitokondrialaren 1.000-10.000 molekula existitzen direlako.

Degradazioa. aDNA, denbora eta hilobiratze ondorengo lehenengo momentuetan gertatzen diren baldintza tafonomikoen arabera degradatu egiten da (lurzoruaren pH, hezetasuna, tenperatura,...); hori dela eta, DNA zatikatuta dago eta bere sekuentziak aldaketak erakutsi ditzake.

Kutsadura. Kutsadura-iturri nagusia laginak manipulatzeko dituzten langileetatik eratorritako DNA da (arkeologoak, museotako langile edo ikerlariak), zeinek aztarna eskeletikoak analisi aurretik, bitartean eta ondoren kutsatu ditzaketelarik. Kutsadura ezberdintzatzea, gure espezieko laginak edo ahaide hurbilak (adibidez, gizaki arkaikoak) analizatzen ditugunean, bereziki saila da.

fauna, reconstrucción de la filogenia de especies actuales y extintas, identificación de nuevas especies, así como obtener información relativa al parentesco, movimientos poblacionales, mestizaje, rasgos físicos (fenotipo), enfermedades, etc...

4.1. Imprescindible conocer sobre el ADN_a

En las células vivas de un organismo existen sistemas de reparación del ADN, sin embargo cuando el organismo muere, cesa su funcionamiento y se inician procesos de degradación físico-química, lo que condiciona la recuperación y análisis del ADN a partir de tejidos antiguos.

En este campo científico, constituyen serias limitaciones, la escasa preservación cuantitativa y cualitativa del material genético y en consecuencia el mayor riesgo de contaminación por ADN actual (mejor conservado y en mayor cantidad que el ADN_a).

Recuperación de escasa cantidad de ADN_a. En muestras antiguas, el ADN representa únicamente entre el 0,1-1% del ADN que se esperaría encontrar en una muestra moderna; de hecho, en algunas ocasiones no es posible hallar ningún rastro de ADN. Por ello en los primeros estudios de ADN_a la única parte del genoma analizado de forma reproducible fue el ADN mitocondrial (ADN_{mt}), ya que existen entre 1.000-10.000 moléculas por célula, a diferencia del ADN nuclear del que sólo existen dos moléculas por célula.

Degradación. El ADN_a se degrada en función del tiempo y de factores tafonómicos, principalmente los acontecidos en los primeros momentos del enterramiento (pH del suelo, humedad, temperatura,...), por ello el ADN se encuentra fragmentado y puede presentar modificaciones en su secuencia.

Contaminación. La principal fuente de contaminación es el ADN exógeno procedente de las personas que han manipulado las muestras (arqueólogos, personal del museo o investigadores), quienes pueden contaminar los restos esqueléticos antes, durante y después de su análisis. Distinguir la contaminación, es especialmente difícil cuando analizamos nuestra propia especie o bien parientes cercanos (por ejemplo, humanos arcaicos).

4.2. Nola erazten da aDNA?

aDNAren analisia aztergai diren hezur-aztarnen hautaketarekin hasten da. Ahal den guztietan, kontserbazio baldintza bikainenak azaltzen dituzten hortzak aukeratzen dira, txantxar edo pitzadura gabekoak. Hortzek, hezurrek baino berme hobea eskaintzen bait digute DNA erazteko orduan. Laginen manipulazioa, aDNArentzako berezia den laborategi esteril batetan egiten da, zeinetan inoiz ez bait den lanik egin egungo laginekin (Ir. 16). Ikertzaileek erabilera bakarreko soineko egokiak jantzi behar dituzte.

DNAren erazketa, laginak azido eta erradiazio ultramore bidezko garbiketarekin hasten da. Ondoren, hortzak koroa eta erro mugatik ebaki egiten dira eta hutsune pulparraren barnea limatu egiten da, DNA erazteko beharrezkoa den ehuna lortzeko (Ir. 17). Erazketa, propioki, hezur-matrizetik zelulak askatuko dituen dekalzifikazio tratamendu batekin hasiko da eta ondoren erazutako DNA ultrazentrifuga batetan burututako filtrazio bidez purifikatu eta kontzentratu egiten da.

- 16 DNA-ren arazketa. Laginen manipulazioa laborategi esteril batean egin behar da eta ikerlariak behin bateko erabilera duten jantziak izan behar dute.**

Extracción de ADN. La manipulación de las muestras debe hacerse en un laboratorio estéril, y los investigadores deben de utilizar una vestimenta adecuada y de un solo uso.



4.2. ¿Cómo obtener el ADN?

El análisis del ADN se inicia con la selección de los restos esqueléticos susceptibles de estudio. Siempre que sea posible, se eligen piezas dentarias que presenten buen estado de conservación, sin caries ni fisuras, ya que los dientes ofrecen más garantías que los huesos a la hora de recuperar el ADN. La manipulación de la muestra tiene lugar en un laboratorio estéril, específico para el análisis de ADN, donde nunca se haya trabajado con muestras actuales (Fig. 16). Los investigadores deben utilizar una vestimenta adecuada y de un solo uso.

El proceso de extracción de ADN comienza con la limpieza de las muestras con ácidos y radiación ultravioleta. Posteriormente, los dientes se cortan entre la corona y la raíz y se lima la parte interior de la cavidad pulpar para obtener restos de tejido del cual extraer el ADN (Fig. 17). La extracción se inicia con un tratamiento de decalcificación para liberar las células de la matriz ósea y posteriormente el ADN extraído se purifica y concentra mediante filtración en una ultracentrífuga.

17. Haginak mozten dira erroa eta koroaren artean eta haginaren zulogune pulpararen barnekaldea higatzen da.

Los dientes se cortan entre la raíz y la corona y se lima el interior de la cavidad pulpar del diente.



Lortu ditugun DNA zatiek tratamendu desberdinak jasoko dituzte teknika paleogenetiko edo paleogenomikoak jarraituz.

4.3. Paleogenomika vs. Paleogenetika

Paleogenetika, iraganeko aztarnen DNAREN errekupeazio eta analisisia PCR teknika (Polimerasaren Kateango Erreakzioa) eta ohiko sekuentziazio bidez egiteari deritzo. Teknika hauek, zeinak DNA sekuentzia zati laburren analisisian dautza, nahiz eta degradatuta egon, DNAMt-aren analisisira aplikatu dira bereziki, non molekula kopuru handiagoak zatiren bat errekupeatzeko probabilitatea emendatzen duen (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007).

2005. urtez geroztik, sekuentziazio masiboen tekniken erabilpenak, ultrasekuentziazioa deritzenak, iraganeko gizakien genoma osoen analisisia baimendu dute, paleogenomika deritzon ikuspuntu analitiko berria suposatzen duena. Analisisi hau, "liburutegien berreraiketa"n oinarritzen da, hots DNA zatien errekupeazioa analizatu aurretik, azkenik lortutako sekuentzien identifikazioa burutzeko. Liburutegiak, sekuentziazioaren hasiera ahalbidetzen duen euskarri solido batetan immobilizatzen dira, bertatik deskodifikatu ondoren DNA sekuentziei buruzko informazioa eskaintzen diguten seinale argidunak lortuko direlarik (lr. 18).

Sekuentzia guztiak ordenatu egin behar dira, sekuentzia hoiei dagozkien gizabanako edo organismoen genoma berreraikitzeke. Lortu diren DNA sekuentzia guztiak prozesatzeko, milaka Gigabyte, ordenagailu ahaltzuen erabilera beharrezkoa da.

Teknologia berri honek (paleogenomikak) material genetikoaren preterbazio urria eta gizaki modernoek DNA bidezko kutsadurak eragindako trabak gainditzea lortu du. Dena den, erabilera mugatua duten teknikak dira, azpiegitura garestia eta analisisirako espezializazio-maila handia eskatzen duten teknikak direlako.

Los fragmentos de ADN obtenidos siguen tratamientos diferentes según utilicemos técnicas de paleogenética o paleogenómica

4.3. Paleogenómica vs. Paleogenética

La paleogenética consiste en la recuperación y análisis de ADN de restos del pasado mediante técnicas de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y secuenciación tradicional. Estas técnicas, que consisten en el análisis de fragmentos cortos de una secuencia de ADN, incluso si está degradada, se han aplicado fundamentalmente en el análisis del ADNmt, donde el mayor número de moléculas existentes aumenta la probabilidad de recuperar algún fragmento (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007).

A partir del 2005, la utilización de técnicas de secuenciación masiva, conocidas como ultra-secuenciación, ha permitido el análisis de genomas completos de humanos del pasado, enfoque analítico que se conoce como paleogenómica. Este análisis gira en torno a la “construcción de librerías”, que consiste en la reparación de los fragmentos de ADN para su análisis y posterior identificación de las secuencias obtenidas. Las librerías se inmovilizan en un soporte sólido, que es procesado para iniciarse la secuenciación, del cual se obtienen señales luminosas que una vez decodificadas proporcionan información de las secuencias del ADN (Fig. 18).

Todas estas secuencias deben de ser ordenadas para finalmente reconstruir el genoma del individuo u organismo al cual pertenece la muestra analizada, lo que requiere la utilización de potentes ordenadores para procesar todas las secuencias de ADN obtenidas, que suelen ocupar miles de Gigabytes.

Esta nueva tecnología (paleogenómica) ha logrado superar las dificultades aparentemente insalvables, asociadas a la deficiente preservación del material genético y a la contaminación de muestras antiguas por ADN humano moderno. No obstante son técnicas de uso limitado, dado que requiere, como se ha visto, una infraestructura costosa y gran especialización analítica.

Los primeros estudios del genoma del neandertal se realizaron mediante técnicas de paleogenética, llegándose

Neandertalaren genomaren lehenengo ikasketak paleogenetika moduko tekniken bidez egin ziren, DNAmt-aren eskualde mugatuak ezagutzea lortu zelarik (Kring et al., 1997). Halaz ere, aDNA-ren arloan gertaera gogoangarria paleogenomikaren bidez Atapuercako hominino baten genoma mitokondrial osoaren lorpena izan da (≈ 400.000 urte) (Meyer et al., 2014).

4.4. Giza aldakortasun genetikoa: Mutazioak

Homo sapiens beste espezie batzuen hainako aldakortasun genetikoa metatzeko behar den denbora izan ez duen espezie erlatiboki gaztea da. Hala ere, ez daude genetikoki berberak diren bi gizabanako (biki berberak salbu), bi gizaki bizidunen arteko desberdintasuna %0,1 gutxi gora behera delarik, hots mutazio bat 1.000 pare baseko.

Mutazioak, DNA sekuentzian gertatzen diren aldaketak dira, berez sortu daitezkeenak (banaketa zelularrean DNA-ren kopiaren hutsegitea dela eta) edo induzituak erradiazio eta sustantzia mutagenikoei (kimikoak edo birus bidezko

18. Sekuentziazio masiboko teknika. Liburutegien berreraikuntzaren eskema: a) DNAren zatien konponketa. b) Etiketen elkarketa. c) Euskarri solido batean zatien geldiaraztea eta sekuentzien lorpena. d) Sekuentzien ordenamendua.

Técnica de secuenciación masiva. Esquema del proceso de construcción de librerías: a) Reparación de los fragmentos de ADN. b) Unión de etiquetas. c) Inmovilización de los fragmentos en un soporte sólido y obtención de secuencias. d) Ordenamiento de secuencias.

a)



b)



infekzioa) esker. Soilik zelula germinaletan (obulu eta espermatozoideetan) gertatzen diren mutazioak pasatuko dira ondorengoetara.

Giza genomako desberdintasun genetiko arruntenak, DNA sekuentzian gertatzen diren nukleotido bakarreko aldaketak, nukleotido batetako basea beste batengandik ordezkatzeko delako (transbertsio eta trantsizioak deritzenak), nukleotido berrien insertzioa edo nukleotidoen ezabapena (delezioak) dira. Bi genoma konparatzen direnean, batez besteko mutazio bat agertzen da 1.000 baseko gutxi gora behera. Gainera genomako eskualde zabalago edo kromosomei eragin diezaioketen beste mutazio mota batzuk ere ager daitezke (hala nola, eskualde kromosomikoen translokazioak eta galera edo bikoizketa kromosomikoa), hala ere aldaketa mota hauek maiztasun baxuagoarekin gertatzen dira.

Antzinako DNA-ren arloan, material genetikoaren preserbazio eskasa dela eta, DNA zatikatuta eta kaltetuta aurkitzen denez, ikasketa gehienak gaur egungo eta iraganeko giza sekuentziekin konparatzerakoan sekuentzien nukleotido bakarreko aldaketetan oinarritzen dira (insertzioak, delezioak eta ordezkapenak).

Indibiduen arteko desberdintasun genetikoak direla medio, gizaki bizidun guztiek informazio genetikoaren portzentaje handi bat berdina dute, antzekotasun hauek primate-taldean *Homo sapiens* espeziea definitzea baimentzen digutelarik.

4.5. Antzinako DNAREN analisiaren aplikazioa arkeologian

aDNA ikasketei esker, inolaz ere ia erantzun ezin zitezkeen auziei erantzutea baimendu digute. Arkeologian aplikatu daitezkeen adibide batzuk gizateriaren historia ebolutiboaren berreraiketa eta prozesu biologikoen eta kulturalen alderaketa analizatzea izan dira (Aldaietako nekropoliaren kasua, adibidez).

causas. Solo las mutaciones en las células germinales (ovulo y espermatozoide) pueden ser transmitidas a la descendencia.

Las diferencias genéticas más comunes en el genoma humano son cambios de un solo nucleótido en la secuencia de ADN, pudiendo tratarse de la sustitución de una base nucleotídica por otra (mutaciones denominadas transversiones y transiciones), de la inserción de nuevas bases o de la eliminación de las mismas (deleciones). Cuando se comparan dos genomas diferentes, en promedio aparece una mutación aproximadamente cada 1.000 bases. Existen además otros tipos de mutaciones que afectan a segmentos grandes del genoma o a los cromosomas (tales como translocación de segmentos cromosómicos y pérdida o duplicación cromosómica), aunque este tipo de cambios ocurren con una menor frecuencia.

En el campo del ADN antiguo, dada la deficiente preservación del material genético que se encuentra fragmentado y dañado, la mayoría de los estudios se centran en el análisis de cambios de un solo nucleótido (inserciones, deleciones y sustituciones) en la secuencia del ADN recuperado, en comparación con otras secuencias humanas actuales y antiguas.

A pesar de las diferencias genéticas entre los individuos, todos los seres humanos tienen en común gran parte de su información genética, siendo estas similitudes las que permiten definirnos como especie *Homo sapiens* dentro del grupo de los primates.

4.5. Aplicación del análisis del ADN antiguo en la Arqueología

Los estudios de ADN han permitido dar respuesta a cuestiones que difícilmente podrían resolverse de otra manera. Algunos ejemplos aplicados a la arqueología son la reconstrucción de la historia evolutiva de la humanidad y el análisis de la influencia de los procesos biológicos frente a los culturales (como es el caso de la necrópolis de Aldaieta).

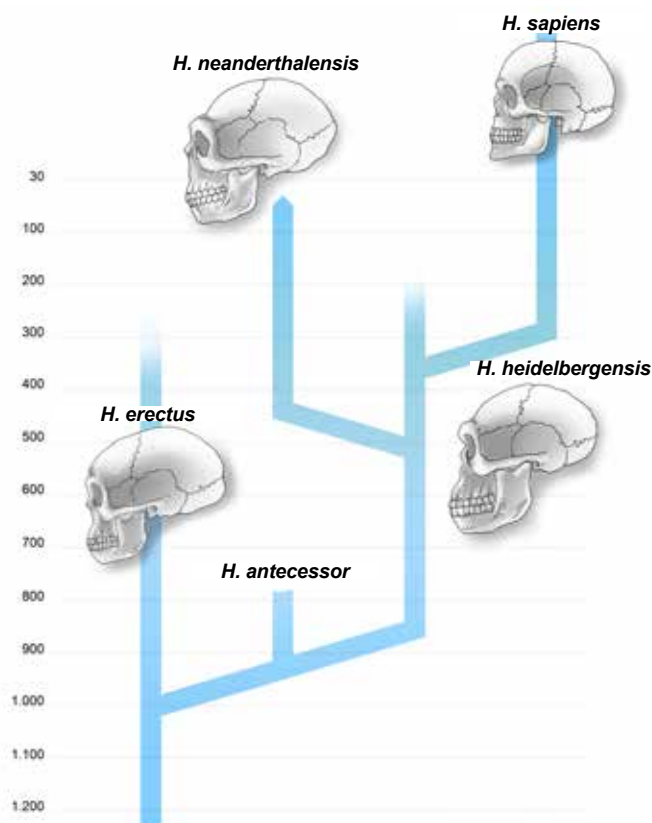
Reconstrucción de la historia evolutiva de la humanidad.

La paleogenómica ha puesto de manifiesto que la historia

Gizateriaren historia ebolutiboaren berreraiketa

Paleogenomikak gure espeziearen historia ebolutiboa, gaur egungo populazioen datu genetikoetatik ondorioztatutakoa baino konplexuagoa dela erakutsi digu (Ir. 19). Gure espeziea (*Homo sapiens*), Eurasian duela 40.000 urtetik aurrera existitzen zen espezie bakarra zela uste zen. Halaz ere, paleogenomikako garapen metodologikoen, Siberiako hego-ekialdeko Altai mendikateetan kokaturiko Denisova kobazuloko aztarna gutxi batzuen analisia ahalbidetu dute. Ikasketa aipagarri honetan, Homo generoko espezie berri baten agerpena deskribatu izan da, denisobanoak deritzenak, duela 50.000-30.000 urte BPtan dataturiko bi hezur aztarnetatik lortutako sekuentzia genomikoei esker identifikatu izan ahal direnak (Reich et al., 2010).

Denisovako genoma, neandertalarenarekin alderatu ahal izan zen, zeinen ikasketa, 2010. urtean egina, antzinako DNAREN alorreko gertaera orogarria bilakatu eta iraungitako giza espezieetatik genoma osoak lortzeko posibilitatearen baieztapena izan bait zen. Bi espezie



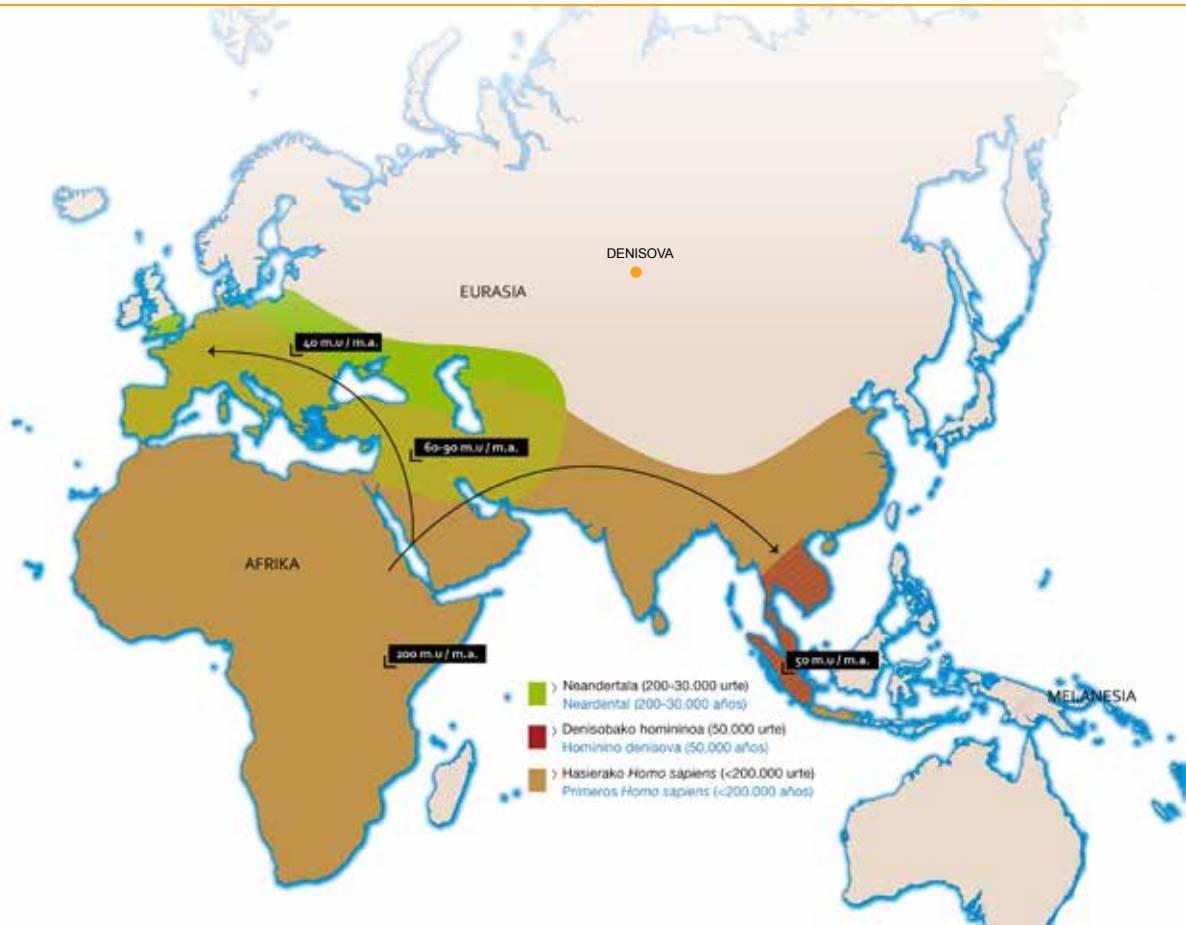
evolutiva de nuestra especie es más compleja que la inferida a partir de los datos genéticos de las poblaciones actuales. Se pensaba que nuestra especie (*Homo sapiens*), con una antigüedad en Eurasia de unos 40.000 años, era la única especie humana a partir de esa época (Fig. 19). Sin embargo, los avances metodológicos en paleogenómica han hecho posible el análisis de unos escasos restos óseos hallados en el sureste de Siberia, en la Cueva de Denisova, localizada en las montañas del Altai, constituyendo uno de los estudios más relevantes, al describirse la existencia de una nueva especie de Homo, a la que se ha denominado **denisovanos**, ya que únicamente se ha podido identificar a través de las secuencias genómicas obtenidas de dos restos óseos datados en 50.000-30.000 años BP (Reich et al., 2010) . El genoma de Denisova pudo compararse con el de Neandertal, cuyo estudio realizado en 2010 constituyó un hito en el campo del ADN antiguo y la confirmación de la posibilidad de obtener genomas completos de especies humanas extintas. La descripción genética de estas dos especies, confirmó que nuestra especie no era la única

19. **Eskema filogenetikoa. Neandertal eta *Homo sapiens*-ek aitzindari komuna izan zuten duela 500.000 urte. *Homo sapiens* Afrikan desberdindu zen eta neandertalak Eurasian, azken hauek bertan iraungi zirelarik duela 30.000 urte.**

Esquema filogenético. Los neandertales y *Homo sapiens* compartieron un antecesor común hace al menos 500.000 años. Los *Homo sapiens* se diversificaron en África y los neandertales en Eurasia, donde se extinguieron hace unos 30.000 años.

hauen deskribapen genetikoak, gure espeziea ez zela bakarra, baizik eta beste gizaki batzuekin batera (neandertalak eta denisobanoak), eta agian oraindik deskribatu gabe dauden beste batzuekin ere, bizi izan zela baieztatu zuen (Ir. 20) (Reich et al., 2010; Meyer et al., 2012; Prüfer et al., 2014).

Neandertal, denisobano eta egungo gizakien genomatik lortutako informaziotik *Homo sapiens* eta neandertalak hibridatu egin zirela duela ≈ 90.000 urte gutxi gora behera Eurasiako eskualderen batean, hala nola Ekialde Hurbilean, eta hibridazio hau *Homo sapiens* Afrikatik atara ostean gertatu zela ondorioztatu zen. Hau dela eta, migrazio horren Eurasiako populazio ondorengoak, neandertalen genomaren %2,5-5 heredatu dugu (Fu et al., 2015). Duela $\approx 40-60.000$ urte, beste hibridazio gertaera bat ere eman zen denisobano eta *Homo sapiens* artean, hori dela eta, gaur egungo Melanesiako populazioetan, denisobanoen genomaren %6a nabari da. Beste populazio batzuek ere denisobanoen geneak heredatu dituzte. Hortaz, tibetarrek garai altuetara moldatzera

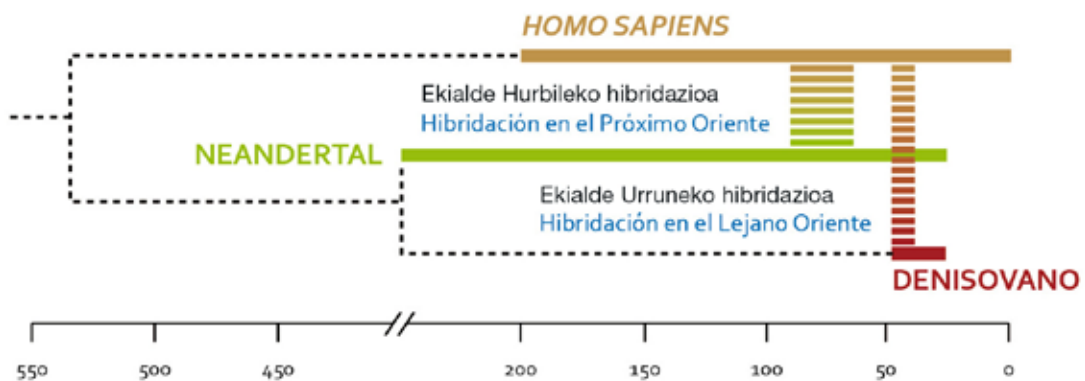


sino que coexistió con otros humanos (neandertales y denisovanos) y quizá con otras especies no descritas hasta el momento (Fig. 20) (Reich et al., 2010; Meyer et al., 2012; Prüfer et al., 2014).

A partir de la información obtenida de los genomas de neandertales, denisovanos y humanos actuales se pudo inferir que entre Neandertales y *Homo sapiens* se produjo hibridación hace unos ≈ 90.000 años en alguna región situada en Eurasia, como el Próximo Oriente, y que esto ocurrió después de la salida de *Homo sapiens* de África, por lo que las poblaciones actuales de Eurasia descendientes de esa migración, heredamos entre un 2,5 y un 4% del genoma de neandertal (Püfer et al., 2014). Asimismo, hace unos $\approx 40-60.000$ años ocurrió otro proceso de hibridación en Asia entre Denisovanos y *Homo sapiens*, lo que explica que en las poblaciones actuales de Melanesia el 6% de su genoma proceda de estos humanos antiguos (denisovanos) (Fig. 20). Otras poblaciones asiáticas también han heredado genes de los denisovanos. Así se ha encontrado que los tibetanos

20. Denisobano, *Homo sapiens* eta neandertalen kokapen geografikoa eta DNAk gizaki haurrentzako proposaturiko hibridazio prozesuak.

Localización geográfica de Denisovanos, *Homo sapiens* y neandertales y los procesos de hibridación entre estos humanos, propuestos por los datos de ADN



laguntzen dien gene bat (*EPAS-1*), herentzia honen ondorioz lortu dute (Huertas-Sánchez et al., 2014).

Neandertalen ezaugarri fenotipiko edo ezaugarri fisikoen ezagumendua

Neandertalen aztarnetatik lortutako datu genomikoek, gizaki hauen benetako irudira hurbiltzea baimentzen digute, zeina aztarna eskeletikoetatik lortutakotik oso urrun dagoena. Fisikoki neandertalak eta *Homo sapiens* oso desberdinak dira, ez ordea genetikoki, nahiz eta gugan oraindik neandertalen ehunaka gene existitzen diren, milurte gutxi batzuetako koexistentziaren ondorioz bi espezie hauen artean gertatu ziren gurutzanduei esker (Ir. 21).

Genomaren sekuentziatik, neandertal batzuek azal argia eta ile gorria zeukatela dakigu, *Homo sapiens* batzuek bezalaxe. Guk, lengoian inplikaturik dagoen *FOXP2* eta zapora mingotsa antzematen laguntzen digun *TAS2R38* geneetako mutazioak ere badituzte (Ir. 22) (Maricic et al., 2013; Prüfer et al., 2014; Lalueza et al., 2013).

21. Ezberdintasun fisikoak neandertal eta *Homo sapiens* baten artean.

Diferencias físicas entre un neandertal y un *Homo sapiens*.



poseen un gen (*EPAS-1*) que les permite la adaptación a altitudes elevadas, resultante de dicha herencia (Huertas-Sánchez et al., 2014).

Conocimiento de rasgos fenotípicos o características físicas de los neandertales.

Los datos genómicos recuperados de los fósiles de neandertales, están permitiendo acercarnos a la imagen real de estos humanos, que dista de la imagen creada a partir de los restos esqueléticos. Aunque físicamente neandertales y *Homo sapiens* somos muy diferentes (Fig. 21), no lo somos genéticamente ya que un centenar de genes neandertales existen aún en nosotros, fruto de la coexistencia durante unos pocos milenios, en los que se produjeron cruzamientos entre ambos grupos humanos.

A partir del genoma se sabe que algunos neandertales tenían la piel pálida y el pelo rojo, al igual que algunos *Homo sapiens*. También comparten con nosotros la mutación del gen *FOXP2* implicado en la elaboración del lenguaje y la mutación en el gen *TAS2R38* que permite la

**La Farressien (Frantzia)
aurkitutako neandertalaren
kranioaren erreplika. 70-50000
urte (eskuina) gaur egungo kraneo
batekin alboratuta.**

Réplica del Cráneo de neandertal encontrado en La Ferrassie (Francia), (derecha) 70 – 50.000 años, junto a un cráneo actual (izquierda).



Aldaietako hilobiratzeak (K.o.VI – VII mendea): aDNA-n oinarrituriko interpretazioa

Antzinako Berantiarreko Aldaietako nekropolia Ubarrundia haranean kokatuta dago, ipar-ekialdean, Gipuzkoatik, Elgea mendilerroak eta hego-ekialdetik, Arabako lautadatik, Gebara eta Aldaia mendiek banatzen duten korridore natural batek mugatua dago. Nekropoli honek zenbait ezaugarri aipagarri erakusten ditu, hala nola, preserbazio egoera eskasa duten hainbat gizabanako ehortzien berreskuratzea, hilobietan aurkitu izan diren ajuar aberats eta ugariak eta Euskal Herrian gutxi ezagutzen den epealdi historiko batean datatua egotea (VI-VII mendean) (Ir. 23).

Aldaietan berreskuratutako gizabanakoen DNAren ikasketak, nekropolian ahaide-talde desberdinak existitzen zirela erakutsi zuen (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007). DNAmt eta Y-kromosomako mutazio batzuen banaketak eta leinu bereko gizabanakoen taldekatzea gertuko ehorzketetan, nekropolian ahaidetasun harremanak existitzen zirela adierazten digu (Ir. 24).

detección del sabor amargo (Fig. 22) (Maricic et al., 2013; Prüfer et al., 2014; Lalueza et al., 2013).

Los enterramientos de Aldaieta (siglos VI – VII dC): una interpretación basada en el ADN.

La necrópolis tardoantigua de Aldaieta se encuentra emplazada en el País Vasco, en el valle de Ubarrundia, corredor natural delimitado al nordeste por la Sierra de Elgea que lo separa de Gipuzkoa, y al suroeste por los montes de Gebara y Aldaia que lo separan de la Llanada alavesa. Esta necrópolis presenta diversas características dignas de resaltar, como son la recuperación de gran cantidad de los sujetos inhumados a pesar de su mal estado de preservación, el abundante y rico ajuar que poseen los enterramientos y la época a la que pertenece (s. VI-VII dC), periodo mal conocido en la historia del País Vasco (Fig. 23).

El estudio del ADN de los individuos recuperados en Aldaieta, ha permitido detectar la existencia de diferentes grupos familiares en la necrópolis (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007). La distribución de algunas mutaciones

22. Neandertal ile-gorri eta azal argidun baten itxuraren berreraiketa genomaren informazioan oinarrituz.

Reconstrucción del aspecto de un Neandertal pelirrojo y con piel clara basada en la información de su genoma.



Datu genetiko eta arkeologikoetatik abiatuz, hots, ehorzketetan aurkitutako ajuarren arabera, Aldaieta gizarte desberdindua edo/eta hierarkizatua zela proposatu izan da (Azkarate, 1999), zeinetan heuren estatusa ahaideturiko beste gizabanako batzuetara transmitituko zuten gizarte- edo ekonomia-maila altuagoko ahaide-talde gailenak existituko ziren. Gainera, DNAREN analisiak kontserbazio-egoera oso txarreko hezur-aztarnen identifikazioa sexuala ere ahalbidetu du. Identifikazio sexual eta ehorzketetan aurkitutako ajuarrari esker, genero mailan desberdintasun esangarria existitzen zela ondorioztatu da, gizonek izango zuten maila altuagoa, gizonen ehorzketetan aurkitu izan diren ajuarrak kontutan hartuz (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007).

23. Aldaietako nekropoli berantiarra (VI-VII) (Nanclares de Gamboa, Arratzua-Ubarrundia, Araba), 1989 eta 1994ean induskatuta.

Necrópolis tardoantigua de Aldaieta (VI-VII) (Nanclares de Gamboa, Arratzua-Ubarrundia, Álava) excavada entre 1989 y 1994.

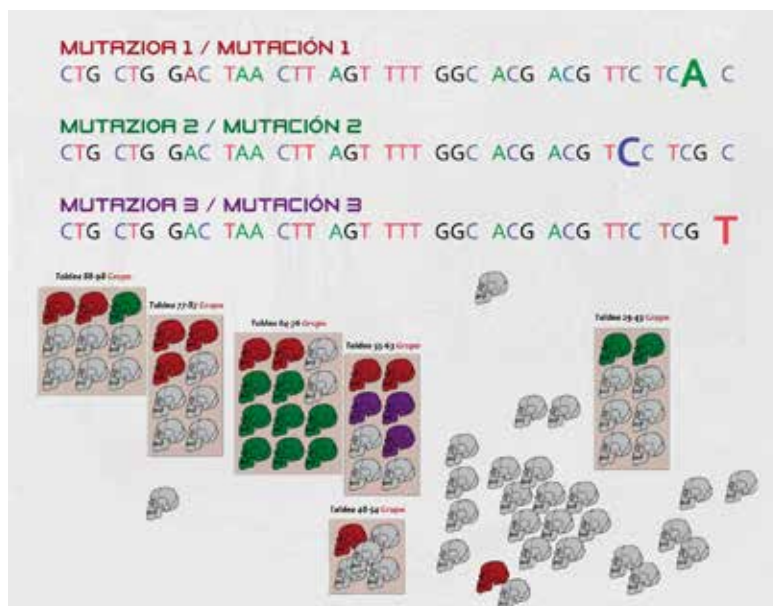


mitocondriales y del cromosoma Y en el yacimiento, junto con la agrupación de los individuos pertenecientes al mismo linaje en enterramientos próximos, indican la existencia de relaciones familiares en la necrópolis (Fig. 24).

A partir de los datos genéticos y arqueológicos, se ha propuesto que Aldaieta representa una sociedad desigual y/o jerarquizada, a tenor de los ajuares detectados en los enterramientos (Azkarate, 1999) donde existirían grupos familiares destacados a los que suponemos mayor rango social y/o económico, estatus que podría haberse transmitido a otros individuos emparentados. Además, el análisis de ADN ha permitido la identificación sexual de restos óseos en muy mal estado de conservación, lo que unido a los elementos materiales asociados a los enterramientos, ha permitido concluir que existía una diferenciación significativa a nivel de género, siendo los hombres los que disfrutarían de un mayor rango a tenor de los ajuares encontrados en los enterramientos (Alzualde et al., 2005; 2006; 2007).

24. Aldaietako nekropolia (VI-VII. mendeak). DNA mitokondrialaren analisiak, ehorzketa batzuetan lurperatutako gizabanakoen artean familia loturak zeudela erakutsi du. Hiru familia talde aurkezten dira, kolore gorri, berde eta morean adierazitako mutazioak partekatzen dituztenak.

Necrópolis de Aldaieta (Siglos VI – VII). El análisis del ADN mitocondrial, ha mostrado la existencia de relaciones familiares entre los individuos enterrados en algunos enterramientos. Se muestran tres grupos familiares que comparten las mutaciones señaladas en color rojo, verde y violeta.



5.

Denboran bidaia.

5.1. Gertaera historikoak Euskal Herriko Antropologia Fisikoan

Euskal populazioak jakin-min handia piztu zuen Europako eremu zientifikoetan XIX. mendeko azken tertziotik. Paul Broca anatomistak, Parisko Unibertsitateko Antropologiako katedraduna eta Parisko Antropologiako Elkartearen (1859) fundatzailea, kraniometria ezarri zuen eremu zientifikoan eta kranioen ikasketan jardun zuen giza arrazen balio intelektualari buruz informazioa bilatzeko asmotan. 1862. urtean Zarautz-ko (Gipuzkoa) 78 kranio ikasi zituen garaiko ideiak baieztatzeko asmotan, hots, euskaldunek kranio brakizefaloak (laburrak eta zabalak) zituztela eta Harri Aroko taldeetatik zetozela. Momentu hartan, pentsamendu eboluzionista Europako unibertsitateetan zehar hedatzen ari zen, Darwinek bere teoria zientifikoa, hots, populazioek belaunaldiak joan ahala eboluzionatu zutela hautespen naturalaren bidez, 1959. urtean "Espezien Jatorriaz" liburuan argitaratu zuenetik.

Euskal Herrian, lehenengo ikerketa antropologikoak, Euskal Herriko hainbat kokapenetan, bereziki T. Aranzadi, J.M. Barandiaran eta E. Egurennek egindako indusketa

5.

Un viaje en el tiempo.

5.1. Hitos históricos en la Antropología Física del País Vasco

La población vasca suscitó gran interés en el ámbito científico europeo desde el último tercio del siglo XIX. El anatomista Paul Broca, Catedrático de Antropología en la Universidad de París y fundador de la Société d'Anthropologie de París (1859), instauró la craneometría en el ámbito científico y se dedicó al estudio de los cráneos en la confianza de encontrar información sobre el valor intelectual de las razas humanas. En 1862, estudió 78 cráneos de Zarautz (Gipuzkoa) a fin de verificar la idea del momento, de que los vascos poseían cráneos braquicéfalos (cortos y anchos) y que descendían de pueblos de la Edad de Piedra. En estos momentos, el pensamiento evolucionista se estaba extendiendo en las universidades europeas desde que Darwin publicara en 1859 "On the Origin of species", proponiendo la teoría científica de que las poblaciones evolucionaron durante el transcurso de generaciones mediante un proceso de selección natural.

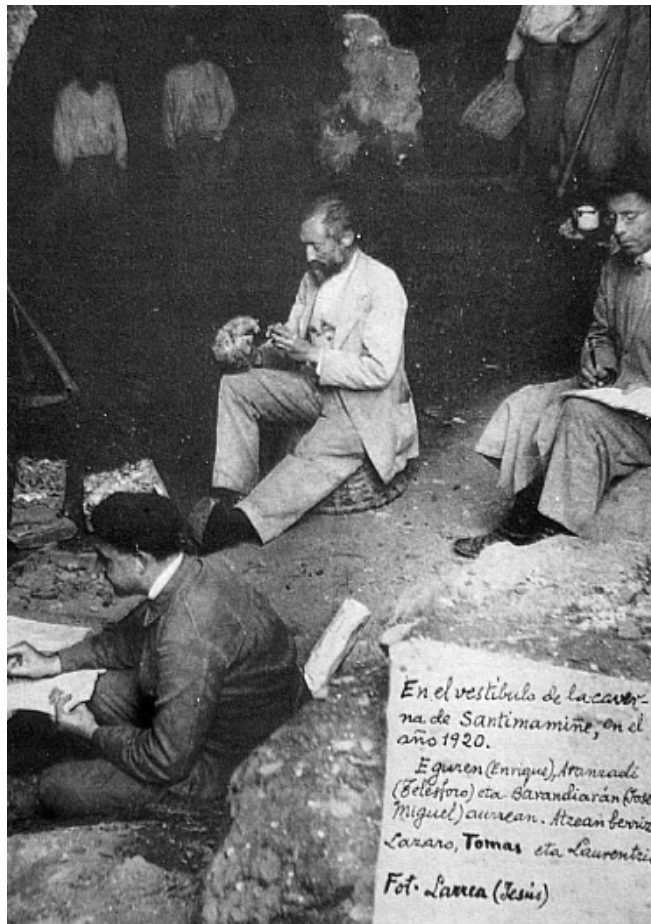
En el País Vasco, los primeros estudios antropológicos siguieron un curso paralelo a las excavaciones arqueológicas realizadas en numerosos lugares del País (Aralar, Aitzgorri,

arkeologikoekiko (Aralar, Aizkorri, Urbasa, Santimamiñe, Lumentxa,...) ibilbide paraleloa jarraitu zuten. 1919z geroztik, ikuspuntu antropologikoa zuten ikerlari hauen lehenengo lanak argitaratu ziren. 30. Hamarkadan, Urtiaga (Zesto, Gipuzkoa) aztarnategian egindako indusketak aipatu behar dira, bertan Euskal Herriko ustezko kranio zaharrenak aurkitu izan ziren (Goi Paleolitoa), hauetan oinarrituz “euskal populazioaren eboluzio lokalaren” hipotesia proposatu zelarik (Ir. 26).

1945. urtean lehenengo teknika molekularrak erabiliz, M.A. Etcheverry-k, genetika medikoaren aitzindaria Amerika Latinoan, Argentinako euskaldunen artean Rh (-) odol taldearen maiztasun oso altua ematen zela ikusi zuen. Ikasketa hau, 1947an A.E. Mourant-ek, britainiar genetistak, oinarri bezala erabili zuen Europako populazioetan hainbat odol-taldeen datuak bilatu eta euskaldunak beste populazio batzuekin inolako nahasketa gabe iraun zuela Goi Paleolitoko ehiztari-biltzaileen populazio ondorengo bakarra zela hipotesia proposatzeko; gainontzeko europarrek, nekazaritza eta abeltzaintzaren eramaile ziren Ekialde Hurbileko migratzaile neolitikoen eragin handia jasango zuten. Euskararen berezitasunak hipotesi hau egiaztatzen zuen (Ir. 27).

25. T. Aranzadi, J.M. Barandiaran eta E. Eguren, euskal arkeologiaren aitzindariak, Santimamiñeko kobaren indusketa lanetan 1920an.

T. Aranzadi, J.M. Barandiaran y E. Eguren, pioneros de la arqueología vasca, en las excavaciones de la cueva de Santimamiñe en 1920.



Urbasa, Santimamiñe, Lumentxa,...), siendo protagonistas fundamentales T. Aranzadi, J.M. Barandiaran y E. Eguren (Fig. 25). A partir de 1919 surgen las primeras publicaciones de estos autores con orientación antropológica. A mediados de la década de los 30, hay que destacar las excavaciones realizadas en el yacimiento de Urtiaga (Deba, Gipuzkoa), donde encontraron los cráneos supuestamente más antiguos del País Vasco (Paleolítico Superior), en base a los cuales se estableció la hipótesis sobre “la evolución local de la población vasca” (Fig. 26).

En 1945 con el desarrollo de las primeras técnicas moleculares, M.A. Etcheverry, pionero de la genética médica en América Latina, describió la existencia de una elevada frecuencia del grupo sanguíneo Rh (-) entre los vascos de Argentina. Este estudio fue la base para que en 1947, el genetista británico A.E. Mourant, reuniese datos de numerosos grupos sanguíneos en poblaciones europeas y estableciera la hipótesis de que los vascos eran una población relíctica, descendiente de los cazadores-recolectores del Paleolítico Superior, que habría sobrevivido sin mezcla con otras poblaciones, mientras que el resto de los europeos

**26. J.M. Barandiaran Urtiagako indusketetan
1954. urtean.**

J.M. Barandiarán en las excavaciones de Urtiaga del año 1954.



1964. urtean J.M. Barandiaran eta J. Altunak orain arteko Euskal Herriko aztarna zaharrenak aurkitu zituzten. Lezetxikiko humeroa (Arrasate, Gipuzkoa) da, eta Behe Paleolitora esleitu zen (Ir. 28). 1966. urtean J.M. Basabek, UPV/EHUko Antropologiako lehen katedradunak, Lezetxikiko humeroa ikasi ondoren Homo neandertalensis bezala sailkatu zuen ezaugarri morfometrikoetan oinarrituz.

Populazioen Genetikaren arloan, XX. mendeko ikertzaileen artean italiar genetikariak aipatu behar dira, L.L. Cavalli-Sforza, P. Menozzi eta A. Piazza, zeinek markari klasikoetan oinarrituz (odol taldeak, proteinak, entzimak) gaur egungo aldakortasun genetikoko mundialaren mapa sintetikoak landu bait zituzten (1964). Aldakortasun honen portzentaje handi bat Neolitoan zehar gertaturiko populazio mugimenduei esleitu zitzaion.

27. Rh negatiboaren maiztasunen mapa (Mourant, 1947). Euskaldunen maiztasun altua dela eta (>%25), Goi Paleolitoko populazioen "eboluzio lokalaren" ondorengoak zirela kontsideratzera eraman zuen.

Mapa de la frecuencia del grupo sanguíneo Rh negativo (Mourant, 1947). La elevada frecuencia en los vascos (más del 25%), llevo a considerar que estos eran descendientes de la "evolución local" de poblaciones del Paleolítico Superior.



habrían recibido gran influencia de los emigrantes neolíticos procedentes del Próximo Oriente, portadores de la agricultura y ganadería. La singularidad del Euskera apoyaba esta hipótesis (Fig. 27).

En 1964, J.M. Barandiaran y J. Altuna, hallaron los restos humanos más antiguos del País Vasco conocidos hasta el momento. Se trata del húmero de Lezetxiki (Arrasate, Gipuzkoa), que fue adscrito al Paleolítico Inferior (Fig. 28). En 1966, J.M. Basabe, primer Catedrático de Antropología de la UPV/EHU, estudió el húmero de Lezetxiki, atribuyéndolo a *Homo neandertalensis* por sus características morfométricas.

En el campo de la Genética de poblaciones, entre los autores más relevantes del siglo XX, hay que mencionar a los genetistas italianos, L.L. Cavalli-Sforza, P. Menozzi y A. Piazza (1994) quienes elaboraron mapas sintéticos de la variación genética mundial actual, basados en marcadores clásicos (grupos sanguíneos, proteínas, enzimas). Gran parte de esta variación se atribuyó a los movimientos poblacionales ocurridos en el Neolítico.

28. J.M. Barandiaran eta J. Altuna Lezetxiki kobako indusketetan 1962. urtean (Arrasate, Gipuzkoa).

J.M. Barandiaran y J. Altuna en las excavaciones de la cueva de Lezetxiki en el año 1962 (Arrasate, Gipuzkoa).



5.2. Gaur egun dakiguna Euskal Herriko populazioaren historia biologikoari buruz

XX. mendearen erdialdetik, euskal populazioa kromagnon motaren eboluzioaren emaitza zela uste zen eta beste populazioekiko isolamenduan eta nahastu gabe mantendu zela. Bi ideioak aztertu izan dira datu berrien argitan (Ir. 29).

Euskal motaren eboluzio lokala

Kromagnon arrazaren eboluzio indigeno eta lokalaren euskal motarainoko hipotesia Aranzadi eta Barandiaran-ek proposatu zuten (1948) Urtiagako aztarnategiko (Deba, Gipuzkoa) kranioetan oinarrituta. Goi Paleolitara esleituriko B1 kranioan kromagnon motako ezaugarriak behatu ziren, hots, orbita baxuak eta errektangeluarrak, aurpegi zabala eta aurreratua (Ir. 30) eta Mesolitara esleitutako A1 kranioan euskal motako ezaugarri bereizleak, hots, sudur altua eta estua, aurpegiaren soslai zuzena eta baraila estua. (Ir. 31)

Gaur, Urtiagako kranioak uste zena baino modernoagoak direla dakigu. 14C-ak Brontze Aroari dagozkion datazioak

Lezetxiki koba (Arrasate, Gipuzkoa).

Cueva de Lezetxiki (Arrasate, Gipuzkoa).



5.2. Lo que se sabe en la actualidad sobre la historia biológica de la población del País Vasco.

Desde mediados del siglo XX se pensaba que la población vasca era resultado de la evolución local del tipo cromagnon, y que habría permanecido aislada y sin mezcla con otras poblaciones. Ambas ideas han sido revisadas a la luz de nuevos datos (Fig. 29).

Evolución local del “tipo vasco”.

La hipótesis de una evolución indígena y local de la raza cromagnon hacia el tipo vasco fue elaborada por Aranzadi y Barandiaran (1948) en base a los cráneos del yacimiento de Urutiaga (Deba, Gipuzkoa), observando en el cráneo B1, atribuido al Paleolítico Superior, rasgos del tipo cromagnon: órbitas bajas y rectangulares, cara ancha y proyectada hacia delante (Fig. 30) y en el cráneo A1, atribuido al Mesolítico, rasgos característicos del tipo vasco: nariz alta y estrecha, perfil recto de la cara y mandíbula estrecha (Fig. 31).

Actualmente, sabemos que los cráneos de Urutiaga son más modernos de lo que se pensaba. El C-14 ha ofrecido dataciones

29. Euskal emakumea: Ceferina Egileor Albokoa-Zeanuri (Bizkaia) baserrikoa. Eulalia Abaituaren argazkia (1853-1943). Euskal Museoa. Bilbo

Mujer vasca: Ceferina Egileor del caserío Albokoa-Zeanuri (Bizkaia). Fotografía de Eulalia Anbaitua (1853-1943). Euskal Museoa. Bilbao.



eskaini ditu (3475 ± 120 eta 3430 ± 100 BP, B1 eta A1 kranioentzako, hurrenez hurren) (Altuna eta de la Rúa, 1989). Bestalde, duela gutxiko hainbat kraniotan (euskaldunak eta Iberiar Penintsulakoak) oinarritutako ikasketa batetan, Iberiar Penintsulako populazioek aldakortasun morfologiko izugarria zeukatela erakutsi zuen. Aldakortasun honen barnean, Euskal Herriatik eratorritako kranioek ganga kranialaren goialde lauagoa, kranioaren oinarri makurragoa eta aurpegiaren soslaia zuzenagoa zeukaten (Ir. 32) (de la Rúa, 1985). Ikuspegi honetan, non aldakortasun morfologiko kraniala populazio baten barnean aztertzen delarik, baliogabetu egiten du ordurarteko hipotesia, hots, mota kranial bakarra existitzen dela euskal populaziorako.

Beraz, kontutan hartzen badugu giza talde guztietan existitzen den aldakortasuna, T. Aranzadi eta J.M. Barandiaran-ek bi kraniotan oinarrituta proposatutako euskal populazioaren eboluzio lokalari buruzko hipotesia, desegokia gertatu da; kranio gutxi batzuk ezin dutelako Euskal Herriko antzinako populazioaren aldakortasun guztia jaso (Ir. 33), zeina populazio modernoek ikasketek handiagoa dela erakutsi bait dute.

30. Urtiagako (Deba, Gipuzkoa) B1 kranioa (3475 ± 120 BP, Brontze Aroa). Gordailu Zentroa: Gipuzkoako Foru Aldundia.

Cráneo B1 de Urtiaga (Deba, Gipuzkoa) (3475 ± 120 BP, Edad del Bronce). Centro de depósito: Gordailua/ Diputación Foral de Gipuzkoa.



31. Urtiagako (Deba, Gipuzkoa) A1 kranioa (3430 ± 100 BP, Brontze Aroa). Gordailu Zentroa: Gipuzkoako Foru Aldundia.

Cráneo A1 de Urtiaga (Deba, Gipuzkoa) (3430 ± 100 BP, Edad del Bronce). Centro de depósito: Gordailua/ Diputación Foral de Gipuzkoa.

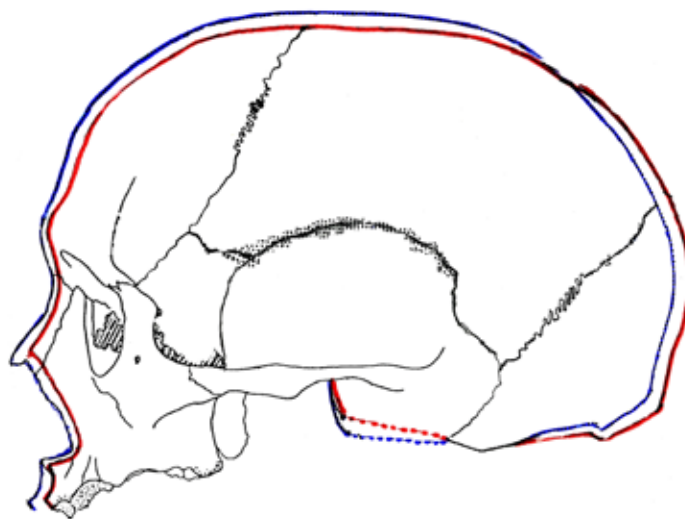


correspondientes a la Edad del Bronce (3475 ± 120 y 3430 ± 100 BP, cráneos B1 y A1, respectivamente) (Altuna y de la Rúa, 1989). Por otro lado, un estudio basado en un gran número de cráneos de época reciente (vascos y otros peninsulares), mostraron la gran variabilidad morfológica de las poblaciones de la Península Ibérica, dentro de la cual los cráneos procedentes del País Vasco tienden a presentar la parte superior de la bóveda más aplanada, la base del cráneo más inclinada y el perfil de la cara más recto (Fig. 32) (de la Rúa, 1985). Esta visión, que contempla la variación de la morfología craneal dentro de una población, invalida la hipótesis de la existencia de un tipo craneal único para la población vasca.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la variación existente en todo grupo humano, la hipótesis de T. Aranzadi y J.M. Barandiaran sobre la evolución local de la población vasca basada en dos cráneos, resulta inadecuada ya que éstos no pueden recoger toda la variación de la población antigua del País Vasco (Fig. 33), que según los estudios de las poblaciones recientes resulta mucho mayor.

32. Euskaldunen kranioen bariazioaren eskema (gorriz) penintsulako beste batzuekin alderatuta (urdinez) (de la Rúa, 1985).

Esquema de la variación craneal de los vascos (en rojo) en comparación con otros peninsulares (en azul) (de la Rúa, 1985).



Isolamendua eta Rh (-) odol-taldea euskaldunetan.

A.E. Mourant gemetilariak, Euskal Herriko populazioan, beste populazio europar batzuekin konparatuz Rh (-)ren maiztasun altuak behatu ondoren, euskaldunon berezitasuna antzinatetik isolatuta, beste populazio batzuekin nahastu gabe mantendu zirelako gertatu zela proposatu zuen. Halaber, Cavalli-Sforza eta beste ikertzaile batzuek (1981-1995), munduko hainbat populaziotako datu genetiko mordoak bildu ondoren (odol-taldeak, proteinak, entzimak), euskal populazioak Ekialde Hurbiletik etorritako nekazari neolitikoen eragin genetikoari, beste populazio batzuek baino neurri handiagoan biziraun diotela proposatu zuen (Cavalli-Sforza, 1997).

Cavalli-Sforza, Menozzi eta Piazzaren lana "The History and Geography of Human Genes" (1994) (lr. 34), populazioen genetikako epealdi baten bukaera eta giza populazioen aldakortasun genetikoa DNA-ren analisisian oinarrituz burutzeko garapen metodologiko eta interpretatibo berrien hasiera suposatu zuen. Gaur egun, genoma mitokondrial da gehien analizatzen den markari genetikoa, bere analisisa egingarria delako iraganeko populazioetan antzinako DNAren teknologiarekin.

33. **Garai historikoetako euskal biztanleen kranioaren morfologiaren aldakortasuna. Bilboko Santiago katedraletik (a, b), Elorriko San Agustín Etxebarriakoaren elizatik eta Ereñozarreko erdi aroko hilerritik (d, e) datozen kranioak. Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.**

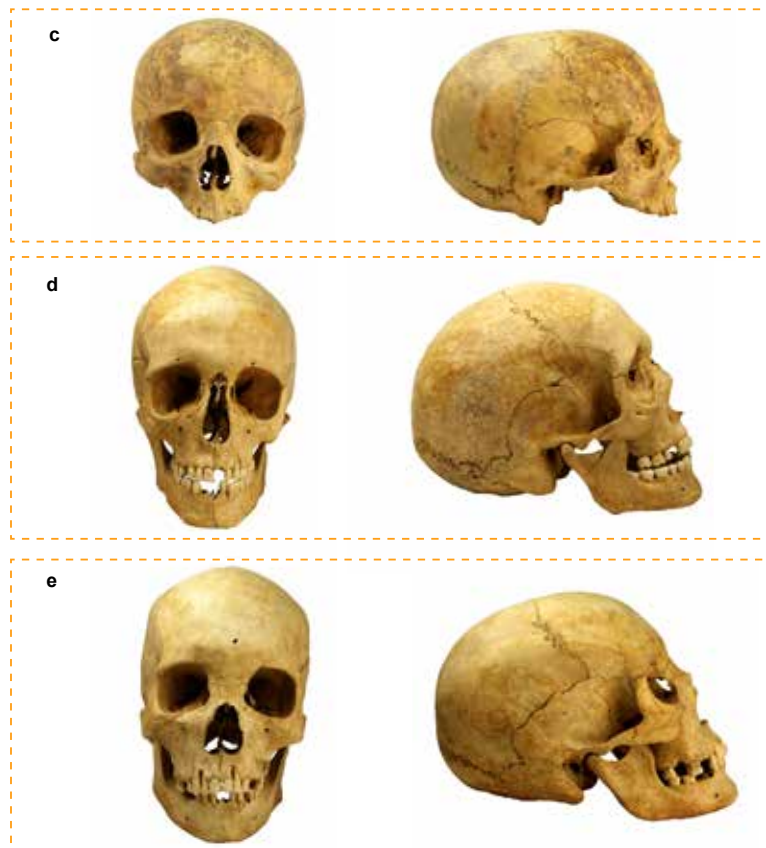
Variabilidad morfológica craneal de poblaciones vascas de épocas históricas. Cráneos procedentes de la iglesia de la catedral de Santiago de Bilbao (a, b), de la iglesia de San Agustín de Etxebarria en Elorrio (c) y del cementerio medieval de Ereñozar (d, e). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia.



Aislamiento y grupo sanguíneo Rh (-) en los vascos.

El genetista A.E. Mourant, tras observar la elevada frecuencia de Rh (-) en la población del País Vasco en comparación con otras poblaciones europeas, propuso que tal peculiaridad se debía a que los vascos habían permanecido aislados desde la antigüedad y sin mezcla con otras poblaciones. Asimismo, Cavalli-Sforza y otros autores (1981-1995), tras recopilar múltiples datos genéticos (grupos sanguíneos, proteínas, enzimas) de distintas poblaciones mundiales, concluyeron que la población vasca habría sobrevivido al impacto genético del mestizaje con los agricultores neolíticos procedentes del Próximo Oriente, en mayor medida que otras poblaciones europeas (Cavalli-Sforza, 1987).

La obra de Cavalli-Sforza, Menozzi y Piazza "The History and Geography of Human Genes" (1994) (Fig. 34), constituyó el final de una época en genética de poblaciones y abrió la puerta a nuevos desarrollos metodológicos e interpretativos de la variabilidad genética de las poblaciones humanas, basados en el estudio del ADN. Actualmente, el genoma mitocondrial constituye el marcador genético más estudiado, ya que su



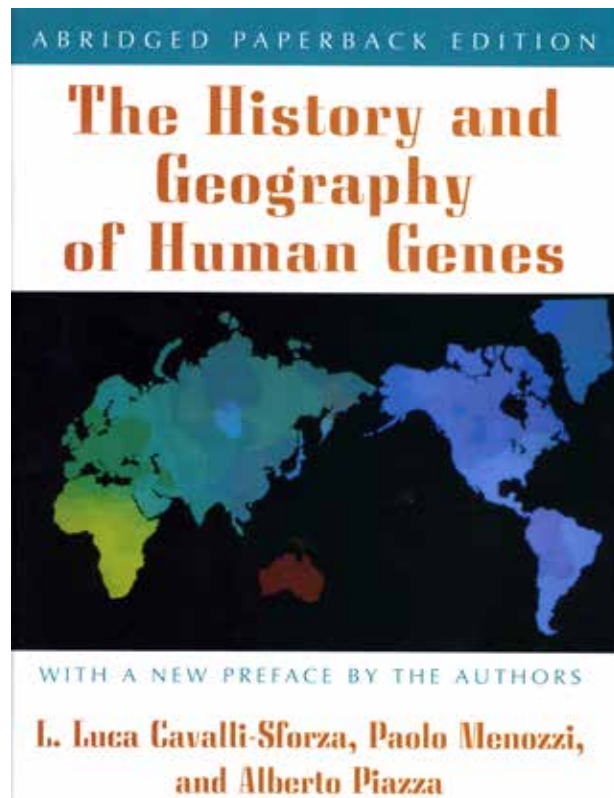
Ebidentzia berriak DNA ikerketaren bitartez.

DNA-ren ikasketak, bai antzinako bai gaur egungo biztanleetan, Euskal Herriko populazioaren isolamenduaren ideia baztertzea ahalbidetu dute. Gaur egungo euskaldunetan aurkitu izan diren zenbait aldaki genetikok Paleolito garaian dute jatorria, baina oinarri genetiko hau Europako populazio guztietan agertzen da duela 45.000 urte, *Homo sapiens*-ak Europa kolonizatu izanaren ondorio bezala (Higham et al., 2014). Ordutik ona, hainbat gertaera demografikok irudikatu dute gaur egungo euskaldunen osaera genetikoa. Hauetariko gertaera garrantzitsuenetariko bat, neolitoan zehar (duela gutxi gora behera 10.000 urte) (Ir. 35), Ekialde Hurbileko herrialdeak Europara heldu zirenean, Europan eragin kultural (abeltzaintza eta nekazaritzaren transmisioa), zein genetikoa (Ir. 36) utzi zutelarik (Hervella et al., 2012).

Euskaldunetan oso arruntak diren DNA mitokondrialeko mutazioak, Kantauriar isurialdeko populazio auzokideetan ere ikusi daitezke, elkartruke genetikoa ekialde-mendebalde ardatza jarraituz gertatu zela iradokitzen dutelarik, ez

34. "The History and Geography of Human Genes" (Cavalli-Sforza et al., 1994). Aldakortasun genetikoaren bilduma nagusia, DNAREN aurretik.

"The History and Geography of Human Genes" (Cavalli-Sforza et al., 1994). Principal recopilación de la variabilidad genética de las poblaciones humanas actuales, antes de la era del ADN.



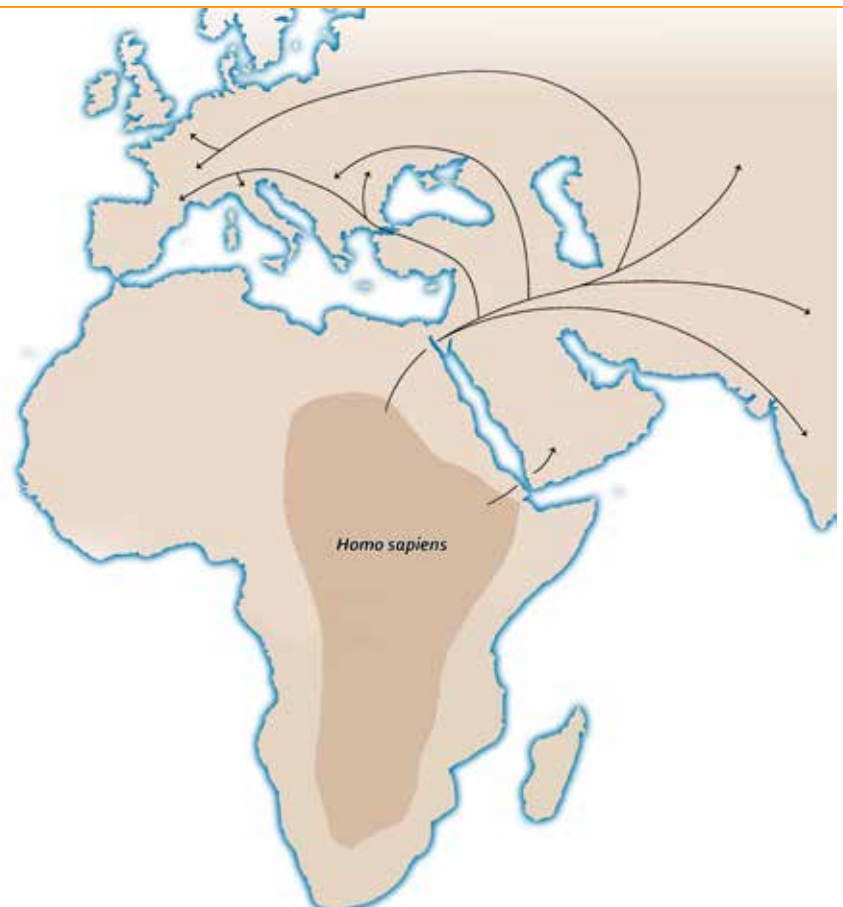
abordaje resulta asimismo factible en las poblaciones del pasado a partir de la tecnología del ADN antiguo.

Nuevas evidencias a través de los estudios de ADN.

Los estudios de ADN, realizados tanto en poblaciones actuales como antiguas, han permitido descartar la idea del aislamiento de la población del País Vasco. En los vascos actuales se han encontrado algunas variantes genéticas que parecen proceder de épocas paleolíticas, pero este sustrato genético es común a todas las poblaciones europeas, y es el resultado de la colonización de Europa por el *Homo sapiens* hace unos 45.000 años (Higham et al., 2014). Desde entonces, innumerables eventos demográficos han moldeado la composición genética de los vascos actuales (Fig. 35). Uno de estos eventos ocurrió durante el Neolítico (hace unos 10.000 años), con la llegada a Europa de los pueblos del Próximo Oriente, que tuvieron influencia tanto cultural (transmisión de agricultura y ganadería) como genética (Hervella et al., 2012) (Fig. 36).

35. Afrikar kontinentetik *Homo sapiens*aren Eurasiaren kolonizazioa orain dela 150.000 urte gutxi-gora-behera.

Colonización de Eurasia por *Homo sapiens* a partir del continente africano hace aproximadamente 150.000 años..



hegoalde-mendebalde ardatza jarraituz. Honela izanik, posible da piriniar babeslekuko populazioetatik Europaren Iparlderantz, duela 15.000 urte gutxi gora behera (Azken Glaziar Maximoaren ondoren), gertaturiko ustezko hedapenaren ideiei aurka egitea (García et al., 2010). Ustezko birpopulamendu hau ez dute antzinako DNAREN emaitzek antzeman (Izagirre et al., 1999).

Ezagumendu mordo hau izan arren, euskal populazioaren historia biologikoa oraindik argitu gabe dirau.

36. Neolitiko kulturaren hedapena bere jatorrizko gunetik, Ilgora Emankorretik orain dela 10.000 urte gutxi-gora-behera.

Dispersión de la cultura neolítica a partir de su foco de origen en el Creciente Fértil, hace aproximadamente 10.000 años.



Los datos de ADN mitocondrial, han puesto de manifiesto que algunas mutaciones frecuentes en los vascos actuales, son compartidas con las poblaciones vecinas de la Cornisa Cantábrica, sugiriendo que el intercambio genético se realizó fundamentalmente en el eje Este-Oeste y no en el Sur-Norte, lo que permite rebatir la supuesta expansión de la población desde el refugio pirenaico hacia el Norte de Europa hace unos 15.000 años (tras el Último Máximo Glaciar), propuesta en base a datos genéticos de las poblaciones actuales (García et al., 2010). Esta supuesta repoblación, tampoco ha sido detectada en los estudios de ADN antiguo (Izagirre et al., 1999).

A pesar de los conocimientos acumulados, la historia biológica de la población vasca está aún lejos de ser dilucidada.

6.

Euskal Herriko biztanle aitzindariak.

Euskal Herrian, lehenengo biztanleak duela 300.000 urte bizi izan ziren, Behe Paleolitoan zehar. Zeharka, Artazu (Arrasate, Gipuzkoa) eta Arlanpe (Lemoa, Bizkaia) kobazuloetan utzi dituzten aztarnei esker ezagutzen dira eta estalperik gabeko Irikaitz (Zestoa, Gipuzkoa) eta Mendieta (Sopela, Bizkaia) kokalekuak direla (Ir.37) eta Kasu gehienetan, ia edozertarako erabiltzen diren harrizko tresnak (Ir. 38) eta bizirik irauteko kontsumitu zituzten ehizaturiko animalia edota bildutako landareen hondakinak izango dira (Ir. 39). Dena den, ez dira aurkitu lehen biztanle hauen hezurdurak.

Euskal Herrian aurkitutako giza aztarna zaharrenak, Lezetxikiko kobazuloan (Arrasate, Gipuzkoa) aurkitu izan ziren eta gutxienez duela 164.000 urtetakoak dira. J.M. Barandiaran eta J. Altunak Lezetxikiko kobazuloan 1964. urtean egindako indusketetan berreskuratu zuten 30 urte inguruko emakume baten humeroa da. Basabek 1966. urtean ikasitako humero hau, europar neandertalekin batera sailkatu

6.

Los primeros pobladores del País Vasco.

Los primeros humanos que habitaron el País Vasco, lo hicieron hace unos 300.000 años, durante el Paleolítico Inferior. Los conocemos indirectamente por los restos que han dejado en las cuevas de Artazu (Arrasate, Gipuzkoa) y Arlanpe (Lemoa, Bizkaia) o en los asentamientos al aire libre donde vivían como los de Irikaitz (Zestoa, Gipuzkoa) y Mendieta (Sopela, Bizkaia) (Fig. 37). Estas evidencias son fundamentalmente herramientas de piedra utilizadas para casi todo (Fig. 38) y desechos de animales cazados o de plantas recolectadas, que emplearon para subsistir (Fig. 39). Sin embargo no se han encontrado restos humanos de estos primeros pobladores.

Los restos humanos más antiguos hallados en el País Vasco hasta ahora, son los procedentes del yacimiento de Lezetxiki (Arrasate) y tienen una antigüedad mínima de 164.000 años. Se trata del húmero de una mujer de unos 30 años de edad que fue recuperado por J.M. Barandiaran y J. Altuna en las excavaciones realizadas en 1964 en la cueva de Lezetxiki. Este húmero, estudiado por Basabe en 1966, fue clasificado junto a

zen. Dena den gaur egungo ebidentzietan oinarrituz, Hezurren Amildegiko (Atapuerca, Burgos) gizakiekin antzekotasun handia izan arren, oraindik ez dakigu bi aztarnategietako fosilak espezie berari dagozkien ala ez (*Homo heidelbergensis*) (Ir. 40).

Lezetxikiko humeroaren desberdintasun batzuk gure espeziearekiko ondoko ezaugarrietan bereizten dira:
a) Lezetxikik *Homo sapiens*-arekin konparatuta, mutur distaleko fosa olekraniar zabalagoa eta zutabe medial eta lateral estuagoak azaltzen ditu. b) Lezetxikiko humeroaren buruaren forma zeharka arrauzkara da eta *Homo sapiens*-en bertikalki arrauzkara edo borobildua da (Ir. 41).

Behe Paleolitokoan, orain dela 100.000 urte Neandertalen presentziaren ebidentziak aurkitzen ditugu zenbait lekuetan, baina giza espezie zahar honen hezur-aztarnak soilik berreskuratatu dira Lezetxiki (Arrasate, Gipuzkoa), Axlor (Dima, Bizkaia) eta Arrillorren (Zigoitia, Araba) (Ir. 42).

37. Euskal Herrian ezagutzen diren behe eta erdi paleolitikoko aztarnategien mapa. Gorriaz gizakien aztarna fosilak mantentzen dituztenak adierazten dira.

Mapa de yacimientos del Paleolítico Inferior y Medio conocidos en el País Vasco. En rojo se señalan aquellos que conservan restos fósiles de humanos.



otros neandertales europeos, sin embargo en base a las evidencias actuales, presenta una gran semejanza con los humanos de la Sima de los Huesos (Atapuerca), aunque aún no sabemos si los fósiles de ambos yacimientos pertenecen o no a la misma especie (*Homo heidelbergensis*) (Fig. 40).

Algunas de las diferencias del húmero de Lezetxiki con nuestra especie se aprecian en: a) la extremidad distal, mostrando Lezetxiki la fosa olecraneana más amplia y los pilares medial y lateral más estrechos que *Homo sapiens*. b) la forma de la cabeza del húmero, que en Lezetxiki es oval transversalmente y en *Homo sapiens* es oval verticalmente o redondeada (Fig. 41).

Del Paleolítico Medio, hace 110.000 años, encontramos evidencias de la presencia de los neandertales en diversos enclaves del País Vasco (Arlanpe o Aranbaltza en Bizkaia, Murba en Alava o Gazolaz en Navarra), pero sólo se han recuperado restos antropológicos de esta especie humana antigua en Lezetxiki (Arrasate), Axlor (Dima) y Arrillor (Murua) (Fig. 42).

Irikaitz eta Arlanpeko indusketa arkeologikoak.

Excavaciones arqueológicas de Irikaitz y Arlanpe.



Euskal Herriko *Homo sapiens* zaharrenak Gipuzkoan kokatuta dauden Aitzbitarte eta Errallako aztarnategietan aurkitu izan dira, hurrenez hurren ≈ 20.000 eta 11.000 urtetako antzinasuna dutenak (de la Rúa et al., 2012; de la Rúa, 1985) (Ir. 43).

Aizpeako aztarnategian (Aribe, Nafarroa), Mesolito garaiko giza eskeleto osoa berreskuratu zen (≈ 6.600 urte) (de la Rúa et al., 2002) (Ir. 9).

38. Aire zabaleko aztarnategietan aurkitutako harrizko lanabesak eta behe paleolitoko Bizkaiko kobazuloak: a) Arlanpe kobazuloko (Dima) silexeko labana, b) Mendibarrenako (Leioa) bifaza, c) Moreagako (Sopela) harri-koskor landua, d) Goieneuriko (Barrika) arrakalatzaila, e) Aizkorriko (Getxo) bifaza, f) Arlanpeko (Dima) bifaza. Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.

Útiles de piedra encontrados en yacimientos al aire libre y cuevas de Bizkaia correspondiente al paleolítico Inferior: a) cuchillo de sílex de la cueva de Arlanpe (Dima), b) Bifaz de Mendibarrena (Leioa), c) Canto tallado de Moreaga (Sopela), d) Hendedor de Goieneuri (Barrika), e) Bifaz de Azkorri (Getxo), e) Bifaz de Arlanpe (Dima). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia



a



b



c



d



e



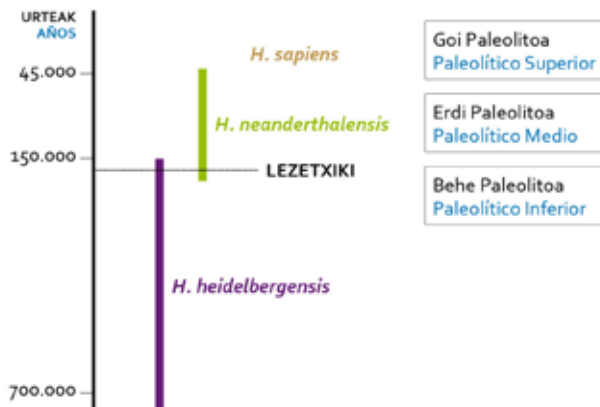
f

Los primeros *Homo sapiens* del País Vasco se han encontrado en los yacimientos guipuzcoanos de Aitzibitarte y Erralla, cuya antigüedad (20.000 y 11.000 años respectivamente) corresponde al Paleolítico Superior y en ambos casos sólo se han recuperado piezas dentarias. En Aitzibitarte los dientes hallados en un nivel Gravetiense final, corresponden a 4 individuos (Fig. 43) (de la Rúa et al., 2012; de la Rúa, 1985). En el yacimiento de Aizpea (Navarra) se recuperó un esqueleto humano completo del Mesolítico (unos 6.600 años) (de la Rúa et al., 2002), que se comenta en el apartado de la dieta de esta misma publicación (Fig. 9).

39. Behe Paleolitoko aztarna paleontologikoak.
 a) kuoi alpino baten krania. Obarrieta (Orozko, Bizkaia). b) Zaldi baten baraila. *Equus caballus caensis*. Azurtoki (Ea, Bizkaia). c) Hartzaren baraila. *Ursus deningeri*. Raneroko Santa Isabel (Karrantza, Bizkaia). d) Orein handi baten falangea. *Megaloceros giganteus*. Punta Luzero (Zierbena, Bizkaia). Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.

Restos paleontológicos atribuidos al Paleolítico Inferior. a) cráneo de cuón alpino. Obarrieta (Orozko, Bizkaia). b) mandíbula de caballo. *Equus caballus caensis*. Azurtoki (Ea, Bizkaia). c) Mandíbula de oso. *Ursus deningeri*. Santa Isabel de Ranero (Karrantza, Bizkaia). d) Falange de gran ciervo. *Megaloceros giganteus*. Punta Luzero (Zierbena, Bizkaia). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia.





40. Lezetxikiko humeroa Euskal Herriko giza aztarna zaharrena da, gutxienez 164.000 urteko antzinatearekin. Eskeman bere kokapen kronologikoa agertzen da Europako beste giza espeziekin alderatuta. Gordailu Zentroa: Gordailua/ Gipuzkoako Foru Aldundia.

El húmero de Lezetxiki es el resto humano más antiguo del País Vasco, con una antigüedad mínima de 164.000 años. En el esquema se muestra su posición cronológica respecto a otras especies humanas europeas. Centro de depósito: Gordailua/ Diputación Foral de Gipuzkoa.

42. *Homo neanderthalensis* baten hortzak Axlor (Dima) kobazuloan aurkitutakoak. Gordailu Zentroa: Arkeologi Museoa/ Bizkaiko Foru Aldundia.

Dientes de *Homo neanderthalensis* hallados en la cueva de Axlor (Dima). Centro de depósito: Arkeologi Museoa/ Diputación Foral de Bizkaia



41. Lezetxikiko humeroak (ezkerra) desberdintasunak azaltzen ditu gure espeziearekin (eskuina), batez ere mutur distalean (ukondotik hurbil) eta buruaren forma.

El húmero de Lezetxiki (izquierda) muestra algunas diferencias con nuestra especie (derecha), sobre todo en el extremo distal (próximo al codo) y en la forma de la cabeza.



43. Solutrenseko giza hortzak
Aitzibitarte III (Errenteria, Gipuzkoa)
kobazulokoak. Gordailu Zentroa:
Gordailua/ Gipuzkoako Foru Aldundia.

Dientes humanos del Solutrense de la cueva de Aitzibitarte III (Renteria, Gipuzkoa). Centro de depósito: Gordailua/ Diputación Foral de Gipuzkoa



- ALTUNA J., & DE LA RÚA C. (1989). Dataciones absolutas de los cráneos del yacimiento prehistórico de Urtiaga. *Munibe* 41: 23-28
- ALZUALDE A., IZAGIRRE N., ALONSO S., RIVERA N., ALONSO A., AZKARATE A., DE LA RÚA C. (2007). Influences of the European Kingdoms of Late Antiquity on the Basque Country: an ancient-DNA study. *Current Anthropology*, 48:1.
- ALZUALDE A., IZAGIRRE N., ALONSO S., ALONSO A., ALBARRÁN C., AZKARATE A., DE LA RÚA C. (2006). Insights into the “isolation” of the Basques: mtDNA lineages from the historical site of Aldaieta (6th-7th centuries AD). *Am J Phys Anthropol.*, 130(3):394-404.
- ALZUALDE A., IZAGIRRE N., ALONSO S., ALONSO A., DE LA RÚA C. (2005). Temporal mitochondrial DNA variation in the Basque Country: influence of post-Neolithic events. *Ann Hum Genet.*, 69:665-79.
- AZKARATE A. (1999). Necrópolis tardoantigua de Aldaieta (Nanclares de Gamboa, Alava). Vol I. Memoria de la excavación e inventario de los hallazgos. Memoria de yacimientos alaveses, 6. Diputación Foral de Alava.
- BAKER B.B., DUPRAS T.L., TOCHERI M.W. (2010). The Osteology of infants and children. Texas A & M University Press.
- BARAYBAR J.P., & DE LA RÚA C. (1997). Reconstruction of the diet with trace elements of bone at the Chalcolithic site of Pico Ramos (Basque Country) Spain. *J. Archaeological Science*, 24: 355–364.
- BASS W.M. (1995). Human Osteology: a laboratory and field manual. 4th ed. Columbia:Missouri Archaeological Society.
- CAVALLI SFORZA L.L. (1998). The Basque population and ancient migration in Europe. *Munibe Antrop. Arqueol. Sup.* 6: 129-137.
- DE LA RÚA (1985). El cráneo vasco: morfología y factores craneofaciales. Servicio de publicaciones de la Diputación Foral de Vizcaya.
- DE LA RÚA C. (1985). Restos humanos de Erralla. *Munibe Antropol. Arqueol.*, 37: 195-198.
- DE LA RÚA C., BARAYBAR J.P., IRIONDO M., IZAGIRRE N., (2002). Estudio antropológico del esqueleto mesolítico del yacimiento de Aizpea en “Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro: sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 años antes de ahora”. Ed: Ana Cava Almuzara, Ignacio Barandiarán Maestu, págs. 363-429.
- DE LA RÚA C., HERVELLA M. (2011). Estudio antropológico de los dientes humanos de la cueva de Aitzbitarte III (Rentería. Gipuzkoa) (Paleolítico Superior). En “*El yacimiento de la Cueva de Aitzbitarte III (Rentería. Gipuzkoa)*” J. Altuna, K, Mariezkurrena (eds.) Ed. Servicio Editorial del Gobierno Vasco, Vitoria. Cap. 8, pp 387-394.
- DE LA RÚA C., ORÚE J.M. (1992). Health conditions in a monastic community of the Basque Country (16th and 17th centuries). *J. Paleopath.*, 4:193-200

- FU Q., HAJDINJAK M., MOLDOVAN. OT., CONSTANTIN S., MALLICK S., SKOGLUND P., PATTERSON N., ROHLAND N., LAZARIDIS I., NICKEL B., VIOLA B., PRÜFER K., MEYER M., KELSO J., REICH D., PÄÄBO S. (2015). An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor. *Nature*, 524(7564):216-9.
- GARCÍA O., FREGEL R., LARRUGA J.M., ÁLVAREZ V., YURREBASO I., CABRERA V.M., GONZÁLEZ A.M. (2010). Using mitochondrial DNA to test the hypothesis of a European post-glacial human recolonization from the Franco-Cantabrian refuge. *Heredity*, 106(1):37-45.
- HERVELLA M., IZAGIRRE N., ALONSO S., FREGEL R., ALONSO A., CABRERA V.M., DE LA RÚA C. (2012) Ancient DNA from hunter-gatherer and farmer groups from Northern Spain supports a random dispersion model for the Neolithic expansion into Europe. *PLoS One*, (4):e34417.
- HIGHAM T. ET AL.. (2014) The timing and spatiotemporal patterning of Neanderthal disappearance. *Nature*, 512. 306-309.
- HUERTAS-SÁNCHEZ E., JIN X., ASAN, BIANBA Z., PETER B.M., VINCKENBOSCH N., LIANG Y., YI X., HE M., SOMEL M., NI P., WANG B., OU X., HUASANG, LUOSANG J., CUO Z.X., LI K, GAO G., YIN Y., WANG W., ZHANG X., XU X., YANG H., LI Y., WANG J., WANG J., NIELSEN R. (2014). Altitude adaptation in Tibetans caused by introgression of Denisovan-like DNA. *Nature*, 512 (7513):194-7.
- IZAGIRRE N. Y DE LA RÚA C. (1999). An mtDNA analysis in ancient Basque populations: implications for haplogroup V as a marker for a major Paleolithic expansion from southwestern Europe. *Am J Hum Genet.*, 65(1):199-207.
- KRINGS M., STONE A., SCHMITZ R.W., KRAINITZKI H., STONEKING M., PÄÄBO S. (1997). Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell*, 90(1):19-30.
- LALUEZA-FOX C., RÖMPLER H., CARAMELLI D., STÄUBERT C., CATALANO G., HUGHES D., ROHLAND N., PILLI E., LONGO L., CONDEMI S., DE LA RASILLA M., FORTEA J., ROSAS A., STONEKING M., SCHÖNEBERG T., BERTRANPETIT J., HOFREITER M. (2007) A melanocortin 1 receptor allele suggests varying pigmentation among Neanderthals. *Science*, 318(5855):1453-5.
- MARICIC T., GÜNTHER V., GEORGIEV O., GEHRE S., CURLIN M., SCHREIWEIS C., NAUMANN R., BURBANO H.A., MEYER M., LALUEZA-FOX C., DE LA RASILLA M., ROSAS A., GAJOVIC S., KELSO J., ENARD W., SCHAFFNER W., PÄÄBO S. (2013). A recent evolutionary change affects a regulatory element in the human FOXP2 gene. *Mol Biol Evol.*, 4: 844-52.

- MEYER M., FU Q., AXIMU-PETRI A., GLOCKE I., NICKEL B, ARSUAGA J.L., MARTÍNEZ I., GRACIA A., DE CASTRO J.M., CARBONELL E., PÄÄBO S. (2014). A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos. *Nature*, 505(7483): 403-6.
- MEYER M., KIRCHER M., GANSAUGE MT., LI H., RACIMO F., MALLICK S., SCHRAIBER J.G., JAY F., PRÜFER K., DE FILIPPO C., SUDMANT P.H., ALKAN C., FU Q., DO R., ROHLAND N., TANDON A., SIEBAUER M., GREEN RE., BRYC K., BRIGGS AW, STENZEL U., DABNEY J., SHENDURE J., KITZMAN J., HAMMER M.F, SHUNKOV MV, DEREVIANKO AP., PATTERSON N., ANDRÉS AM., EICHLER EE., SLATKIN M., REICH D., KELSO J., PÄÄBO S. (2012). A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual. *Science*, 338(6104):222-6.
- PRÜFER K., RACIMO F., PATTERSON N., JAY F., SANKARARAMAN S., SAWYER S., HEINZE A., RENAUD G., SUDMANT P.H, DE FILIPPO C., LI H, MALLICK S., DANNEMANN M., FU Q., KIRCHER M., KUHLWILM M., LACHMANN M., MEYER M., ONGYERTH M., SIEBAUER M., THEUNERT C., TANDON A., MOORJANI P., PICKRELL J., MULLIKIN JC., VOHR SH., GREEN RE., HELLMANN I., JOHNSON PL., BLANCHE H., CANN H., KITZMAN JO., SHENDURE J., EICHLER EE., LEIN ES., BAKKEN TE., GOLOVANOVA L.V., DORONICHEV VB., SHUNKOV M.V., DEREVIANKO AP., VIOLA B., SLATKIN M., REICH D., KELSO J., PÄÄBO S. (2014). The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature.*, 505(7481):43-9.
- REICH D., GREEN RE., KIRCHER M., KRAUSE J., PATTERSON N., DURAND E.Y, VIOLA B., BRIGGS A.W, STENZEL U., JOHNSON P.L., MARICIC T., GOOD J.M., MARQUES-BONET T., ALKAN C., FU Q., MALLICK S., LI H., MEYER M., EICHLER. EE., STONEKING M., RICHARDS M., TALAMO S., SHUNKOV M.V., DEREVIANKO A.P., HUBLIN J.J., KELSO J., SLATKIN M., PÄÄBO S. (2010). Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia. *Nature.*, 468(7327):1053-60.

Kuaderno hau, 2015-ko ekainaren 15etik abendaren 8 birtatean Arkeologi Museoa eta 2016-ko urtarrilaren 21tik apirilaren 3 bitartean Euskal Herria Museoa burutu zen **“Hezurretan idatzia”** erakusketaren prestaketan zehar egindako lanen emaitza da.

Este cuaderno es el resultado de los trabajos llevados a cabo durante la preparación de la exposición **“Escrito en los Huesos”** que se celebró en el *Arkeologi Museoa* del 15 de Junio al 8 de diciembre de 2015 y en el Museo de Euskal Herria del 21 de Enero al 3 de abril de 2016.

arkeologi
MUSEOA



Editorea / Editor:

Bizkaiko Foru Aldundia / Diputación Foral de Bizkaia. BizkaiKOA.

Kordinatzaile/Coordinación:

Iñaki García Camino (Arkeologi Museoa).

Testuak/Textos:

Concepción de la Rúa, Montserrat Hervella Alfonso (UPV/EHU).

Diseinu grafikoa / Diseño gráfico:

nexusbostnan.

Itzulpenak / Traducciones:

Neskuts Izagirre (UPV/EHU).

Argazkiak/ Fotografías:

Arkeologi Museoa: 1, 2, 3, 4, 5, 11, 13, 14, 21, 30, 31, 33, 38, 39, 40, 41.

Santi Yaniz: 42.

Concepción de la Rúa: 10.

Museo de Navarra: 9.

Eleiz Museoa/ Museo Diocesano de Arte Sacro, 12.

Alfonso Espina: 16, 17 y 11 .

Agustín Azkarate: 23.

Aranzadi Zientzia Elkartea/ Sociedad de Ciencias Aranzadi: 25, 26.

Euskal Museoa. Eulalia Abaitua. 29.

Alvaro Arizabalaga: 28a, 37a.

Joseba Ríos: 37b.

Jesús Altuna: 28a y 43.

Irudiak/ Dibujos:

Jorge Moreno: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 19, 22.

Itziar Basterrika (Dunba S.L.): 20, 21, 35, 36, 37.

Concepción de La Rúa: 32 .

Imprimaketa/ Impresión:

G.Z. Printek.

ISBN: 978-84-7752-585-1

Lege gordailua / Depósito legal: BI-1709-2015

Arkeologi Museoaren koadernoak

Los cuadernos del Arkeologi

- 1 BIZKAIKO ARTE HIGIGARRIA**
BEGIRADA BAT HARRI GARAIKO DEKORAZIO ARTEARI
ARTE MUEBLE EN BIZKAIA
UNA MIRADA AL ARTE DECORATIVO DE LA EDAD DE PIEDRA
Rosa Ruíz Idarraga
- 2 BIZKAIKO LABAR-ARTE PALEOLITIKOA**
HARRI AROKO HORMA-ARTEARI EMANDAKO BEGIRADA
ARTE RUPESTRE PALEOLÍTICO EN BIZKAIA
UNA MIRADA AL ARTE DE LA EDAD DE PIEDRA
Rosa Ruíz Idarraga
- 3 ZERAMIKA ETA ARKEOLOGIA**
BUZTIN PUSKAK, HISTORIAREN ZATIAK
CERÁMICA Y ARQUEOLOGÍA
FRAGMENTOS DE BARRO, RETAZOS DE HISTORIA
José Luis Ibarra Álvarez
- 4 BIZKAIKO HISTORIAURREKO FAUNAK**
HISTORIAURREKO ANIMALIAK ETA GIZAKIA
FAUNAS PREHISTÓRICAS DE BIZKAIA
ANIMALES Y HUMANOS EN LA PREHISTORIA
Pedro M^a Castaños Ugarte
- 5 BASKONIA, BITARTEKO LURRA**
HILETA-ERRITUAK MUGAN
VASCONIA, TIERRA INTERMEDIA
RITOS FUNERARIOS DE FRONTERA
Agustín Azkarate Garai-Olaun; Iñaki García Camino
- 6 KOSTALDEKO FLYSCHA ETA EUSKAL LURRALDEETAKO
LEHEN BIZTANLEAK**
**EL FLYSCH COSTERO Y LOS PRIMEROS POBLADORES
DE LOS TERRITORIOS VASCOS**
Diego Garate; Iñaki Libano; Joseba Rios
- 7 HEZURRETAN IDATZIA**
ANTROPOLOGIA FISIKOAREN EKARPENA
GURE IRAGANA EZAGUTZEKO
ESCRITO EN LOS HUESOS
LA APORTACIÓN DE LA ANTROPOLOGÍA AL CONOCIMIENTO
DE NUESTRO PASADO
Concepción de la Rúa Vaca; Montserrat Hervella Alfonso



Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia
Kultura Saila
Departamento de Cultura

ISBN 978-84-7752-585-1

