

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Los homininos de la Sima de los Huesos (Atapuerca)
y el Origen de los Neandertales: Estado actual de los
estudios**

Realizado por: RICHARD GIOVANNI GUAMÁN CHULUNCHANA

Dirigido por: BERTILA GALVÁN SANTOS

Universidad de La Laguna. Facultad de Humanidades.
Grado en Historia. Curso 2017/2018

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

"No es el más fuerte de las especies el que sobrevive, tampoco es el más inteligente el que sobrevive. Es aquel que es más adaptable al cambio". **Charles Darwin.**

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado busca realizar un bosquejo de los principales trabajos que han analizado recientemente el yacimiento de la Sima de los Huesos (SH) de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España).

Partiendo del estudio de las características morfológicas de los homínidos de SH y de un análisis comparativo entre las poblaciones neandertales, acaecido durante el Pleistoceno Medio, se ha tratado de explicar, además, el origen de *Homo neanderthalensis* y comprender mejor el comportamiento humano.

Palabras clave: Sima de los Huesos, homínidos, origen de los neandertales, características morfológicas, Pleistoceno de Europa.

ABSTRACT

This work seeks to create an outline of the main works that have recently analyzed the deposit of the Site Sima de los Huesos (SH) located in the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain).

Based on the study of the morphological characteristics of SH hominins and a comparative analysis between Neanderthal populations, which occurred during the Middle Pleistocene, an attempt was made to further explain the origin of *Homo neanderthalensis* and to better understand human behavior.

Key words: Sima de los Huesos, hominins, neanderthals origin, morphological characteristics, European Pleistocene.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Índice del contenido

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 1.1. Antecedentes..... | 4 |
| 1.2. Objetivos..... | 6 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 6 |
| 2.1. El sitio de la Sima de los Huesos (SH)..... | 6 |
| 2.1.2. Cronología de SH..... | 9 |
| 2.2. Formación del depósito arqueológico..... | 11 |
| 2.2.1. Hipótesis sobre el origen de la acumulación: una visión general..... | 11 |
| 2.2.2. Registro arqueológico..... | 17 |
| 3. RESULTADOS..... | 19 |
| 3.1. Anatomía craneal..... | 19 |
| 3.1.1. Anatomía dentaria..... | 21 |
| 3.1.2. Anatomía mandibular..... | 21 |
| 3.2. Anatomía Postcraneal..... | 22 |
| 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 28 |
| 4.1. Características corporales..... | 28 |
| 4.2. Estudios genéticos..... | 31 |
| 4.3. Expresiones de comportamiento humano..... | 34 |
| 4.4. Sima de los Huesos en el origen de los neandertales..... | 36 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA..... | 38 |
| 6. ANEXOS..... | 47 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La población de homínidos de la Sima de los Huesos ha suscitado un enorme interés desde que a finales de los años 70 comenzaron a conocerse sus primeros fósiles humanos (Aguirre, Basabe, & Torres, 1976). En 1984, se inició la excavación sistemática de este yacimiento, que ha permanecido en continuo estudio, generando el mayor y más completo conjunto humano de fósiles mesopleistocénicos del mundo (Carbonell, et al., 2008). Su relevante papel en el proceso de la evolución humana no ha hecho más que acrecentarse, generando importantes debates que aún siguen vigentes.

Los primeros estudios empezaron a finales de la década de los años 70 del siglo XX (Aguirre, Basabe, & Torres, 1976), cuando empezaron a surgir los primeros fósiles humanos. A partir de entonces, la muestra de fósiles mesopleistocenos de la Sima de los Huesos ha ido creciendo de forma considerable, lo que ha permitido realizar todo un esquema anatómico de esta población.

Con el presente trabajo se pretende ofrecer un estado de la cuestión sobre el conocimiento de estos grupos humanos que habitaron Europa en el Pleistoceno medio, previamente a la emergencia de la especie Neandertal, a partir de la bibliografía generada durante más de cuatro décadas de estudios por diferentes especialistas.

Esta amplia muestra de fósiles humanos ha sido objeto de numerosos estudios especializados, concernientes a los aspectos propiamente bioantropológicos, como el tamaño y forma del cuerpo (Arsuaga, Carretero, Martínez, & Gracia, 1991; Arsuaga, Martínez, Gracia, Carretero, & Carbonell, 1993; Martínez, Gracia, Arsuaga, & Carretero Díaz, 1995; Arsuaga, Martínez, Gracia, & Lorenzo, 1997), el dimorfismo sexual (Bermúdez de Castro, Durand, & Ipiña, 1993; Bermúdez de Castro, Sarmiento, Cunha, Rosas, & Bastir, 2001; Rosas, Bastir, Martínez-Maza, & Bermúdez de Castro, 2002), la paleopatología (Bermúdez de Castro & Pérez, 1995; Bermúdez de Castro & Díez, 1995; Cunha, et al., 2004), la paleodemografía (Bermúdez de Castro & Nicolás, 1997; Bermúdez de Castro, Martín-Torres, Lozano, Sarmiento, & Muela, 2004), la filogenia (Bermúdez de Castro, 1993; Martín-Torres, et al., 2006; Gómez-Robles, et al., 2008); así como a otras cuestiones relativas al paleoambiente (Bermúdez de Castro, Bromage, & Jalvo, 1988; Bermúdez de Castro, et al., 2003; Pérez-Pérez, Espurz,

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Bermúdez de Castro, de Lumley, & Turbón, 2003; Lozano-Ruiz, Bermúdez de Castro, Martín-Torres, & Sarmiento, 2004).

En esta última década, el debate ha tomado mayor intensidad, incrementándose las perspectivas de estudio, con la colaboración de nuevas disciplinas científicas. En consecuencia, los recientes estudios se han centrado en cuestiones de gran importancia, como tratar de precisar la datación del yacimiento (Bischoff, et al., 2007; Arnold, et al., 2014; Benito Calvo & Pérez González, 2015; Aranburu, Arsuaga, & Sala, 2017), realizar el análisis específico de los restos craneales y postcraneales (Bonmatí, et al., 2010; Rosas & Martínez-Maza, 2010; Martín-Torres, et al., 2013; Arsuaga, et al., 2014; Arsuaga, et al., 2015; Rodríguez, et al., 2016; Sala, Arsuaga, Pablos, & Martínez, 2016; Bermúdez de Castro, et al., 2018; Hanegraef, et al., 2018), incorporar los estudios genéticos (Meyer, et al., 2014; Meyer, et al., 2016), establecer la relación con la especie neandertal (Hublin, 2009; Rosas, 2010; Bermúdez de Castro, et al., 2018). En este contexto, son particularmente reseñables los trabajos relacionados con el comportamiento humano (Gracia, et al., 2009; Sala, et al., 2015; Sala, et al., 2016; Egeland, Domínguez-Rodrigo, Rayne Pickering, Menter, & Heaton, 2018).

En la actualidad, los neandertales es la especie humana más estudiada debido a la multitud de datos empíricos que aluden a ella. Así que, analizar todas las variantes que giran en torno a los neandertales es fundamental para entender el establecimiento del comportamiento humano (Rosas, 2016).

Estos autores han estado trabajando constantemente -cada uno dentro de su modalidad- junto con un amplio equipo de profesionales para resolver los paradigmas que envuelven a este inmenso yacimiento. Por lo tanto, estos son los pilares que soportan el análisis de los diferentes puntos del tema que se ha abordado.

No obstante, cabe destacar que hay un uso limitado de la bibliografía general (Aguirre, 2008; Carbonell, et al., 2008; Terradillos, 2010; Gómez Castanedo, 2012; Carbonell, et al., 2014), ya que es la bibliografía específica la que propone los puntos esenciales y, por ende, más cuestionables del trabajo tratado. Por último, la elección de esta bibliografía se ha hecho atendiendo, sobre todo, a tres criterios: su relevancia científica, el tema tratado, y lo reciente que sea el estudio.

1.2.OBJETIVOS

El presente trabajo consiste en efectuar una revisión del estado actual de conocimientos sobre la población hominina de la Sima de los Huesos y de su importancia en el proceso de la evolución humana europea durante el Pleistoceno Medio, a partir de la amplia bibliografía existente sobre el tema.

Como objetivos concretos del trabajo se indican los siguientes:

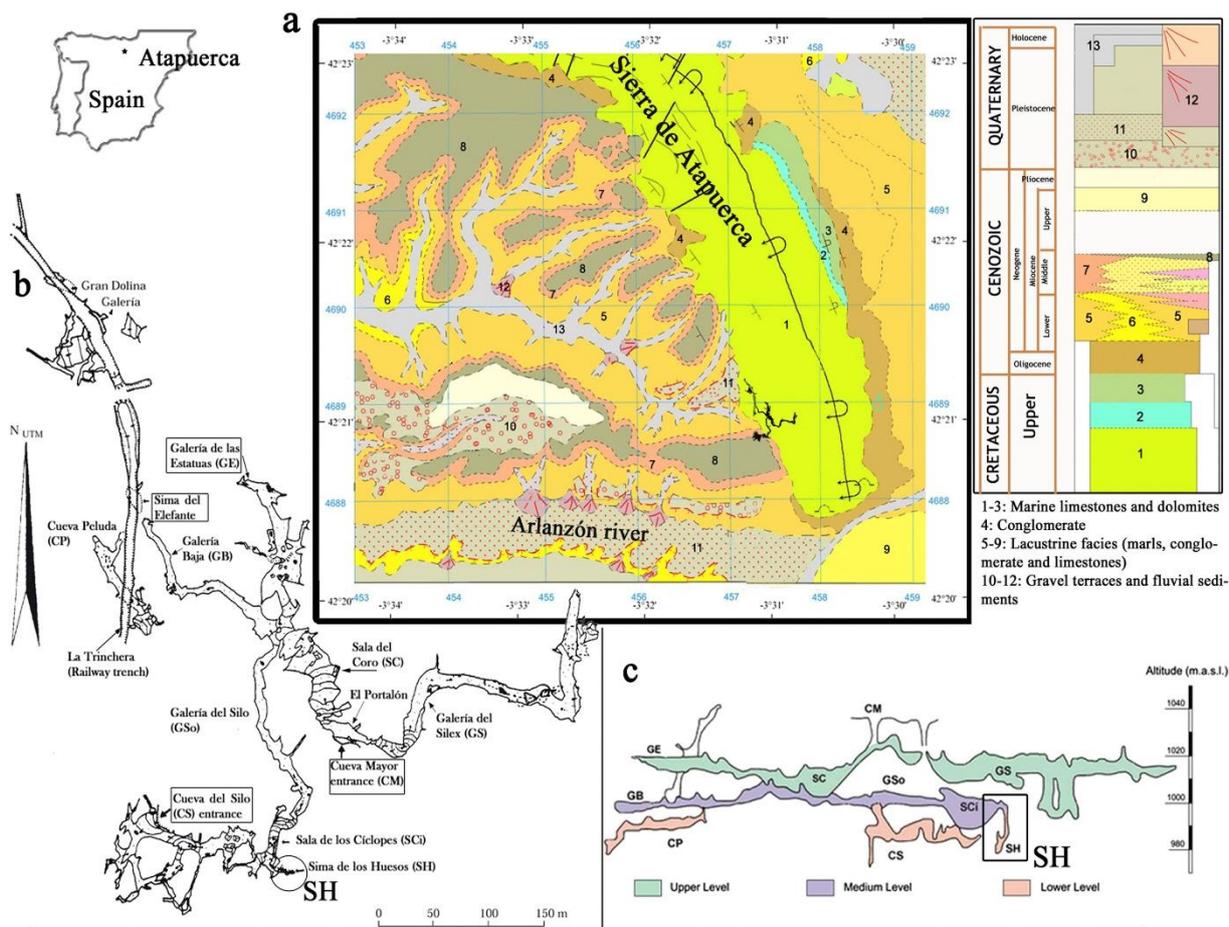
- Analizar el depósito arqueológico de la Sima de los Huesos y las diversas hipótesis relativas a su proceso de formación.
- Caracterizar a la población hominina de la Sima de los Huesos.
- Evaluar la relación de los preneandertales de Sima de los Huesos y su relación con el surgimiento de la especie neandertal.
- Examinar evidencias de ciertos comportamientos humanos en contexto mesopleistocénico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.EL SITIO DE LA SIMA DE LOS HUESOS (SH)

La Sima de los Huesos es uno de los yacimientos que conforma el gran conjunto arqueológico y paleontológico de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). Se localiza en el interior de un sistema kárstico subterráneo, en el Complejo Cueva Mayor-Cueva del Silo, que alberga además otros importantes enclaves humanos (El Portalón de Cueva Mayor, Galería del Sílex, y Galería de las Estatuas) (Carbonell, et al., 2014), y que conjuntamente con otros numerosos yacimientos forman parte de esta pequeña colina que se extiende de noroeste a sudeste, en el valle del río Arlanzón (*Fig. 1*) (Benito Calvo & Pérez González, 2015). En este karst se ha desarrollado una amplísima gama de morfologías subterráneas originadas durante el Plio-Pleistoceno (Carbonell, et al., 2014), que contienen elementos biológicos (animales y plantas) y componentes antrópicos, constituidos a lo largo de más de un millón de años, desde el Pleistoceno Inferior hasta el Holoceno (Terradillos, 2010).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios



Por su parte, la Sima de los Huesos se ubica en el tercer nivel kárstico del citado complejo Cueva Mayor-Cueva del Silo, en el que se encuentra una enorme sala denominada como Sala de los Cíclopes (*Anexo: fig. 1*), a 600 metros del Portalón. En uno de los extremos de esta sala existe una rampa que da lugar a una pequeña galería, ésta es la Sima de los Huesos constituida por un pozo vertical de unos 13 m de altura y unos 4 m de diámetro, en la que se distinguen tres zonas: una rampa inclinada (SR, Sima-Rampa) de unos 10 metros de longitud, y dos zonas pseudo-horizontales en la parte superior (ST) e inferior de la rampa (SH) (Aranburu, et al., 2017).

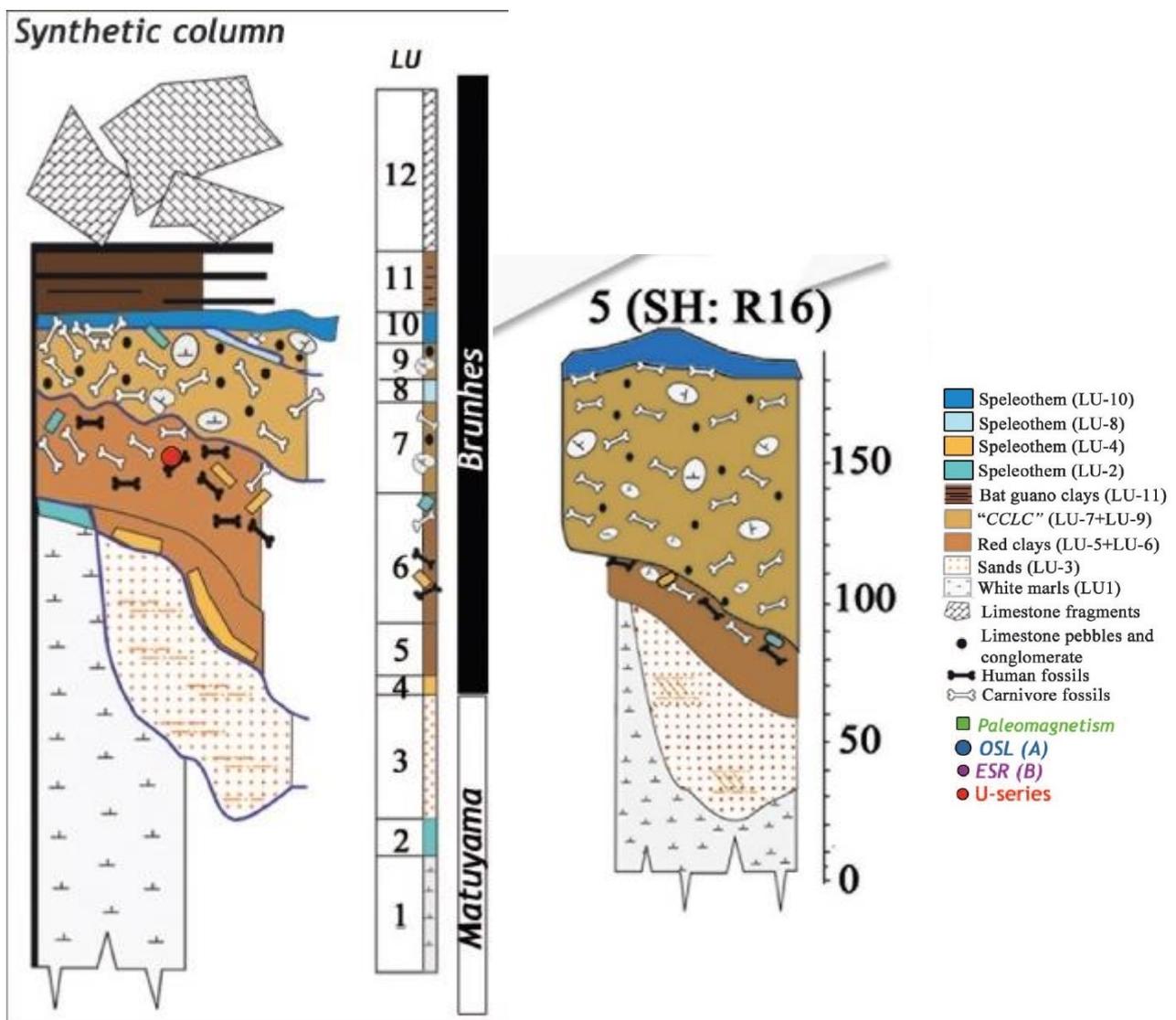
La Sima de los Huesos se puede englobar en tres conjuntos o estadios sedimentarios por su diversidad geológica y paleontológica. El primero cuenta con un nivel de margas arcillosas en las bases de las secuencias estratigráficas de SRA, SRM, SRB y Sima de los Huesos (SH). El segundo alberga niveles de arcillas rojas estériles, arcillas rojas con fósiles y arcillas marrón-amarillentas con fósiles. El tercer y último

conjunto posee un espeleotema en la Rampa, formado por un nivel de arcillas marrón que cubre los depósitos anteriores (Carbonell, et al., 2014).

En el interior de la cámara kárstica de Sima de los Huesos se definieron 12 unidades litoestratigráficas (LU) (Fig. 2), subdivididas a su vez en 5 unidades aloestratigráficas (AU).

La unidad litoestratigráfica LU-6 (de la unidad aloestratigráfica AS-3) es la que contiene la gran mayoría de los restos humanos, y también, de carnívoros (*Ursus deningeri*, sobre todo). (Aranburu, et al., 2017).

Fig. 2: Corte transversal de SH que muestra la columna estratigráfica. (Arsuaga, et al., 2014: 1358).



Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

2.1.1. CRONOLOGÍA DE SH

La datación de un yacimiento tan antiguo, como es la Sima de los Huesos, está sujeta a diversas variables independientes entre sí, como el método empleado, el procedimiento muestreo, el tipo de sedimento e, incluso, el laboratorio en el que se analizan y estudian las muestras, que hacen que esta tarea resulte extraordinariamente compleja. No obstante, los últimos avances tecnológicos han permitido concretar las fechas para este yacimiento, que ha ido afianzándose y precisándose en el contexto del Pleistoceno Medio.

Los relevantes problemas tafonómicos de este yacimiento, ligados al proceso general de formación del depósito, han complicado aún más su datación. La fuerte alteración postdeposicional de los restos constituye el principal problema, y es que los niveles sedimentarios, que debieran dar coherencia a una determinada estratigrafía, son difíciles de reconocer. Sin ir más lejos, se puede observar la presencia de restos humanos y animales en el fondo del depósito, pero también de algunos en zonas intermedias de la rampa. Esto indica la complejidad estratigráfica que posee la Sima de los Huesos. Por consiguiente, los investigadores hablan de diferentes factores que intervinieron, en mayor o en menor medida, en la formación de este depósito arqueosedimentario: la sucesión de coladas de materiales que penetraron a lo largo del tiempo modificando la posición de los restos (Aguirre, 2008; Aranburu, et al., 2017; Sala, et al., 2015); la actividad de determinados animales (Andrews & Fernández Jalvo, 1997); e incluso, la acción antrópica en época moderna (Cervera, Arsuaga, Bermúdez de Castro, & Carbonell, 1999).

Teniendo en cuenta esto y una vez establecida la secuencia estratigráfica de la Sima de los Huesos, se inició el proceso de datación de los fósiles humanos, costillas estalagmíticas y dientes de osos, *Ursus deningeri* (Martínez, et al., 1995), con el objetivo de concretar milimétricamente la cronología del yacimiento, bien a través de la fauna fósil y/o de la aplicación de nuevas técnicas de datación.

Los diferentes métodos de datación para los espeleotemas de SH y los restos humanos y de oso, se basaron en el empleo de técnicas radiométricas por series de Uranio/Torio y ESR (Bischoff, et al., 1997; Falguères, et al., 2001).

Los últimos resultados, que han ido creciendo progresivamente fruto de los avances tecnológicos, estiman una fecha en torno a los 600.00 años para seis muestras

del espeleotema SRA-3, mediante espectroscopía de masas (ICP-MS: *inductively coupled plasma-multicollector mass-spectrometry*) y una edad mínima del espeleotema de entre 513.000 y 571.000 años (Bischoff, et al., 2007).

Recientemente, varios investigadores (Arnold, et al. 2014) han aplicado las técnicas de luminiscencia y paleomagnetismo para datar los sedimentos que se localizaban justo por encima de los fósiles (Fig. 3). En esta ocasión, el resultado obtenido a través de ambas técnicas fue de 433.00 años. Y como el estrato es posterior a los propios fósiles; finalmente, se estipuló una edad mínima para los fósiles humanos de 427 ± 12 ka.

En tal sentido hay que señalar que los resultados de estos estudios son compatibles con los de las investigaciones genéticas, que han ofrecido una edad mínima de 400.000 años para el ADN humano (Meyer, et al., 2014; Meyer, et al., 2016).

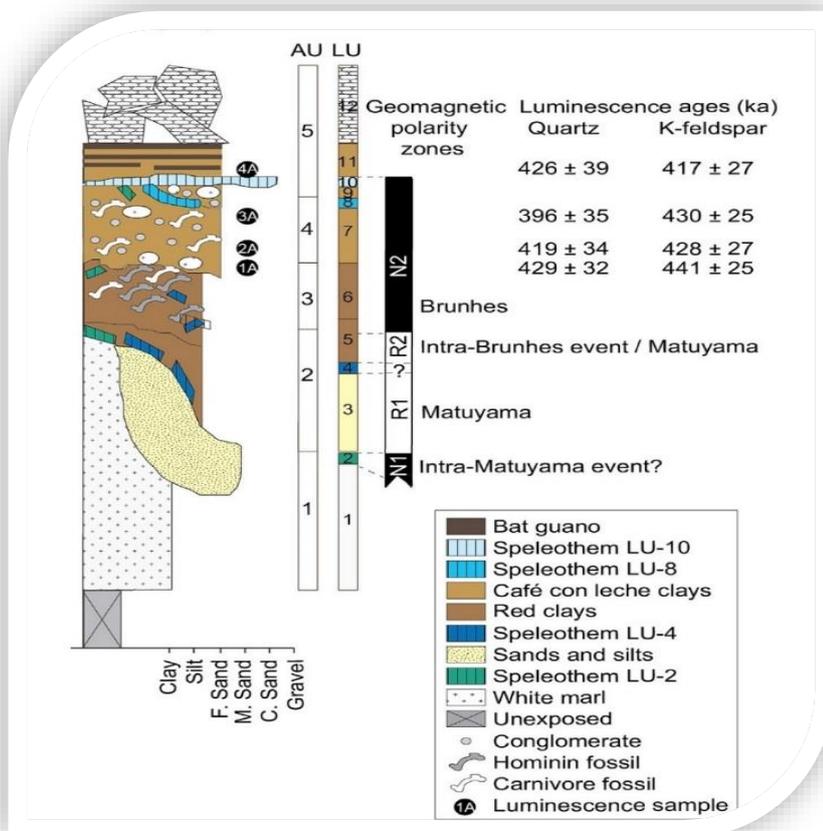


Fig. 3: Secuencia estratigráfica generalizada con las edades de luminiscencia de K-feldespato y de cuarzo, obtenidas en SRB y SRM (Aranburu, et al., 2017).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

2.2. LA FORMACIÓN DEL DEPÓSITO ARQUEOLÓGICO

Como se ha indicado anteriormente, el origen del depósito arqueosedimentario de la Sima de los Huesos, su proceso de formación y los procesos tafonómicos que le han afectado, son aspectos de la mayor relevancia para la interpretación de este importantísimo registro arqueológico, que ya supera los 6.800 fósiles humanos. A lo largo de estos años han sido objeto de numerosos estudios especializados y de debates controvertidos que continúan en la actualidad, dada la gran cantidad de variables que se concitan en su tratamiento.

2.2.1. HIPÓTESIS SOBRE EL ORIGEN DE LA ACUMULACIÓN: UNA VISIÓN GENERAL

Ordenándolas temporalmente, en un primer momento, a partir del registro faunístico de restos de oso que aparece conjuntamente con los fósiles humanos, se pensó que la Sima de los Huesos pudo haber actuado como guarida temporal para los osos en épocas frías, debido a que el 73% de los ejemplares hallados eran hembras y el 82% eran menores de 30 meses (Bermúdez de Castro, 1995). Si bien, la mayor parte del complejo Cueva Mayor desempeñó la función de lugar de hibernación para osos, esta circunstancia no se dio en SH. Diferentes investigaciones zooarqueológicas apuntan a que los osos fueron cayendo de forma accidental, constituyéndose el sitio en una trampa mortal. No hay que olvidar que la entrada principal al yacimiento abarca un pozo vertical de 13 metros de profundidad. Ahora bien, no todos los osos murieron en el acto, algunos sobrevivieron carroñando y removiendo otros restos del complejo. Esto mismo sucedería con otros carnívoros que cayeron dentro, atraídos por el olor de la carroña (Arsuaga, Bermúdez de Castro, Carbonell, & Fernández, 2000).

El origen de la acumulación de los fósiles animales asume una hipótesis tolerable y es, decentemente, ratificada, pero ¿esta explicación es igualmente válida para el caso de los fósiles humanos? Es decir, ¿cayeron accidentalmente como les ocurrió a los diferentes animales? ¿O, la Sima de los Huesos posee otras implicaciones más profundas de lo que se cree? ¿Cómo es posible que una población, de unos 28 individuos, aparezca muerta en un mismo sitio en un período de tiempo relativamente corto? ¿Infortunio o intencionalidad? Y lo que es más importante aún: ¿cómo llegaron

estos homínidos a la Sima de los Huesos? He aquí las grandes cuestiones que los investigadores han tratado de solventar, aunque sea una empresa muy difícil.

Para abordar apropiadamente estas grandes cuestiones estrechamente relacionadas, primero se han analizado las posibles causas de la muerte de esta población humana y, en paralelo, se han desarrollado las hipótesis en torno al origen de la acumulación de los fósiles de homínidos. Es decir, se han aplicado los interrogantes *por qué y cómo*: ¿por qué hay 28 individuos muertos? Y, ¿cómo llegaron a SH los 28 individuos?

Tradicionalmente, se han barajado hasta 4 hipótesis diferentes con el objetivo de intentar explicar el origen de la acumulación de los fósiles humanos de la Sima de los Huesos. Estas son: actividad carnívora, muerte catastrófica y transporte por agentes geológicos, caídas accidentales, y acumulación intencional de los cuerpos por otros homínidos. Ciertamente es que unas han estado más discutidas que otras, por lo que serán estas las que reciban mayor atención.

La primera hipótesis de forma comprensible quedó descartada por los investigadores. Ésta se refería a la Sima de los Huesos como un cubil o guarida de los depredadores (anteriormente mencionada). Pero, en SH no hay restos de herbívoros (Andrews & Fernández Jalvo, 1997; García & Arsuaga, 2011) y, por supuesto, los homínidos no pudieron ser sus presas, ya que eran muy escasos como para formar parte de sus actividades depredadoras. Además, los fósiles humanos de SH están completos, no son huesos aislados y son relativamente reconocibles a la hora de su restauración; así que, no pudo ser un lugar de consumo o habitación ni de carnívoros ni de humanos, máxime cuando no hay herramientas que lo documente. Por lo tanto, esta hipótesis ha sido descartada como causante del origen de la acumulación (Arsuaga, et al., 2000).

La hipótesis de una muerte catastrófica y la acumulación de los cadáveres por agentes geológicos o naturales (derrumbes, riadas, etc.) ha sido defendida principalmente por E. Aguirre (2008). Para muchos investigadores, esta hipótesis quedó igualmente rebatida por dos factores primordiales. El primero tiene que ver con la distribución de edades de muerte de los homínidos. La posibilidad de algún evento catastrófico tendría que venir acompañada de la presencia de individuos de todas las edades; sin embargo, en la Sima de los Huesos apenas hay infantes, siendo mayoritaria la presencia de individuos adultos jóvenes o adolescentes (Bermúdez de Castro &

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Nicolás, 1997). El segundo factor se ha relacionado con recientes estudios tafonómicos: la arcilla que envuelve la unidad litoestratigráfica LU-6 carece de extraclastos¹, lo que indica que los fósiles de homínidos no fueron transportados a larga distancia, sino que se depositaron *in situ* (Sala, et al., 2015). El flujo de escombros de LU-7 (SRB) habría erosionado LU-6, es por ello por lo que hay homínidos en varias áreas de la Sima de los Huesos (Aranburu, et al., 2017). Así lo atestiguan los diferentes huesos, que se encuentran mezclados entre la Rampa y SH. Un claro ejemplo de ello se encuentra con el individuo 6 que tiene partes esqueléticas tanto en SRA como en SRB. Igualmente, estos estudios recalcan que la mayoría de las fracturas en huesos largos tuvieron lugar después de que quedaron enterrados, por la presión de los sedimentos suprayacentes (Sala, et al., 2015). En síntesis, ni hay una amplia variedad de edades propia de una población humana que expliquen la acumulación, ni hay suficientes fracturas asociadas a eventos naturales y geológicos que demuestren claramente esta hipótesis.

Por otro lado, y desde la perspectiva de Aguirre, el colectivo humano se encontraría en la cueva refugiándose de unas intensas lluvias y ésta se desplomó, ocasionando la muerte simultánea de todos. Las lluvias torrenciales suelen dejar corrientes de fango que, sedimentariamente, se observa de color rojizo por la oxidación y esto se puede observar en la matriz que envuelve los huesos de SH. Asimismo, destaca Aguirre que el fango acumulado pudo arrastrar los cadáveres. Concluyendo, además, que el olor de los cuerpos atraería a los animales, ello explicaría, primero, la presencia de los animales en SH y, segundo, las huellas de mordiscos de carnívoros en ciertos huesos humanos. Si bien es cierto que hay una escasez de niños pequeños, este autor recuerda que los huesos infantiles son “blandos y la carne es tierna” (Aguirre, 2008: 220). Andrews y Fernández-Jalvo (1997) aportaron un estudio tafonómico relacionado a esto último, sugiriendo que los distintos cánidos y felinos actuaron como agentes secundarios en la acumulación de los fósiles, con lo que explicaría la escasez de restos infantiles en SH.

En esta misma línea se encuentra D. Rabadà i Vives (2015), quien, tras revisar meticulosamente la bibliografía sobre la materia, ha concluido que el yacimiento se originó a través de múltiples factores tafonómicos que, combinado con una baja tasa de sedimentación, aportaron eventualmente los cadáveres a SH. Para explicar la muerte de

¹ También conocidos como *aloclastos*, *litoclastos* y *exoclastos*. También conocidos como aloclastos, litoclastos y exoclastos. Son pequeños fragmentos de rocas carbonatas procedentes de un ambiente externo a la sedimentación

los individuos, apunta a que éstos pudieron fallecer como consecuencia de conflictos entre humanos y depredadores por la cavidad (el complejo, Cueva Mayor), por lo que sería normal encontrar cadáveres adultos jóvenes y adolescentes, ya que serían los protagonistas en esta situación. Los carroñeros y los flujos de agua (por las tormentas) obtendrían un papel secundario, pero importante. Esto explicaría las marcas de carnívoros en determinados huesos, el transporte y la dispersión de los fósiles humanos y del único instrumento “hacha de mano” (*Excalibur*) en SH. Este autor subraya que la falta de animales herbívoros pudo deberse a que éstos solo pastaban en llanuras alejadas de la Sima, por lo que una vez cazados, los distintos depredadores solo los transportarían unos pocos metros sin llegar a SH. Finalmente, la cavidad acabaría cerrada por diferentes desprendimientos quedando como única apertura el pozo actual de 13 metros. Y los numerosos osos hallados en el yacimiento habrían caído posteriormente de forma accidental por esta apertura o bien habrían muerto mientras hibernaban.

Esto lleva a la siguiente hipótesis que, aun siendo inverosímil para algunos investigadores debe, al menos, plantearse: caídas accidentales de 28 individuos a través de un eje vertical de 13 metros. Es desconcertante pensar que 28 individuos hayan podido caerse de forma repetida y casi simultánea por una abertura considerable. Esta es la impresión que tiene el equipo de Atapuerca respecto a esta hipótesis.

Las fracturas que tienen varios individuos, sobre todo en los cráneos ([Sala, et al., 2015](#); [Sala, et al., 2016](#)), alejan a esta hipótesis de ser considerada la causante de la muerte de esta población. Estos argumentos se han desarrollado con más detenimiento en la cuarta y última hipótesis, que ha sido la más acogida en general.

La acumulación intencionada como explicación del origen de estos cadáveres resulta la hipótesis más plausible para la mayoría de los científicos del equipo de Atapuerca, quienes consideran que las hipótesis sobre actividades carnívoras y caídas accidentales son muy poco probables y, de hecho, así lo han demostrado con numerosos datos empíricos, si bien no descartan totalmente la muerte por algún evento de tipo catastrófico.

La cuarta hipótesis hace referencia a SH como posible lugar en el que los homínidos depositarían a sus miembros fallecidos. Se basa en una amplia investigación realizada desde la perspectiva forense por N. Sala y colaboradores, quienes

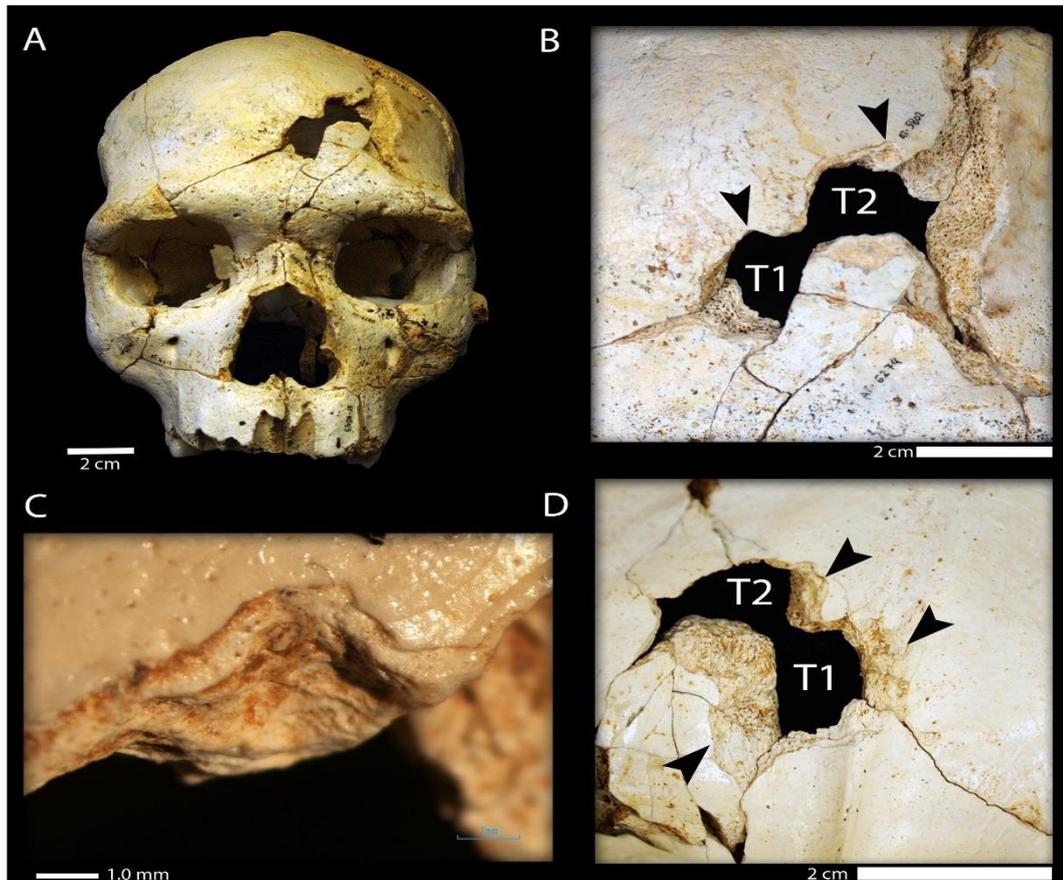
Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

desarrollaron todo un cuadro analítico de las posibles causas de la muerte de un individuo y que fue extrapolado de forma metódica a otros individuos de la Sima de los Huesos, que ha sido difundida en varios artículos (Sala, et al., 2015; Sala, et al., 2016), de reciente publicación. El estudio informa de lesiones traumáticas craneales letales *perimortem* de un individuo, un espécimen muy completo y posiblemente perteneciente a un joven adulto (Cr-17), mediante el empleo de técnicas microscópicas de alta resolución, uso de la tomografía computarizada y reconstrucción (3D).

En primer lugar, los fragmentos que componen Cr-17 mostraron claras fracturas *postmortem* a lo largo de sus bordes, típicas de un patrón de rotura ósea seca. Por otro lado, en la parte izquierda de la escama frontal del cráneo se observó dos fracturas de forma sub rectangular: Trauma 1 (T1) y Trauma 2 (T2). Estas lesiones, uno, no siguen el patrón de rotura ósea seca de los bordes y, dos, tanto T1 como T2 (*Fig. 4*) se encuentran conectados. Y es que, el patrón de traumatismos de T1 y T2 alude a una fuerza contundente *perimortem*, consistente con la penetración en la tabla ósea endocraneal (*Fig. 4*). Este resultado se basa en tres argumentos muy concluyentes:

1. El hueso todavía estaba fresco (es decir, con tejido blando) y las propiedades de las fracturas estaban bien definidas. Por eso se catalogó como *perimortem*.
2. La morfología y las características de las dos fracturas se ajustan a lo denominado como *fracturas de depresión*, ya que, además, no tienen evidencia de curación. Estas fracturas se producen por una concentración de energía lo suficientemente fuerte como para causar una falla local en el hueso, dejando al descubierto fracturas penetrantes y fracturas radiales asociadas.
3. Los contornos y las dimensiones de ambas fracturas “son indistinguibles” y muestran diferentes orientaciones y trayectorias. Esto significa que fueron causadas por el mismo objeto y que cada fractura fue como consecuencia de un impacto independiente (Sala, et al., 2015).

Fig. 4: Fracturas traumáticas del cráneo 17. A). Vista frontal de Cr-17 con los dos traumatismos (T1 y T1). B). Vista ectocraneal de los traumatismos que muestran las dos marcas similares (flechas negras) a lo largo del borde superior de los contornos de la fractura. C). Detalle de la marca en T1 por microscopio óptico. D). Vista endocraneal de T1 y T1 que muestran la delimitación cortical de la tabla interna (flechas negras) (Sala, et al., 2015: 5).



Finalmente, en la presente anualidad, frente a esta última y bien fundamentada hipótesis, acaba de darse a conocer (Egeland, et al., 2018) en la revista *PNAS*, un último estudio que pone en cuestión la principal interpretación del equipo de Atapuerca.

Se trata de un estudio liderado por el paleoantropólogo estadounidense Egeland, en el que analiza un total de 16 casos diferentes (Skhul (Haifa), el Portalón (Atapuerca), Misgrot (Sudáfrica), Dinaledi (Sudáfrica), etc.), además de la Sima de los Huesos (Atapuerca), empleando una metodología basada en algoritmos de máquinas de aprendizaje (como, por ejemplo, MN R: “neuralnet” y “caret”; SVM R: “e1071” y “caret”; C5.0 DTC50, R: “C50” y “caret”; KNN R: “clase” y “knn”, etc.) que simultáneamente crean predicciones (siempre en base a la propia información de los yacimientos). Obtiene como resultado que la distribución de los fósiles de la Sima de los Huesos era semejante a situaciones con un patrón producido por la carroña de

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

animales o por una muerte natural, e interpreta que la acumulación de fósiles en SH puede estar precedida por un motivo natural de tipo causal o, en parte, por el consumo (postdeposicional) de carnívoros que removieron los cuerpos. Esto explicaría la abundancia sesgada para SH (Egeland, et al., 2018).

2.2.2. *El REGISTRO ARQUEOLÓGICO*

En la actualidad, se tiene constancia de más de 6.5000 fósiles humanos en SH (Martín-Torres, Bermúdez de Castro, Gómez-Róbles, Padro-Simón, & Arsuaga, 2012; Sala, et al., 2016). Este dato conlleva varias implicaciones, que aquí se esbozan de forma sintética.

En primer lugar, los fósiles humanos de SH constituyen un 90% del registro paleoantropológico para el Pleistoceno Medio de todo el mundo (Carbonell, et al., 2014), analizados y estudiados en más de 20 años de intensas campañas arqueológicas (Aguirre, 2008).

Entre estos fósiles recuperados cabe destacar un total de 17 cráneos² en diferentes estados de conservación, algunos prácticamente enteros (Arsuaga, et al., 2014); 20 mandíbulas, 4 de ellas enteras; más de 500 dientes; 42 restos de clavículas; 114 restos de escápulas; 645 restos de vértebras y 466 de costillas; 110 restos de húmeros, 65 de cúbitos y 89 de radios; 173 restos de fémures, 20 de rótulas, 89 de tibias y 105 de los peronés; 518 huesos de las manos, compuestas entre 121 del carpo, 93 de los metacarpianos y 304 falanges; 391 huesos de los pies, entre 103 del tarso, 80 de los metatarsianos y 208 falanges; e insólitos huesos como el hioides y huesecillos del oído, entre martillo, yunque y estribo (Anexo: Fig. 2) (Aguirre, 2008; Martín-Torres, et al., 2012; Arsuaga, et al., 2015).

Por otro lado, con este abundante registro fósil se ha podido establecer finalmente un mínimo de 28 individuos (Rosas & Martínez-Maza, 2010; Arsuaga, et al., 2014; Arsuaga, et al., 2015) contemporáneos de diferentes edades y sexos. Esto significa que se trató de una única población biológica (Bermúdez de Castro & Nicolás, 1997; Carretero, Arsuaga, & Lorenzo, 1997; Arsuaga, Martínez, Gracia, & Lorenzo,

² Los 17 cráneos han sido reconstruidos a partir de más de 560 fragmentos óseos. En conjunto, hay más de 1850 fragmentos craneales (Sala, et al., 2016).

1997), siendo además la primera población completa (para esta etapa) de homínidos, susceptible de ser estudiada en numerosos campos analíticos.

Con respecto a las edades de los individuos, los indicadores más fiables se centran en la soldadura de los huesos del cráneo, la fusión entre las diáfisis de los huesos largos de los miembros y las epífisis, y la erupción de los dientes. Así, en SH se ha podido distinguir: un individuo entre 1 y 5 años, nueve adolescentes entre 11 y 15 años, nueve jóvenes entre 16 y 20 años, tres jóvenes adultos entre 21 y 25 años, dos adultos entre 26 y 30 años, un adulto maduro entre 31 y 35 años, y tres que superan los 35 años (Bermúdez de Castro, et al., 2004).

Bajo estas condiciones, en la Sima de los Huesos se ha recuperado una asombrosa cantidad de fauna fósil, de macro y micro (aunque ésta última en menor medida). La fauna corresponde únicamente a carnívoros, ya que, por el momento, no hay constancia alguna de animales ungulados (García & Arsuaga, 2011). Entre estas especies predominan: *Ursus deningeri* (antepasado del “oso de las cavernas” -*Ursus spelaeus*-), *panthera leo cf. fossilis* (león primitivo), *vulpes vulpes* (zorro común o rojo), *lynx pardina spelaea* (antepasado del lince ibérico -*lynx pardina*-), *felis silvestris* (gato montés), *mustela nivalis* o *mustela erminea* (comadreja o armiños, respectivamente), *martes martes* o *martes foinea* (martas o garduñas) y *canis lupus* (lobo) (García, Arsuaga, & Torres, 1997; García & Arsuaga, 2011). Los micromamíferos presentes son: *Allocricetus correzensis*, *Pliomys lenki*, *Clethrionomys acrorhiza*, *Apodemus sylvaticus*, *Eliomys quercinus*, *Microtus sp.*, *Miniopterus schreibersi*, *Myotis sp.*, *Rhinolophus sp.* y *Lagomorpha indet* (Cuenca-Bescós, Laplana Conesa, Canudo, & Arsuaga, 1997; García & Arsuaga, 2011).

La recuperación de esta muestra de macrofauna y microfauna, junto con análisis micromorfológicos han posibilitado una reconstrucción aproximada de las condiciones paleoambientales de la Sima de los Huesos, que han sido interpretadas como propias de un “ecosistema altamente productivo” (García & Arsuaga, 2011: 1417).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

3. RESULTADOS

El conjunto bioantropológico de SH, recuperado en la unidad litoestratigráfica LU-6, supera actualmente los 6.800 restos fósiles de todas las partes esqueléticas, que corresponden al menos a 28 individuos, de distinto sexo y edad.

A partir de los numerosos estudios especializados, se describen las características morfológicas de esta población, en sus principales aspectos, con la finalidad de aproximarnos al paradigma de su filogenia y de los neandertales.

3.1. ANATOMÍA CRANEAL

Los restos craneales de SH ascienden a 1850 fragmentos. Han podido reconstruirse hasta 17 cráneos, correspondientes a: 9 adultos, 3 adolescentes tardíos y 5 inmaduros (entre completos e incompletos). Además de ello, se cuenta con numerosos restos aislados que, por el momento, no han podido ser asociados, pero que pertenecen a todas las partes del cráneo.

En primer lugar, las paredes craneales de la Sima de los Huesos se caracterizan por una densidad gruesa, junto con prominencias sagitales (tanto en las paredes frontales como en las parietales). Si bien en la mayoría de los especímenes no se percibe un toro angular, éste sí es observado para el cráneo 4 y es muy notable en el cráneo 5.

Con respecto al neurocráneo, hay que destacar dos cuestiones. La forma no es tan prolongada como en los neandertales. Carecen de protuberancia occipital y del aplanamiento lamboidal de los neandertales y humanos modernos. Y, por otro lado, la anchura máxima se encuentra en la parte inferior del cráneo, a nivel de las crestas mastoideas, con lo que, en norma posterior, poseen un contorno con forma pentagonal bajo (Arsuaga, et al., 2014). Este rasgo es significativamente primitivo, que para el caso de los neandertales suelen tener un contorno posterior redondeado, mientras que los humanos modernos tienen un contorno pentagonal alto (Carbonell, et al., 2008).

El hueso temporal es persistente y se caracteriza por tener una escama temporal alta y arqueada. Este rasgo también se puede observar en otros especímenes del Pleistoceno Medio de Europa: Steinheim, Petralona, Reinlingen, Ehringsdorf, y de África: Broken Hill. También, de poblaciones modernas. Por otra parte, hay que señalar que este rasgo los distingue claramente de *Homo erectus*.

Las apófisis mastoides de los individuos adultos se hallan bien desarrolladas (robustamente), y se proyectan por debajo de la base del cráneo, entretanto los neandertales clásicos se caracterizan por presentar adultos con mastoides poco proyectados (Martínez, et al., 1995; Arsuaga, et al., 2014).

La morfología occipital de la muestra craneal de SH es uniforme; el torus occipital es recto, disminuyendo adyacentemente hacia el asterion. Sobre el torus occipital, en su parte central, se halla una superficie ovalada e irregular, rugosa y/o porosa, más o menos plana, pero no deprimida (Arsuaga, et al., 2014).

En relación con el hueso temporal, el torus supraorbitario se presenta homogéneo en toda la muestra, con los segmentos glabellar, orbital y lateral fusionados.

Con respecto a los huesos nasales, éstos se hallan orientados horizontalmente, sus bordes inferiores son primitivos, ya que están proyectados y no presentan el borde afilado de los neandertales; por otro lado, el ángulo facial transversal en el subespinal (ángulos zigomaxilares) indica un marcado prognatismo mesofacial, un rasgo que no tiene el cráneo 6 y que es derivado de los neandertales. Además, la raíz nasal no está deprimida como ocurre en los neandertales y en Bilzingsleben (Martínez, et al., 1995; Arsuaga, et al., 2014).

Los estudios sobre el esqueleto facial se han centrado, sobre todo, en los cráneos 5, 6, 9, 15 y 17 (Fig. 5), ya que son estos individuos los que poseen esta región craneal completa.

Si se realiza una comparación tanto del tamaño del neurocráneo como del esqueleto facial entre el cráneo 5 y los neandertales, resulta ser más acusado y más grande, respectivamente, para el espécimen de SH. Este prognatismo facial es un rasgo primitivo, que tampoco se halla, por ejemplo, muy marcado en Petralona. El individuo 5 también presenta un prognatismo mesofacial elevado, pero este rasgo sí es similar al de los neandertales; además, presenta huesos nasales anchos y alargados (Arsuaga, et al., 2014). La placa infraorbitaria es ligeramente cóncava, cuyo borde inferior es curvado y recto, mientras que en los neandertales la placa es plana con un borde inferior recto (Aguirre, 2008).

Por último, la ausencia de una fosa canina es persistente entre los neandertales, y si bien el fragmento AT-404 sí la presenta, otros individuos de SH como los cráneos 5 y 6

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

no tienen fosa canina, una característica que es similar a Petralona y Arago 21 (Martínez, et al., 1995; Arsuaga, et al., 2014).

Fig. 5: Parte izquierda: cráneo 9, parte superior derecha: cráneo 15, parte inferior: cráneo 17 (Arsuaga, et al., 2014).



3.1.1. ANATOMÍA DENTARIA

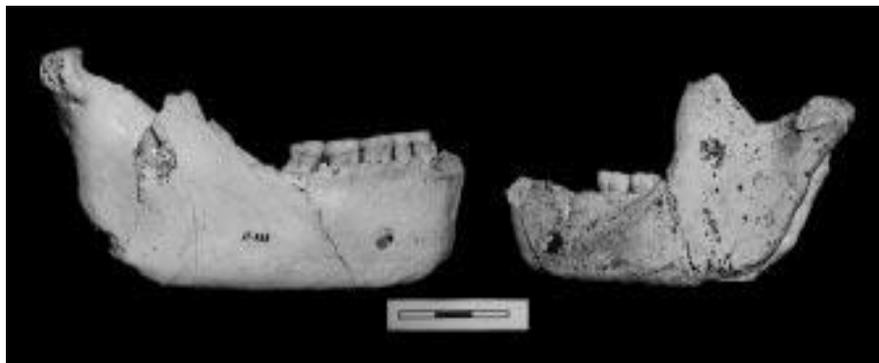
Morfológicamente, la muestra dental de la Sima de los Huesos destaca por un tamaño reducido tanto de sus premolares como de sus molares. A grandes rasgos, las dimensiones de los dientes mandibulares posteriores (P4-M3) son semejantes a las de los humanos modernos, esto no sucede con los incisivos inferiores y superiores, con los caninos y con los primeros premolares que son más parecidos a los de los neandertales del Pleistoceno Superior (Bermúdez de Castro, et al., 2018).

En los distintos análisis se observan incisivos superiores en pala, caninos con cíngulos gruesos, raíces en premolares inferiores (compartido con poblaciones modernas), premolares no molariformes, taurodontismo radicular (compartido con los neandertales), y molares decrecientes en toda su base, tanto en el largo (compartido con los neandertales) como en el ancho (compartido con poblaciones modernas) (Martínez, et al., 1995; Bermúdez de Castro, et al., 2018).

3.1.2. ANATOMÍA MANDIBULAR

En el plano morfológico, la muestra mandibular presenta una relativa variabilidad en cuanto a las dimensiones (*Fig. 6*), ya que algunas se caracterizan por su robustez, mientras que otras lo hacen por su tamaño intermedio e, inclusive, reducido. Con todo, el cuerpo mandibular se presenta bajo, con un borde inferior ancho, plano y con un acusado reborde. Por otro lado, las ramas ascendentes son más bien largas, medianas y con el borde superior ligeramente estrecho. Por último, los homínidos de SH presentan el foramen mandibular a la altura del primer molar, además, muchos de estos individuos exhiben un espacio retromolar, común en los neandertales. También carecen de mentón, típico en estas poblaciones pretéritas ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

Fig. 6: Visión lateral de las mandíbulas de los individuos XIX (derecha) y XXI (izquierda). La diferencia del tamaño es propia de un marcado dimorfismo sexual ([Bermúdez de Castro, et al., 1997](#)).



3.2. ANATOMÍA POSTCRANEAL

El esqueleto postcraneal de la población de la Sima de los Huesos representa más del 70% del registro mundial para esta etapa ([Martínez, et al., 1995](#)). Se han podido distinguir 4 grandes segmentos anatómicos: columna vertebral, tórax, miembro superior y miembro inferior.

La columna vertebral de SH comparte rasgos con los humanos modernos y, en mayor medida, con los neandertales. Las vértebras de SH son semejantes a la de los humanos modernos en relación con el tamaño, así se ha podido observar en las lumbares L3 y L5 que se presentan como muy largas (*Anexo fig. 3*). El atlas también muestra un conducto medular largo, aunque en los axis éstos son cortos. Por último, en SH el eje se encuentra craneocaudalmente bajo y hallan una reducida lordosis lumbar (columna

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

lumbar menos curvada), un rasgo derivado compartido con los neandertales ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

Con respecto al tórax, se ha de recalcar que la muestra es pequeña debido a la fragilidad que presentan los huesos de este segmento anatómico. Con todo, se ha recuperado la primera y la segunda costilla, aunque ésta última está incompleta. El tamaño dorsoventral de la primera costilla es más grande que la de los humanos modernos y de los neandertales. En conjunto, ambas piezas dejan entrever que la población de SH poseían un esqueleto costal más grande que los humanos modernos, en relación con su estatura ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

Por su parte, el segmento miembro superior está integrado sobre todo por la cintura escapular (clavícula y escápula), el antebrazo (ulna o cúbito y radio), el brazo (húmero) y la mano (carpo, metacarpo y falange).

En primer lugar, los fragmentos de clavículas poseen rasgos homogéneos y propios: una acusada curvatura de tipo II en el plano coronal (en forma de *s*, diferente a la de los humanos actuales), sobresaliente longitud (mayor que la de los humanos actuales), fuste comprimido de modo anteroposterior con sección ovoide ([Arsuaga, et al., 2015](#)). Además, la diáfisis se encuentra aplanada craneocaudalmente en su región central. Con respecto a las escápulas, se ha destacado dos cuestiones. En primer lugar, se conserva el borde lateral y con ello se ha podido observar la posición del surco axilar; en SH, por ejemplo, la muestra AT-320 ([Martínez, et al., 1995](#)), esta posición es dorsal, un rasgo compartido con la mayoría de los neandertales, y no así con los humanos modernos que presentan una posición ventral. En segundo lugar, la cavidad glenoidea se presenta estrecha y larga (índice glenoideo bajo) en comparación con las poblaciones humanas actuales. y es común entre los neandertales ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

Por otro lado, el registro fósil para el Pleistoceno Medio cuenta con una muestra reducida de huesos largos. No obstante, en un reciente estudio de Laura et al. ([2016](#)) se han examinado hasta 89 ejemplares de radios. En este trabajo se han observado características morfológicas distintivas con respecto a los humanos modernos y que, a su vez, los asemeja con los neandertales. En comparación con los humanos modernos, los radios de SH presentan unos ejes bastante curvos y unos cuellos fuertemente largos (*Anexo fig. 4*), así como cabezas radiales anteroposteriores (AP) expandidas, unas características que son semejantes a las de los neandertales. También exhiben una

cabeza radial muy ovalada, que es similar a la de los neandertales. Tanto los humanos modernos como los neandertales comparten, en términos relativos, un índice de robusticidad medio (definido como circunferencia del cuello vs longitud del cuello); no obstante, en SH este índice es ligeramente diferente, cuya característica es más bien grácil, por lo que no entrarían en la categoría de “robustez”. Si bien es cierto que no hay diferencias notables en cuanto a la forma de las epífisis distales entre humanos modernos, neandertales y SH, éstos dos últimos comparten una epífisis distal más comprimida anteroposteriormente. Sin embargo, los radios de SH manifiestan una gran flexibilidad general que no es compartida con los neandertales, además el diámetro mediolateral (ML) del cuello de la muestra de SH es más grande que la de los neandertales. Así, la diferencia más notoria entre SH y neandertales viene ser la alta frecuencia de una tuberosidad radial orientada anteriormente (Rodríguez, et al., 2016).

En cuanto a los cúbitos de SH, éstos presentan un patrón morfológico similar al de los neandertales, y diferente de los humanos modernos. A grandes rasgos, este patrón, según Arsuaga et al. (2015) se caracteriza por poseer un desarrollo ancho del olécranon, que son las apófisis de la parte superior del cúbito; una orientación anterior de la escotadura troclear de las epífisis proximales; una incisura radial o cavidad sigmoidea menor extendida verticalmente; una cresta redondeada y una diáfisis grácil y pronunciada AP y una curvatura del eje ML. A partir de futuros estudios con mayor profundidad en referencia al cúbito, se obtendrá más información sobre las características de los radios, que, a su vez, ayudarán a obtener una mejor visión de conjunto sobre las funciones y características morfológicas del antebrazo. A pesar de todo, se ha estimado que ambas poblaciones de SH y de neandertales, pudieron compartir rasgos funcionales en esta región anatómica (Rodríguez, et al., 2016).

Los húmeros de SH denotan el mismo patrón que los cúbitos. Es decir, morfológicamente se acercan a los neandertales, pero los diferencia singularmente de los humanos modernos. Ostentan una cabeza humeral transversalmente oval; una tuberosidad deltoidea estrecha con dos crestas musculares; por otro lado, la diáfisis cortical se manifiesta gruesa; la fosa del olécranon es más bien ancha y profunda junto con un pilar distal medial relativamente más estrecho, así como una tróclea poco profunda con un borde lateral menos prominente (Arsuaga, et al., 2015).

Las consideraciones a las que han llegado los investigadores respecto a la morfología de la mano vienen a indicar similitudes con neandertales y poblaciones

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

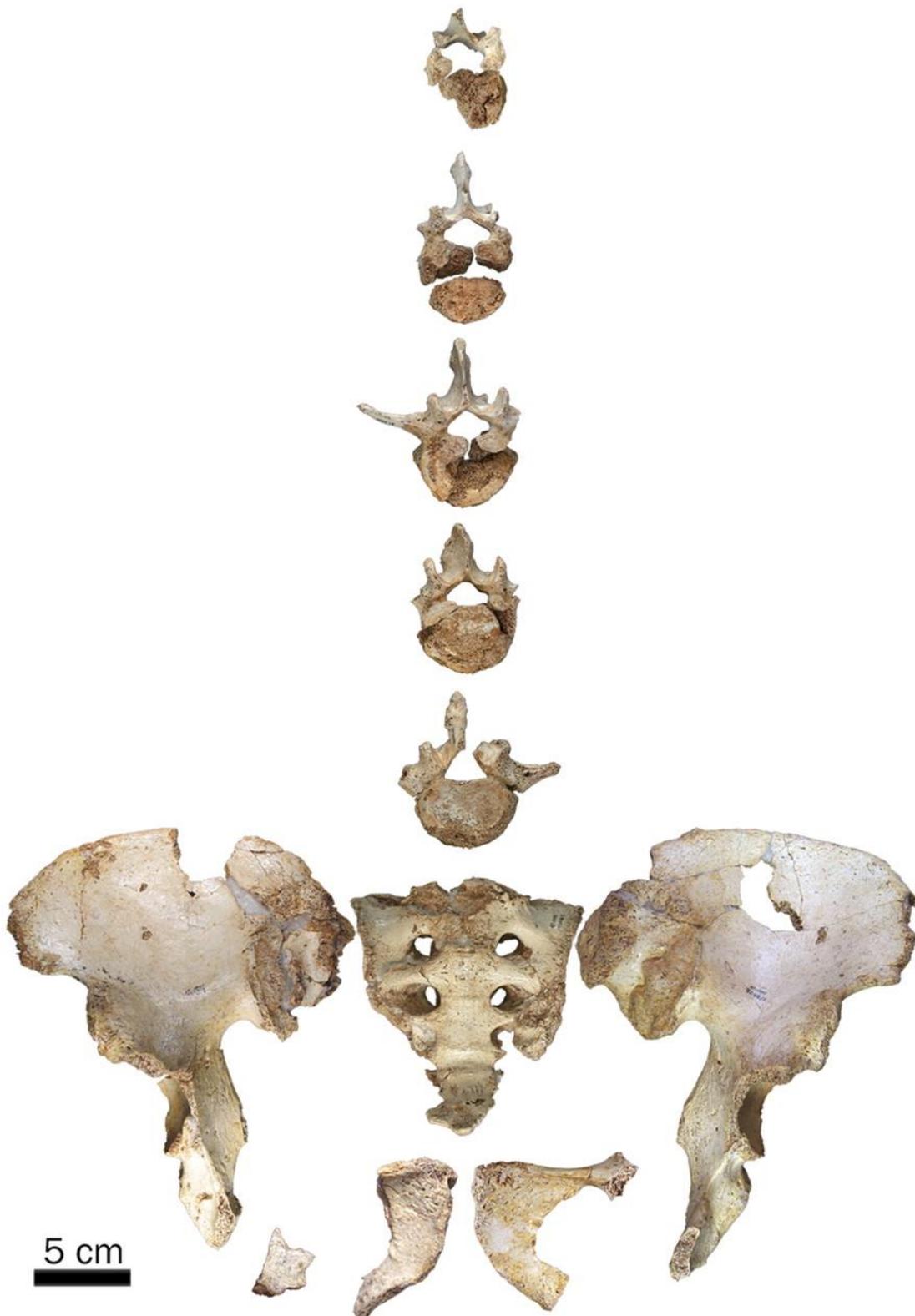
humanas actuales. Esta morfología exhibe una fuerte capacidad de agarre y precisión, debido, en parte, a la robustez del pulgar y a la musculatura flexora bien desarrollada. En general, sus rasgos más característicos son los siguientes: alta movilidad del primer metacarpiano (MC1) (*Anexo: fig. 5*); alta capacidad para la rotación del segundo metacarpiano (MC2); pulgares robustos; en términos relativos, falanges proximales cortas y falanges distales largas con tuberosidades distales expandidas; hueso piramidal en “forma de guisante” (*pea-shaped*); hueso semilunar corto y hueso piramidal ancho ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

Finalmente, en lo que se refiere al segmento miembro inferior, éste se constituye principalmente por la cintura pélvica o pelvis (coxal y sacro), el muslo (fémur y rótula), la pierna (tibia y peroné) y el pie (falanges, metatarsianos y tarsos).

En la Sima de los Huesos se ha recuperado una abundante cantidad de restos óseos relacionados con la cintura, en la que cabe destacar una pelvis completa (*Fig. 7*),³ en buen estado de conservación ([Bonmatí, et al., 2010](#)). Esta amplia muestra es lo que ha permitido caracterizar esencialmente las pelvis de SH. Poseen grandes dimensiones generales con una marcada robusticidad, son altas, de forma elíptica, y expandidas AP; el sacro es notablemente ancho; y presentan ramas púbicas superiores delgadas y rectangulares (en forma de placa). Toda una serie de características que los diferencia, en menor medida, de los neandertales, y notoriamente de los rasgos presentes en los humanos modernos; y que, según los investigadores, pudieron ser rasgos plesiomórficos del género *Homo* ([Arsuaga, et al., 2015](#)). Independientemente del sexo, los humanos de la Sima de los Huesos ostentarían unas caderas muy anchas y que, además, estarían acompañadas de fuertes inserciones musculares reflejando, por tanto, una gran robustez en las piernas ([Aguirre, 2008](#)).

³ Pelvis 1, denominada coloquialmente como Elvis ([Bonmatí, et al., 2010](#)).

Fig. 7: Pelvis 1. Pelvis casi completa junto con la columna lumbar (Bonmatí, et al., 2010).



Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Los resultados obtenidos de los análisis de los fémures de SH (*Anexo: fig. 5*) tienen la misma correlación que para el caso de las pelvis: un patrón morfológico plesiomórfico presente en la mayoría de los especímenes más arcaicos del género *Homo*. A grandes rasgos, este patrón presenta un cuello AP relativamente largo y aplastado, un eje proximal ensanchado, un ángulo del fémur bajo, así como grandes crestas glúteas, fosas *hipotrocantéricas*⁴ bien desarrolladas y un hueso cortical mucho más grueso que en los humanos modernos. Por el contrario, las tibia de SH sí que conservan rasgos morfológicos compartidos con los neandertales: un gran ángulo de retroversión de la epífisis proximal y superficies articulares proximales y distales planas. También se ha observado la presencia de hipertrofia moderada del maléolo medial y de facetas en cuclillas⁵, que se han relacionado con una hiper dorsiflexión⁶ de la articulación del tobillo. Esto se encuadra con una acusada robustez del peroné ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

En último término y en referencia a la anatomía del pie, cabe mencionar que en SH la faceta peronea, de los tarsos, es más ancha que la de los neandertales y humanos modernos, no obstante, la cabeza del astrágalo es más estrecha en la Sima (*Anexo: fig. 5*). La tróclea de SH se presenta como ancha al igual que en los neandertales, por su parte los humanos modernos poseen una tróclea más reducida y en forma de cuña; además, debido a que los individuos de SH muestran una tróclea relativamente alta, ostentan una gran articulación del tobillo (flexión dorsal y plantar). Por otro lado, tanto la población de SH como los neandertales poseen unos calcáneos anchos con una plataforma del astrágalo proyectada⁷ y un tubérculo largo. Con respecto a los metatarsos, si bien comparten similitudes entre neandertales, SH y humanos modernos, esto no sucede con los MTIII-V (metatarsianos laterales) porque su base es más amplia en SH y que es compartido con los neandertales. Finalmente, las falanges proximales de SH denotan hipertrofia del eje, así como una tuberosidad distal expandida en la falange distal del pulgar, igual que en los neandertales ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

⁴ En inglés *hypotrochanteric fossae*: representa un surco en el sitio de la inserción del *gluteus maximus* de la diáfisis femoral (Hrdlička, 1934).

⁵ En un 25% de los especímenes adultos ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

⁶ *Dorsiflexión*: movimiento que reduce el ángulo formado entre las piernas y los pies. Es decir, se trata una flexión dorsal del tobillo que para los individuos de SH está muy avanzada. (Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Dorsiflexi%C3%B3n> -13/06/2018).

⁷ Este rasgo se encuentra más proyectado en SH que en los neandertales ([Arsuaga, et al., 2015](#)).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se esboza un esquema descriptivo y explicativo sobre la población humana de la Sima de los Huesos y su encaje dentro del modelo evolutivo europeo del género *Homo* durante el Pleistoceno Medio, específicamente en relación con la filogenia de los neandertales.

4.1. CARACTERÍSTICAS CORPORALES

Las características morfológicas de los homínidos de SH se han podido agrupar en dos grandes categorías: rasgos plesiomórficos (no presentes en los neandertales) y rasgos apomórficos (rasgos derivados neandertales). Cada uno responde a unos valores muy específicos que se pueden relacionar con otros grupos humanos (Arsuaga, et al., 2000; Arsuaga, et al., 2014).

A los rasgos plesiomórficos se les conoce comúnmente como primitivos. Son caracteres compartidos provenientes de un antepasado común. Por su parte, los rasgos apomórficos aluden a estados derivados. Son rasgos evolucionados, que proceden de otros rasgos provenientes de un taxón ancestral filogenéticamente próximo (Morrone, 2000).

Conjuntamente, son muy útiles para definir y determinar una especie fósil. Con el primero se puede averiguar si los fósiles proceden de una misma rama o de otra, pero no puede indicar el grado de parentesco entre los distintos fósiles. Son los rasgos derivados compartidos los que pueden informar de una relación próxima entre distintos grupos (Cervera, et al., 1999).

Como se ha podido observar en los Resultados, la población de Sima de los Huesos posee rasgos derivados y particulares, así como rasgos compartidos con otras poblaciones humanas pasadas.

Entre los *rasgos primitivos* destacan principalmente:

- La arquitectura general del cráneo: los cráneos se presentan bajos, a nivel del hueso temporal, son muy espesos (engrosamientos sagitales y angulares). La morfología del occipital es diferente a la de los neandertales, caracterizados por el torus deprimido en la zona media y proyectado bilateralmente; asimismo, presentan una zona deprimida y de base irregular por encima del torus, denominada fosa suprainiacia.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

- La región facial está altamente desarrollada respecto al neurocráneo, presenta una frente huidiza acompañada de un torus supraorbitario. La morfología general del hueso temporal y la del borde nasal son rasgos primitivos (Arsuaga, et al., 2014).

- La arquitectura mandibular y determinadas partes dentales: en primer lugar, no hay mentón en la zona de la barbilla y, en segundo lugar, los dientes de SH muestran grados y frecuencias más pronunciados que los neandertales; además, presentan una reducción dental derivada en los segundos molares inferiores en comparación con los neandertales (Hanegraef, et al., 2018).

Con respecto a los *caracteres evolucionados*, que son de tipo neandertal, son valorados como un estado incipiente, ya que no presentan la morfología neandertal plena:

- El torus occipital dispone de una zona aplanada del contorno subcircular, lo que viene a anticipar la característica fosa suprainiacia de los neandertales (Arsuaga, et al., 2014).

o La configuración de los occipitales de los fósiles de la Sima de los Huesos se encuentra en una posición intermedia entre los occipitales de Vértesszöllös, Petralona y Steinheim y la que se aprecia, por ejemplo, en Swanscombe, Reinlingen y La Chaise Suard. Tan solo en el cráneo 4 se observa una cresta occipital externa entre las líneas nucales superior e inferior (Martínez, et al., 1995; Arsuaga, et al., 2014).

- La morfología del torus supraorbitario no se encuentra deprimido en su región central (Arsuaga, et al., 2014).

- La morfología del laberinto óseo del oído interno (*Anexo: fig. 6*) de 14 individuos manifiesta un patrón derivado sobre el canal semicircular (en tamaño y forma), típico del clado neandertal (Quam, Lorenzo, Martínez, Gracia-Téllez, & Arsuaga, 2016).

- La región de la base del cráneo donde se articula la mandíbula también presenta la característica morfología neandertal, así como en la proyección de la cara media (Arsuaga, et al., 2014).

○ En este sentido, en el cráneo se aprecia una serie de signos que ilustran un lenguaje comunicativo. Con respecto al lenguaje, hay que tener presente los factores por los cuales pueden manifestarse los mecanismos para una capacidad de comunicación determinada. En este sistema interviene la fuente de información y el destinatario (siendo el cerebro el encargado de formular el mensaje), el transmisor (las áreas superiores del cerebro), el canal con el aire (vías aéreas para la transmisión del mensaje) y el receptor (el oído). *A priori*, analizar los elementos anatómicos que están involucrados en el sistema comunicativo puede resultar una tarea casi imposible, no obstante, a través del análisis de los moldes endocraneales⁸ y, sobre todo, de los huesos hioides⁹ se puede establecer que varios ejemplares de la Sima de los Huesos ostentaron un patrón auditivo muy semejante al de las poblaciones modernas.

Este resultado indica que el oído de los humanos de la Sima de los Huesos era capaz de conducir la misma cantidad de información acústica por unidad de tiempo que el oído de las poblaciones humanas modernas y que por tanto estaba adaptado a un tipo de comunicación oral tan eficiente como la nuestra (Martínez & Arsuaga, 2009: 13).

- A pesar de ciertos rasgos distintivos, las mandíbulas y los dientes de SH presentan un patrón derivado de los neandertales.

○ Los estudios morfométricos de los dientes son muy taxativos, afirmando que éstos poseen rasgos propios de los neandertales y/o de los sapiens, y ponen como ejemplo los M1 superior. Esta circunstancia la corroborarían los diversos yacimientos que comparten cronología con SH, ya que sus muestras dentales no tienen semejanza con la Sima de los Huesos (Martinón-Torres, et al., 2013). En esta misma línea se encuentra un estudio (Martínez de Pinillos, Martinón-Torres, Martín-Francés, Arsuaga, & Bermúdez de Castro, 2017), en el que se concluye que los M1 inferior de SH tienen similitudes con la de los neandertales.

- La cavidad glenoidea también es un rasgo derivado de los neandertales (Arsuaga, et al., 2014).

⁸ Con los moldes endocraneales (*Anexo: fig. 11*) se puede establecer el índice de encefalización, ya que resulta plausible que el aumento del tamaño cerebral influya proporcionalmente en la eficiencia de la comunicación. Además, ayudan a reconstruir virtualmente las áreas de Broca y Wernicke, áreas que están directamente relacionadas con la ejecución y comprensión del lenguaje (Martínez y Arsuaga, 2009)

⁹ Los huesos hioides de SH son de tipo humano moderno (Ibidem).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

En definitiva, los fósiles de la Sima de los Huesos presentan rasgos derivados de los neandertales, que se resumen en la morfología occipital, del torus supraorbitario, de la base del cráneo, junto con características faciales, dentales, mandibulares y glenoides. Del mismo modo, la bóveda craneal muestra un conjunto de rasgos primitivos (incipientes) que no están presentes en los neandertales.

4.2. ESTUDIOS GENÉTICOS

Nuevos estudios propiciados por los avances tecnológicos y por la aparición, casi constante, de nuevos fósiles han encaminado de manera específica la filogenia de la Sima de los Huesos.

Arsuaga et al. (2014) presentaron un estudio en el que se manifestaba que la Sima de los Huesos no podía seguir formando parte *Homo heidelbergensis*, principalmente por dos motivos. En primer lugar, por falta de características craneales como las que se observa en otros fósiles del Pleistoceno Medio (véase, Ceprano y Arago). Y, por las evidentes diferencias entre las mandíbulas de Mauer (el holotipo de *Homo heidelbergensis*) y SH.

Esta idea quedó refrendada sobre todo por dos recientes estudios genéticos, en relación con el ADN humano. El primer estudio, de Meyer et al. (2014), analizó el ADN mitocondrial (ADNmt) de varios restos (dientes y huesos largos) de SH. Concretamente, el equipo se centró en un fémur (F. XIII; *Anexo: fig. 7*) que había sido recuperado en tres momentos¹⁰. El resultado obtenido por las secuencias aisladas del ADNmt indicó similitudes muy próximas entre la Sima de los Huesos y el grupo de los Denisovanos¹¹. Esto generó una inicial confusión interpretativa ya que los homínidos de SH mostraban características morfológicas con los neandertales, pero el resultado los agrupaba con los denisovanos¹², es decir, los alejaba aparentemente de los neandertales.

Ahora bien, el ADNmt revelaba sola una parte del genoma humano, que era heredado de la madre, por lo que fue necesario llevar a cabo un análisis genético mucho más profundo. De esta manera, el mismo equipo de investigadores volvió a analizar el

¹⁰ El primer fragmento óseo se recuperó en 1994 y en 1999 se recuperaron otros dos fragmentos (Meyer, et al., 2014).

¹¹ Grupo arcaico hallados en el sur Siberia e interpretado como un grupo hermano de los neandertales (Ibídem).

¹² El ADN de los denisovanos se recuperó de una falange manual y de un molar, en 2010 (Ibídem).

genoma de SH en un segundo estudio. En esta ocasión la información fue obtenida del núcleo celular (ADN nuclear) del fémur AT-5431 y de un incisivo de SH, el genoma del Neandertal de Altai, una falange del homínido de Denisova, y el genoma de un individuo actual de África. Consecuentemente, las muestras de SH mostraron que, efectivamente, pertenecían al linaje neandertal; por lo que los investigadores interpretaron que los homínidos de la Sima pudieron ser neandertales arcaicos o bien estuvieron ligados con los antepasados de los neandertales.

Este antagonismo entre el ADN mitocondrial y el ADN nuclear ha sugerido que los homínidos de SH portaron dos linajes diferentes de ADNmt, o incluso que los denisovanos y el grupo de la Sima de los Huesos pudieron compartir un ancestro común. Otra posibilidad que se maneja es que el ADNmt de los neandertales del Pleistoceno Superior haya sido adquirido por estas poblaciones tempranas (Meyer, et al., 2016).

Este panorama deja entrever un enfoque mucho más complejo de la evolución humana, que se acentuó aún más con la aparición de nuevos fósiles humanos, como por ejemplo, el cráneo de Aroeira 3¹³, en Portugal.

La población de la Sima de los Huesos presenta características morfológicas que denota un modelo cladogenético, en el que se reconoce un clado¹⁴ neandertal y que, a su vez, una de sus ramas estaría ligada por los homínidos de SH. Para algunos autores, durante el Pleistoceno Medio europeo existieron dos (o más) linajes diferentes de homínidos. Uno de estos linajes estaría marcado por la presencia de la Sima de los Huesos, Swanscombe, Steinheim o Pontnewydd, cada uno con rasgos derivados de los neandertales. En otro linaje estarían: Mauer, Petralona, Aroeira y, quizás, Bilzingsleben o Verteszolles, en este caso con unos rasgos neandertales menos marcados (Bermúdez de Castro, et al., 2018).

Taxonómicamente, la Sima de los Huesos presenta rasgos de *Homo neanderthalensis*, de hecho, se diferencian notablemente de otros especímenes europeos clasificados como *Homo heidelbergensis* (Mauer, Arago o Steinheim). Esto ha sido suficiente para que algunos investigadores, como Hublin y Roebroeks, hayan propuesto

¹³ Aroeira 3 presenta rasgos craneales similares a los de SH, Arago y Ceprano (Bermúdez de Castro, et al., 2018).

¹⁴ En la filogenética, se trata de una agrupación que contienen un antepasado común y sus descendientes. (Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Clado> -19/06/2018).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

que la población de la Sima de los Huesos se incluya dentro del hipodigma¹⁵ de los neandertales, como un miembro primitivo del linaje neandertal.

Ahora bien, en otro estudio se ha dejado claro que existen diferencias dentales (véase, los molares inferiores) entre SH y los neandertales. Por lo tanto y a modo de resumen, a la Sima de los Huesos se le pretende considerar como un “taxón hermano” separado de los neandertales, es decir, una subespecie de los neandertales. En cualquier caso, parece que la especie *Homo neanderthalensis* fue mucho más amplia y variable, en contraposición a la clásica imagen que se tenía de este grupo (Hanegraef, et al., 2018).

En relación con el origen de los neandertales, se han barajado recientemente dos hipótesis diferentes. La primera hipótesis, conocida como el modelo o proceso de acreción, está realizada por Hublin (2009). Esta hipótesis alude a una manifestación gradual de características neandertales las cuales desembocarían en las características esenciales de los neandertales clásicos del Pleistoceno Superior. Asimismo, las adaptaciones climáticas propias de la época pudieron influir en un aislamiento genético (parcial o completo), y que daría lugar a frecuentes cuellos de botella genética. Esto, junto con la deriva genética habrían propiciado una escasa variabilidad genética y morfológica en las poblaciones europeas, consiguiendo inclusive extinciones locales.

Por otro lado, A. Rosas mantenía un modelo más “cuántico” articulado en dos fases. Una primera fase inicial pronunciada por un aumento del tamaño corporal, robusticidad postcraneal y prognatismo medial. La segunda fase, de finales del Pleistoceno Medio, estaría caracterizada por una modificación de la estructura craneal. Sin embargo, esta hipótesis debiera presentar datos geocronológicos que la sustenten y que, por supuesto, explicasen la alta variabilidad morfológica de las poblaciones europeas contemporáneas del Pleistoceno Medio (Bermúdez de Castro, et al., 2018).

Para Bermúdez de Castro et al. (2018) el origen del grupo neandertal se encontraría en el sudoeste asiático. A partir de aquí se observarían constantes discontinuidades entre las poblaciones europeas del Pleistoceno Inferior y Medio. De esta forma, las poblaciones europeas más antiguas conservarían rasgos plesiomórficos, mientras que los grupos humanos más recientes tendrían más afinidad con los rasgos

¹⁵ Hace referencia al espécimen que abarca y designada a una especie. (Fuente: <https://afanporsaber.com/glossary/hipodigma-hypodigm#.WzBs>YouDIU> -20/06/2018).

tradicionales de los neandertales. En este proceso habría jugado un papel importante aspectos como la deriva genética o la propia hibridación.

4.3. EXPRESIONES DE COMPORTAMIENTO HUMANO

La magnitud del registro fósil de Sima de los Huesos y la gran cantidad de estudios especializados de que ha sido objeto han permitido obtener ciertos indicios relativos a comportamientos humanos concretos en esta población.

-Se trata, en primer lugar, de la detección de episodios de violencia interpersonal a través de las evidencias identificadas a lo largo de los estudios forenses practicados en 17 cráneos.

Concretamente, el análisis del Cr -17 indica que las fracturas (T1 y T2) fueron fruto de una violencia letal de tipo interpersonal. Las lesiones se encuentran muy localizadas, penetraron la barrera hueso-cerebro y, además, presentan una ausencia de curación, por lo que lo más probable es que el individuo (Cr-17) no haya sobrevivido a los traumatismos producidos en el cráneo. Los investigadores entienden que se produjeron golpes intencionales y repetidos, efectuados con un objeto de tamaño y forma estandarizados en un acto de violencia interpersonal. Concluyen que lo más probable es que este individuo llegase muerto a la Sima de los Huesos, y que fue arrojado por otros humanos a la cavidad (Sala, et al., 2015).

Con la finalidad de averiguar si se trataba de un caso aislado o era algo más reiterado, se realizó otro estudio (Sala, et al., 2016) destinado a analizar la(s) causa(s) de la muerte de otros individuos. Se evaluaron las fracturas que presentaban los huesos de la bóveda craneal de los 17 individuos (*Anexo: fig. 8*), analizándose para ello: el tipo, la trayectoria y el ángulo de las fracturas, así como la presencia/ausencia de la delaminación cortical.

Los individuos Cr-3, Cr-5, Cr-7, Cr-9 (*Anexo: fig. 9*), Cr-11, Cr-13 y Cr-14 presentan evidencia de fracturas *perimortem* deprimidas y no hay evidencia de curación. No obstante, y apoyándose, una vez más, en los criterios forenses, solo en Cr-5 y Cr-11 se han hallado traumatismos de tipo intencional. Para otros individuos, como Cr-3, Cr-7, Cr-9, Cr-13 y Cr-14, aún no está totalmente clara la causa, planteándose que pudieron haber sufrido una caída libre por el pozo vertical (en vivo o una vez muertos), o haber recibido golpes intencionales originados por actos de violencia (Sala, et al., 2016).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

En el registro fósil humano paleolítico se tiene constancia de muy pocos casos claros de violencia interpersonal, sobre todo en neandertales, como el caso de Shanidar 3, un varón muy anciano (de entre 40 y 50 años), que presenta una lesión (*antemortem*) contundente en la novena costilla izquierda. Concluyéndose tras su análisis que probablemente el individuo recibió un impacto letal producido con un arma de proyectil de largo alcance y peso ligero, aunque no se descarta totalmente la herida accidental. Un segundo caso, el de St. Césaire 1 (un esqueleto neandertal) presenta una lesión curada en el cráneo, que es interpretada como consecuencia de un acto de violencia interpersonal producida por un arma (Churchill, Franciscus, McKean-Peraza, Daniel, & Warren, 2009). En este mismo sentido se incluye el humano moderno de Sunghir 1, si bien no se descarta la muerte por un accidente de caza, se cree que lo más probable es que este individuo haya muerto por un traumatismo en la primera vértebra torácica, posiblemente causada por una cuchilla afilada o por el impacto de una punta de flecha (Trinkaus & Buzhilova, 2012). Cabe señalar que los distintos investigadores no han podido descartar totalmente la idea de que los traumatismos hayan sido fruto de algún accidente (cualquiera que fuese la actividad); de hecho, se han percibido casos de curación tras el evento de algún traumatismo severo (Wu, Schepartz, Wu, & Trinkaus, 2011).

-Un segundo aspecto relacionado con los comportamientos humanos se refiere a los casos de individuos discapacitados, que han visto muy limitadas sus capacidades y funciones para la supervivencia de forma autónoma.

Se trata en primer lugar, del caso de craneosinostosis (*Anexo: fig. 10*)¹⁶, consistente en una deformación craneal, cerebral y facial (ocurrida antes del nacimiento). Esta patología produce graves daños psicomotrices que tienen como consecuencia una discapacidad muy importante. Fue identificada en el cráneo 14 (Cr-14) (denominada “Benjamina”), correspondiente a un individuo infantil (posiblemente una niña) que habría fallecido alrededor de los 10 años. Según los investigadores, esta niña no hubiese podido sobrevivir tanto tiempo sin cuidados externos, por lo que es más que probable que su grupo humano la haya cuidado hasta su muerte, debido a esta discapacidad.

Un segundo caso de discapacidad severa se ha documentado en la Pelvis 1 (“Elvis”), perteneciente a un individuo maduro con alteraciones importantes en sus

¹⁶ Es una enfermedad representada por el cierre precoz de las suturas craneales, provocando un desarrollo anormal del cráneo. (Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Craneosinostosis> -25/06/2018).

vértebras lumbares y su sacro (como espondilolistesis¹⁷) (Bonmatí, et al., 2010; Bonmatí, et al., 2011), que le producirían una importante discapacidad para moverse, pese a lo cual alcanzó la ancianidad, muy probablemente gracias a ser asistido por sus semejantes. Una cuestión que solo puede darse si hay detrás un grupo social que mantiene en todos los ámbitos a dichos discapacitados.

Al contrario de lo que ocurría en otras poblaciones y culturas más modernas, en el que las discapacidades constituían un claro lastre grupal, en SH parece haber existido un cuidado específico para estos individuos por parte de los homínidos, que viene a documentar los comportamientos humanos solidarios en la población pleistocénica antigua (Gracia, et al., 2009; Gracia, et al., 2010).

4.4. SIMA DE LOS HUESOS EN EL ORIGEN DE LOS NEANDERTALES

A modo de conclusión, es indispensable realizar una valoración cualitativa sobre el objeto de estudio marcado (temática de estudio, metodología de trabajo, problemática y perspectiva de futuro).

La conjunción de factores anatómicos de esta población humana junto con los recientes estudios genéticos han acercado a la Sima de los Huesos al linaje neandertal. En especial, el esqueleto facial, la dentición y algunos huesos postcraneales se han presentado como rasgos derivados de los neandertales, además de otros caracteres primitivos, también en la anatomía mandibular, en la dentición y en la morfología craneal. A pesar de estas divergencias, las diferentes investigaciones han estipulado que la Sima de los Huesos está estrechamente relacionada con *Homo neanderthalensis*, como un grupo hermano, dado que no presentan los rasgos neandertales plenos. Por lo tanto, se establece una inferencia -basada siempre en los hechos- sobre la primera etapa de la evolución neandertal, en el que el modelo de acreción tomaría (mayor) eficacia.

A través de las diversas investigaciones paleontológicas y arqueológicas o, en otros términos, a través del binomio conjeturas-certezas, se ha podido establecer las modificaciones morfológicas de los homínidos de Europa. Sin embargo y como se ha podido observar a lo largo del trabajo, aún quedan cuestiones por resolver que solo los pequeños matices, propiciados, en parte, por los avances tecnológicos, podrán ofrecer

¹⁷ Es una patología que afecta a los discos intervertebrales y a las almohadillas cartilaginosas. (Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Espondilosis> -25/06/2018).

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

una mejor visión de conjunto; máxime cuando la única pieza lítica, un bifaz denominado como *Excalibur*, se ha presentado como una evidencia circunstancial o como parte de un conjunto simbólico de antiguas poblaciones humanas.

Por todo esto, la Sima de los Huesos se ha presentado como un yacimiento extraordinario, en el que analizar una de sus mayores incertidumbres (como es el origen de la acumulación) solo enriquecerá los debates científicos. Así que, la máxima prioridad para este tema sigue siendo pasar de las especulaciones a los hechos demostrables que solo el registro fósil de la Sima de los Huesos puede dar, estudiando además su contexto geológico y su fauna. Con lo que, un análisis meticuloso y, por supuesto, interdisciplinario de este yacimiento pueden seguir dando las claves para comprender el paradigma de las poblaciones de homínidos durante el Pleistoceno Medio en Europa, comprendido entre hace 780.000 y 120.000 años. A partir de entonces, se podrán contrastar las diferentes posibilidades, ya que cada una deja sus vestigios a lo largo de la (Pre)Historia.

Así mismo, las nuevas líneas de investigación se están aproximando cada vez más a los principios del establecimiento del *comportamiento humano*. Este fenómeno se empareja, por ejemplo, con la configuración del lenguaje que, a su vez, está sujeta a los cambios evolutivos del cerebro. Analizar todas las variantes que radican en torno al cerebro de las poblaciones pretéritas podría ayudar a entender cuándo y cómo se configuró nuestra mente humana. En este sentido, y aunque parezca complicado esta resolución, la paleoneurología podría esclarecer muchas hipótesis sobre la evolución del cerebro.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E., Basabe, J. M., & Torres, T. (1976). Los Fósiles Humanos de Atapuerca (Burgos): Nota Preliminar. *Zephyrus*, 489-511.
- Aguirre, E. (2008). *Homo Hispánico*. Madrid: Espasa Calpe.
- Andrews, P., & Fernández Jalvo, Y. (1997). Surface modifications of the Sima de los Huesos fossil humans. *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 191-217.
- Aranburu, A., Arsuaga, J. L., & Sala, N. (2017). The stratigraphy of the Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) and implications for the origin of the fossil hominin accumulation. *Quaternary International*, 433(Part A), 5-21.
- Arnold, L. J., Demuro, M., Parés, J. M., Arsuaga, J. L., Aranburu, A., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2014). Luminescence dating and palaeomagnetic age constraint on hominins from Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, 67, 85-107.
- Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Martínez, I., & Gracia, A. (1991). Cranial remains and long bones from Atapuerca/Ibeas (Spain). *Journal of Human Evolution*, 20(3), 191-230.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J. M., & Carbonell, E. (1993). Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature*, 362(6420), 534-537.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Carretero, J. M., Gracia, A., Lorenzo, C., & Bermúdez de Castro, J. M. (1996). Evolución humana en Europa: registro y debates. *Revista Española de Paleontología, N° Extraordinario*, 269-277.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., & Lorenzo, C. (1997). The Sima de los Huesos crania (Sierra de Atapuerca, Spain): A comparative study. *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 219-281.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

- Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., & Fernández, J. J. (2000). *Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca. Burgos*. Salamanca: Junta de Castilla y León.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Arnold, L. J., Aranburu, A., Gracia-Téllez, A., Sharp, W. D., & Carbonell, E. (2014). Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos. *Science*, 334(6190), 1358-1363.
- Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Lorenzo, C., Gómez-Olivencia, A., Pablos, A., Rodríguez, L., & Carbonell, E. (2015). Postcranial morphology of the middle Pleistocene humans from Sima de los Huesos. *PNAS*, 112(37), 11524-11529.
- Benito Calvo, A., & Pérez González, A. (2015). Geomorphology of the Sierra de Atapuerca and the Middle Arlanzón Valley (Burgos, Spain). *Journal of Maps*, 11(4), 535-544.
- Bermúdez de Castro, J. M., Bromage, T. G., & Jalvo, Y. F. (1988). Buccal striations on fossil human anterior teeth: evidence of handedness in the middle and early Upper Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 17(4), 403-412.
- Bermúdez de Castro, J. M. (1993). The Atapuerca dental remains: new evidence (1987–1991 excavations) and interpretations. *Journal of Human Evolution*, 24(5), 339-371.
- Bermúdez de Castro, J. M., Durand, A. I., & Ipiña, S. L. (1993). Sexual dimorphism in the human dental sample from the SH site (Sierra de Atapuerca, Spain): a statistical approach. *Journal of Human Evolution*, 24(1), 43-56.
- Bermúdez de Castro, J. M. (1995). Los homínidos de la Sima de los Huesos del Karst de la Sierra de Atapuerca: número mínimo de individuos, edad de muerte y sexo. En J. M. Bermúdez de Castro, J. L. Arsuaga, & E. Carbonell i Roura (eds.), *Actas: evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca: Jornadas Científicas= Human evolution in Europa and the Atapuerca evidence: Workshop* (pp. 263-281). Valladolid: Sever-Cuesta.

- Bermúdez de Castro, J. M., & Díez, C. (1995). Middle Pleistocene mortality pattern and fertility: the case of the Atapuerca hominids (Sima de los Huesos site, Burgos, Spain). *Revista Española de Paleontología*, 10(2), 259-272.
- Bermúdez de Castro, J. M., & Pérez, P. J. (1995). Enamel hypoplasia in the Middle Pleistocene hominids from Atapuerca (Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 96(3), 301-314.
- Bermúdez de Castro, J. M., & Nicolás, M. E. (1997). Paleodemography of the Atapuerca-SH Middle Pleistocene hominid sample. *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 333-355.
- Bermúdez de Castro, J. M., Sarmiento, S., Cunha, E., Rosas, A., & Bastir, M. (2001). Dental size variation in the Atapuerca-SH Middle Pleistocene hominids. *Journal of Human Evolution*, 41(3), 195-209.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martínón-Torres, M., Sarmiento, S., Lozano, M., Arsuaga, J. L., & Carbonell, E. (2003). Rates of anterior tooth wear in Middle Pleistocene hominins from Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(21), 11992-11996.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martínón-Torres, M., Lozano, M., Sarmiento, S., & Muela, A. (2004). Paleodemography of the Atapuerca-Sima de los Huesos hominin sample: a revision and new approaches to the paleodemography of the European Middle Pleistocene population. *Journal of Anthropological Research*, 60(1), 5-26.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martínón-Torres, M., Carbonell, E., Lozano, M., Gómez, A., & Sarmiento, S. (2005). Origen y filogenia de los primeros homínidos de Europa. *Munibe (Antropología-Arkeología)*, 57, 279-287.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martínón-Torres, M., Martínez de Pinillos, M., García-Campos, C., Modesto-Mata, M., Martín-Franc, L., & Arsuaga, J. L. (2018). Metric and morphological comparison between the Arago (France) and

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Atapuerca-Sima de los Huesos (Spain) dental samples, and the origin of Neanderthals. *Quaternary Science Reviews*, 30, 1-17.

Bischoff, J. L., Fitzpatrick, J. A., León, L., L. Arsuaga, J., Falgueres, C., J. Bahain, J., & Bullen, T. (1997). Geology and preliminary dating of the hominid-bearing sedimentary fill of the Sima de los Huesos chamber, Cueva Mayor of the Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain. *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 129-154.

Bischoff, J. L., Williams, R. W., Rosenbauer, R. J., Aranburu, A., Arsuaga, J. L., García, N., & Cuenca-Bescós, G. (2007). High-resolution U-series dates from the Sima de los Huesos hominids yields 600 \pm 66 kys: implications for the evolution of the early Neanderthal lineage. *Journal of Archaeological Science*, 34(5), 763-770.

Bonmatí, A., Gómez-Olivencia, A., Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Gracia, A., Martínez, I., & Carbonell, E. (2010). Middle Pleistocene lower back and pelvis from an aged human individual from the Sima de los Huesos site, Spain. *PNAS*, 107(43), 18386–18391.

Bonmatí, A., Gómez-Olivencia, A., Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Gracia, A., Martínez, I., Lorenzo, C. (2011). El caso de Elvis el viejo de la Sima de los Huesos. The case of Elvis the elder from the Sima de los Huesos. *Dendra Médica. Revista de Humanidades*, 10(2), 138-146.

Carbonell, E., Pedro Rodríguez, X., Sala, R., Van Der Made, J., Lorenzo, C., Mosquera, M., . . . Hortolà, P. (2008). *Homínidos: Las primeras ocupaciones de los continentes*. Barcelona: Ariel.

Carbonell, E., Huguet Pàmies, R., Cuello de Oro, I., Lorenzo Merino, C., Mosquera Martínez, M., Ollé Cañellas, A., & Arsuaga, J. L. (2014). Los yacimientos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca. En R. Sala Ramos (ed.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar: estado actual del conocimiento del registro arqueológico* (pp. 534-560). Burgos: Fundación Atapuerca, Universidad de Burgos.

- Carretero, J. M., Arsuaga, J. L., & Lorenzo, C. (1997). Clavicles, scapulae and humeri from the Sima de los Huesos site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 357-408.
- Cervera, J., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (1999). *Atapuerca: un millón de años de historia* (Segunda ed.). Madrid: Complutense & Plot Edic.
- Churchill, S. E., Franciscus, R. G., McKean-Peraza, H. A., Daniel, J. A., & Warren, B. R. (2009). Shanidar 3 Neandertal rib puncture wound and paleolithic weaponry. *Journal of Human Evolution*, 57(2), 163-178.
- Cuenca-Bescós, G., Laplana Conesa, C., Canudo, J. I., & Arsuaga, J. L. (1997). Small mammals from Sima de los Huesos. *Journal of Human Evolution*, 33, 175-190.
- Cunha, E., Ramirez Rozzi, F., Bermúdez de Castro, J. M., Martínón-Torres, M., Wasterlain, S. N., & Sarmiento, S. (2004). Enamel hypoplasias and physiological stress in the Sima de los Huesos Middle Pleistocene hominins. *American Journal of Physical Anthropology*, 125(3), 220-231.
- Egeland, C., Domínguez-Rodrigo, M., Rayne Pickering, T., Menter, C., & Heaton, L. J. (2018). Hominin skeletal part abundances and claims of deliberate disposal of corpses in the Middle Pleistocene. *PNAS*, 115(18). DOI: 10.1073/pnas.1786781115
- Falguères, C., Bahain, J., Yokoyama, Y., Bischoff, J. L., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., . . . Dolo, J. M. (2001). Datation par RPE et U-Th des sites pleistocènes d'Atapuerca: Sima de los Huesos, Trinchera Dolina et Trinchera Galería. Bilan géochronologique. *L'Anthropologie*, 105(1), 71-81.
- García, N., Arsuaga, J. L., & Torres, T. (1997). The carnivore remains from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 155-174.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

- García, N., & Arsuaga, J. L. (2011). The Sima de los Huesos (Burgos, northern Spain): palaeoenvironment and habitats of *Homo heidelbergensis* during the Middle Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 30(11-12), 1413-1419.
- Gómez-Robles, A., Martinon-Torres, M., Bermúdez de Castro, J. M., Prado, L., Sarmiento, S., & Arsuaga, J. L. (2008). Geometric morphometric analysis of the crown morphology of the lower first premolar of hominins, with special attention to Pleistocene *Homo*. *Journal of Human Evolution*, 55(4), 627-638.
- Gómez Castanedo, A. (2012). *Los orígenes del género Homo. Una exploración de la innovación como motor evolutivo*. Santander: Nivel 0, Revista de Arqueología 13.
- Gracia, A., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Lorenzo, C., Carretero, J. M., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2009). Craniosynostosis in the Middle Pleistocene human Cranium 14 from the Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain. *PNAS*, 106(16), 6573-6578.
- Gracia, A., Martínez-Lage, J. F., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Lorenzo, C., & Pérez-Espejo, M. A. (2010). The earliest evidence of true lambdoid craniosynostosis: the case of “Benjamina”, a *Homo heidelbergensis* child. *Child's Nervous System*, 26(6), 723-727.
- Hanegraef, H., Martín-Torres, M., Martínez de Pinillos, M., Martín-Francés, L., Viallet, A., Arsuaga, J. L., & Bermúdez de Castro, J. M. (2018). Dentine morphology of Atapuerca-Sima de los Huesos lower molars: Evolutionary implications through three-dimensional geometric morphometric analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 166(2), 276-295.
- Hrdlička, A. (1934). *The hypotrochanteric fossa of the femur: (with 14 plates)* (Vol. 92). City of Washington: Smithsonian miscellaneous collections.
- Hublin, J. J. (2009). The origin of Neandertals. *PNAS*, 106(38), 16022-16027.

- Lozano-Ruiz, M., Bermúdez de Castro, J. M., Martín-Torres, S., & Sarmiento, S. (2004). Cutmarks on fossil human anterior teeth of the Sima de los Huesos site (Atapuerca, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 31(8), 1127-1135.
- Martínez, I., Gracia, A., Arsuaga, J. L., & Carretero Díaz, J. M. (1995). Los restos craneales y postcraneales de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca) y la evolución humana en el Pleistoceno Medio. En J. M. Bermúdez de Castro, J. L. Arsuaga, & E. Carbonell (eds.), *Actas: evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca Jornadas Científicas= Human evolution in Europa and the Atapuerca evidence: Workshop* (Vol. 1, pp. 283-303). Valladolid: Sever-Cuesta.
- Martínez, I., & Arsuaga, J. L. (2009). El origen del lenguaje: la evidencia paleontológica. *MUNIBE (Antropología-Arkeología)*(60), 5-16.
- Martínez de Pinillos, M., Martín-Torres, M., Martín-Francés, L., Arsuaga, J. L., & Bermúdez de Castro, J. M. (2017). Comparative analysis of the trigonid crests patterns in Homo antecessor molars at the enamel and dentine surfaces. *Quaternary International*, 433(Part A), 189-198.
- Martín-Torres, M., Bastir, M., Bermúdez de Castro, J. M., Gómez, A., Sarmiento, S., Muela, A., & Arsuaga, J. L. (2006). Hominin lower second premolar morphology: evolutionary inferences through geometric morphometric analysis. *Journal of Human Evolution*, 50(5), 523-533.
- Martín-Torres, M., Bermúdez de Castro, J. M., Gómez-Róbles, A., Padro-Simón, L., & Arsuaga, J. L. (2012). Morphological description and comparison of the dental remains from Atapuerca-Sima de los Huesos site (Spain). *Journal of Human Evolution*, 62(1), 7-58.
- Martín-Torres, M., Špeváčková, M., Gracia-Téllez, A., Martínez, I., Bruner, E., Arsuaga, J. L., & Bermúdez de Castro, J. M. (2013). Morphometric analysis of molars in a Middle Pleistocene population shows a mosaic of 'modern' and Neanderthal features. *Journal of Anatomy*, 223(4), 353-363.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

- Meyer, M., Fu, Q., Aximu-Petri, A., Glocke, I., Arsuaga, J. L., Martínez, I., . . . Pääbo, S. (2014). A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos. *Nature*, 505, 403-406.
- Meyer, M., Arsuaga, J. L., De Filippo, C., Nagel, S., Aximu-Petri, A., Nickel, B., . . . Pääbo, S. (2016). Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins. *Nature*, 531, 504-507.
- Morrone, J. J. (2000). *El lenguaje de la cladística*. México D. F.: Programa Libro de Texto Universitario, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial,
- Pérez-Pérez, A., Espurz, V., Bermúdez de Castro, J. M., de Lumley, M. A., & Turbón, D. (2003). Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *Journal of Human Evolution*, 44(4), 497–513.
- Quam, R., Lorenzo, C., Martínez, I., Gracia-Téllez, A., & Arsuaga, J. L. (2016). The bony labyrinth of the middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, 90, 1-15.
- Rabadà i Vives, D. (2015). Taphonomical interpretation of the Sima de los Huesos site (Atapuerca, range, Burgos, Spain): a review. *Spanish Journal of Palaeontology*, 30(1), 79-93.
- Rodríguez, L., Carretero, J. M., García-González, R., Lorenzo, C., Gómez-Olivencia, A., Quam, R., . . . Arsuaga, J. L. (2016). Fossil hominin radii from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, 90, 55-73.
- Rosas, A., Bastir, M., Martínez-Maza, C., & Bermúdez de Castro, J. M. (2002). Sexual dimorphism in the Atapuerca-SH hominids: the evidence from the mandibles. *Journal of Human Evolution*, 42(4), 451-474.
- Rosas, A., & Martínez-Maza, C. (2010). Bone remodeling of the Homo heidelbergensis mandible; the Atapuerca-SH sample. *Journal of Human Evolution*, 58(2), 127-137.

- Rosas, A. (2010). *Los neandertales*. Madrid: Catarata.
- Rosas, A. (2016). *La evolución del género 'Homo'*. Madrid: Catarata.
- Sala, N., Arsuaga, J. L., Pantoja-Pérez, A., Pablos, A., Martínez, I., Quam, R., . . . Carbonell, E. (2015). Lethal Interpersonal Violence in the Middle Pleistocene. *PLoS ONE*, 10(5). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126589>
- Sala, N., Arsuaga, J. L., Pablos, A., & Martínez, I. (2016). The Sima de los Huesos Crania: Analysis of the cranial breakage patterns. *Journal of Archaeological Science*, 72, 25-43.
- Terradillos, M. (2010). *El Paleolítico inferior en la Meseta Norte, España: Sierra de Atapuerca, La Maya, El Basalito, San Quirce y Ambrona. Estudio tecnológico y experimental*. Inglaterra: Archaeopress.
- Trinkaus, E., & Buzhilova, A. P. (2012). The Death and Burial of Sunghir 1. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22, 655-666.
- Wu, X. J., Schepartz, L. A., Wu, L., & Trinkaus, E. (2011). Antemortem trauma and survival in the late Middle Pleistocene human cranium from Maba, South China. *PNAS*, 108(49), 19558-19562.

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

6. ANEXOS: Figuras

Figura 1: Ubicación geográfica y escaneo 3D del sitio de la Sima de los Huesos. SCi: Sala de los Cíclopes; OC: Chimenea obstruida; C1: Chimenea 1; C2: Chimenea 2; C3: Chimenea 3; SH: Sima de los Huesos; SR: Sima Rampa; ST: Sima Arriba; SRB: Sima Rampa Baja; SRM: Sima Rampa Media; SRA: Sima Rampa Alta (Aranburu, et al., 2017:7).

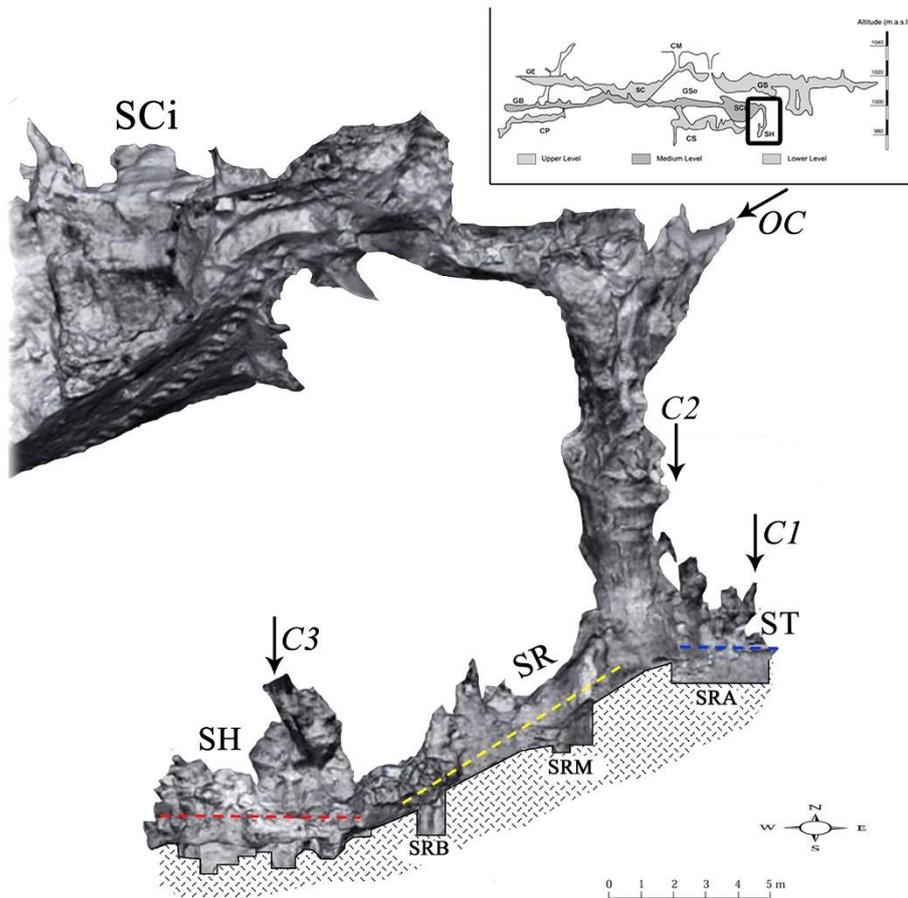


Figura 2: Representación relativa y porcentaje acumulado de los fósiles. MNAU = número mínimo de unidades anatómicas = número de huesos o porciones de hueso preservadas en una muestra dividida por el número de esa porción de hueso o hueso en un esqueleto completo (Arsuaga, et al., 2015: Tabla S2).

| Anatomical Units (AU) | N°AU | One Skeleton | MNAU | Relative MNAU | Cumulative % MNAU |
|-----------------------|------|--------------|-------|---------------|-------------------|
| 1. Neurocrania | 17 | 1 | 17.0 | 3.9 | 3.9 |
| 2. Mandibles | 20 | 1 | 20.0 | 4.6 | 8.5 |
| 3. Dentition | 533 | 32 | 16.7 | 3.9 | 12.4 |
| 4. Cerv. vertebrae | 70 | 7 | 10.0 | 2.3 | 14.7 |
| 5. Thor. vertebrae | 95 | 12 | 7.9 | 1.8 | 16.5 |
| 6. Lumb. vertebrae | 47 | 5 | 9.4 | 2.2 | 18.7 |
| 7. Sacra | 10 | 1 | 10.0 | 2.3 | 21.0 |
| 8. Ribs | 118 | 24 | 4.9 | 1.1 | 22.1 |
| 9. Claviculae | 20 | 2 | 10.0 | 2.3 | 24.4 |
| 10. Scapulae | 27 | 2 | 13.5 | 3.1 | 27.5 |
| 11. Prox. humeri | 18 | 2 | 9.0 | 2.1 | 29.6 |
| 12. Humeral shafts | 37 | 2 | 18.5 | 4.3 | 33.9 |
| 13. Dist. humeri | 27 | 2 | 13.5 | 3.1 | 37.0 |
| 14. Prox. ulnae | 22 | 2 | 11.0 | 2.6 | 39.6 |
| 15. Ulnar shafts | 27 | 2 | 13.5 | 3.1 | 42.7 |
| 16. Dist. ulnae | 10 | 2 | 5.0 | 1.2 | 43.9 |
| 17. Prox. radii | 24 | 2 | 12.0 | 2.8 | 46.7 |
| 18. Radial shafts | 32 | 2 | 16.0 | 3.7 | 50.4 |
| 19. Dist. radii | 20 | 2 | 10.0 | 2.3 | 52.7 |
| 20. Carpals | 131 | 16 | 8.2 | 1.9 | 54.6 |
| 21. Metacarpals | 63 | 10 | 6.3 | 1.4 | 56.0 |
| 22. Hand phalanges | 325 | 28 | 11.6 | 2.7 | 58.7 |
| 23. Innominate bones | 31 | 2 | 15.5 | 3.6 | 62.3 |
| 24. Prox. femora | 35 | 2 | 17.5 | 4.1 | 66.4 |
| 25. Femoral shafts | 36 | 2 | 18.0 | 4.2 | 70.6 |
| 26. Dist. femora | 22 | 2 | 11.0 | 2.6 | 73.2 |
| 27. Patellae | 16 | 2 | 8.0 | 1.9 | 75.1 |
| 28. Prox. tibiae | 18 | 2 | 9.0 | 2.1 | 77.2 |
| 29. Tibial shafts | 35 | 2 | 17.5 | 4.1 | 81.3 |
| 30. Dist. tibiae | 19 | 2 | 9.5 | 2.2 | 83.5 |
| 31. Prox. fibulae | 10 | 2 | 5.0 | 1.2 | 84.7 |
| 32. Fibular shafts | 20 | 2 | 10.0 | 2.3 | 87.0 |
| 33. Dist. fibulae | 19 | 2 | 9.5 | 2.2 | 89.2 |
| 34. Tali | 24 | 2 | 12.0 | 2.8 | 92.0 |
| 35. Calcanei | 26 | 2 | 13.0 | 3.0 | 95.0 |
| 36. Ant. tarsals | 84 | 10 | 8.4 | 1.9 | 96.9 |
| 37. Metatarsals | 51 | 10 | 5.1 | 1.2 | 98.1 |
| 38. Foot phalanges | 230 | 28 | 8.2 | 1.9 | 100.0 |
| TOTAL | 2369 | 233 | 431.2 | 100 | 2048.9 |

Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Figura 3: Sacro y segmento L3-L5 del individuo Pelvis 1, en el que se aprecia los signos de la espondilolistesis. A). Vista lateral izquierda. B). Vista ventral. C). Vista superior, que muestra las diferencias entre los procesos articulares superiores (en gris) (Bonmatí, et al., 2010: 18389).

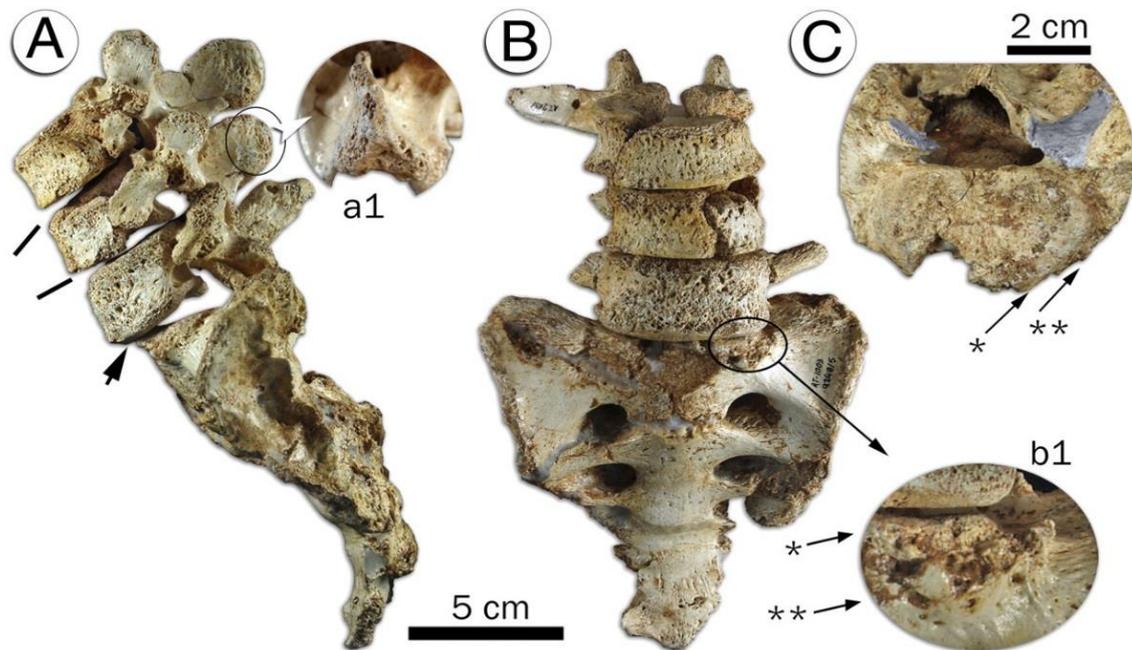


Figura 4: Algunos radios izquierdos adultos completos (Rodríguez, et al., 2016: 58).

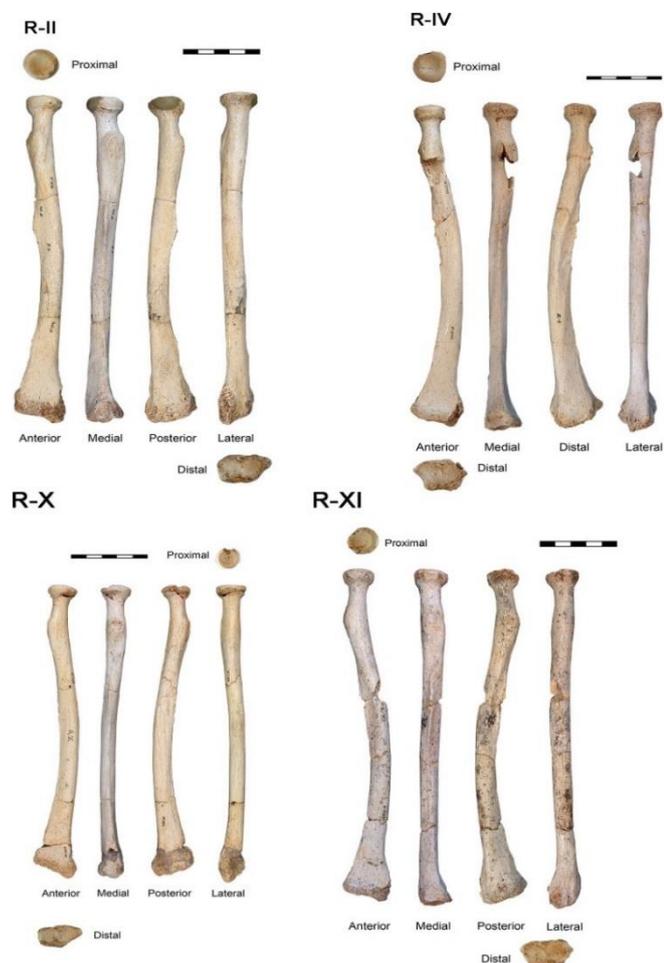


Figura 5: Algunas partes postcraneales. A). Tercera vértebra lumbar (L3). B). Húmero. Subadulto (H-IV, izquierda) y adulto (H-VI, derecha). C). Primer metacarpiano (MC1). Especimen juvenil (AT-3104, izquierda) y adulto (AT-5565, derecha). D). Hueso coxal de AT-1000. E). Fémur proximal F-X (izquierda) y F-XI (derecha). F). Astrágalo de AT-2803 (Arsuaga, et al., 2015: 11527).

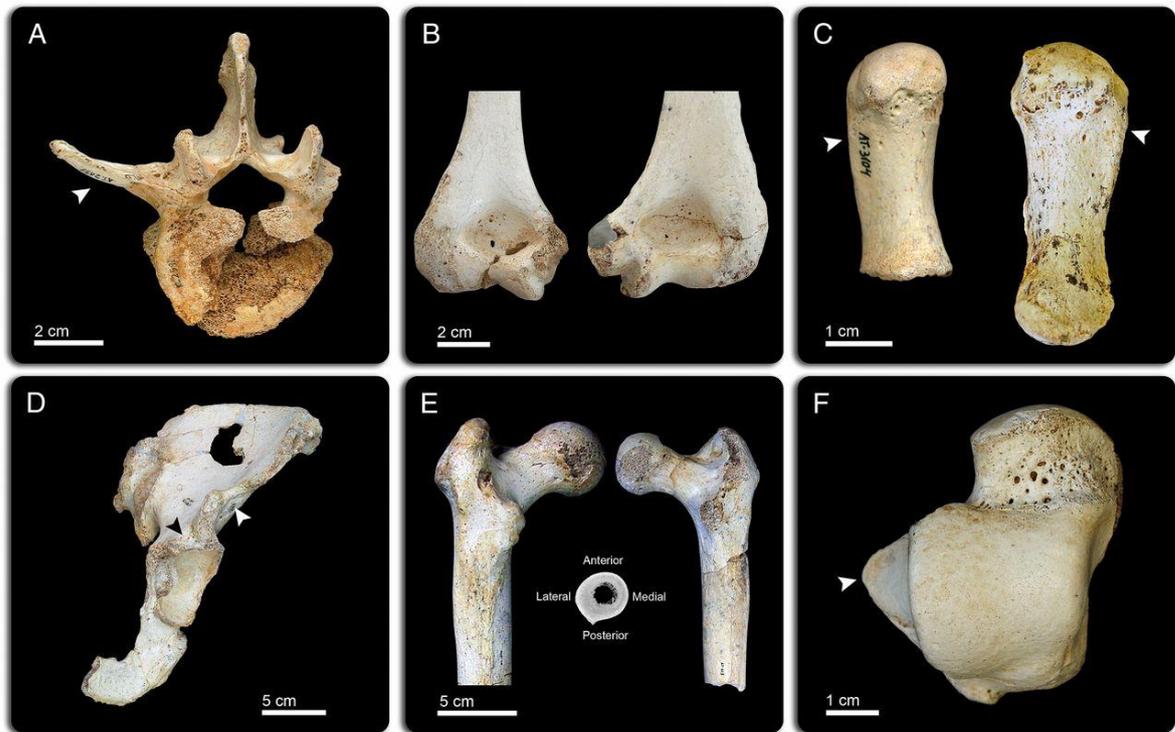
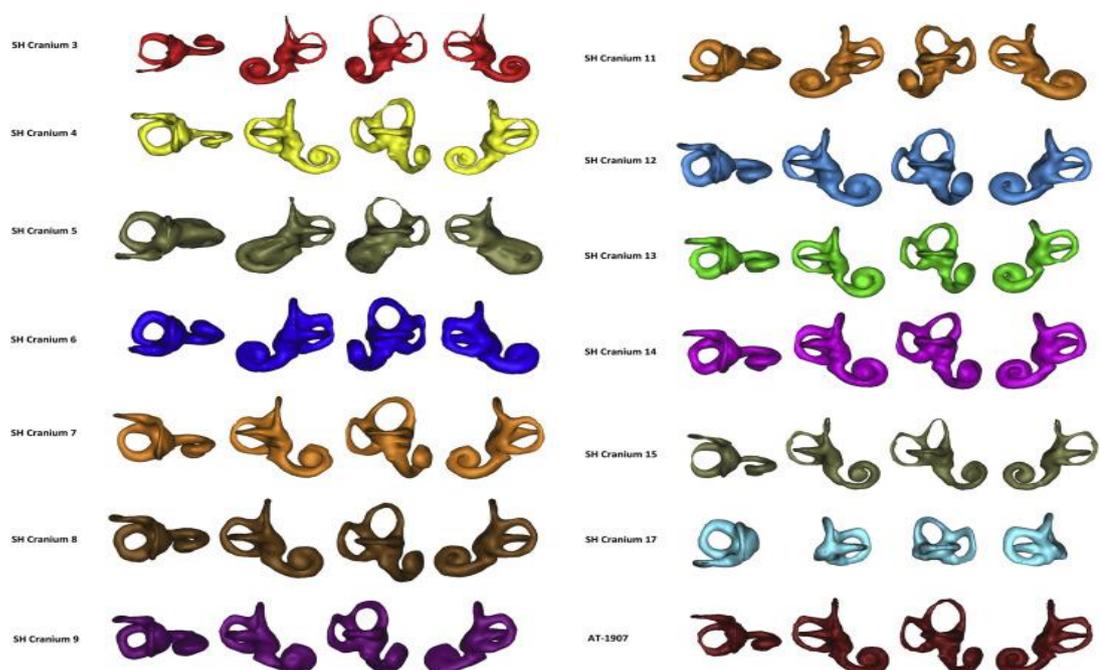


Figura 6: Reconstrucciones virtuales de los laberintos óseos del oído interno (Quam, et al., 2016: 3).



Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Figura 7: Fémur XIII, a través del cual se ha obtenido el ADN mitocondrial (Meyer, et al., 2014: 403).



Figura 8: Los 17 cráneos en vista lateral, salvo Cr-1 que se encuentra en vista posterior (Sala, et al., 2016: 28).

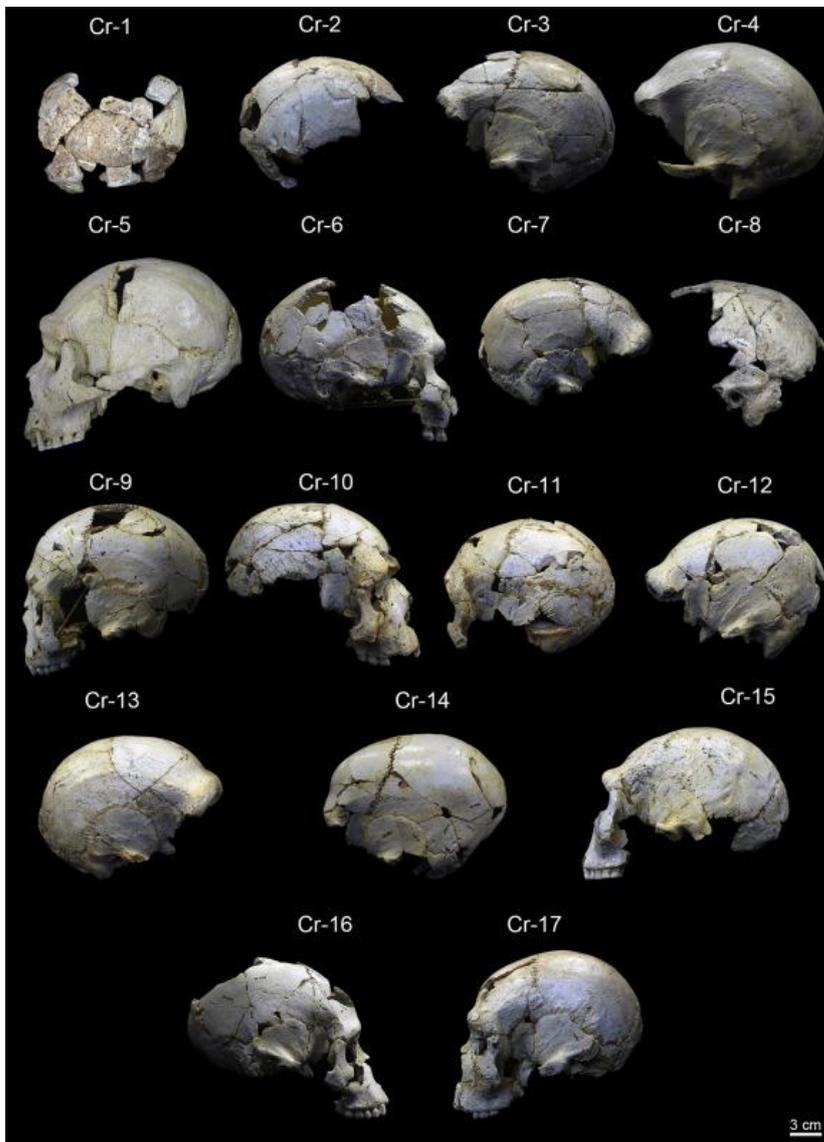


Figura 9: Cráneo 9 con fracturas *perimortem* en el hueso occipital (Sala, et al., 2016: 35).

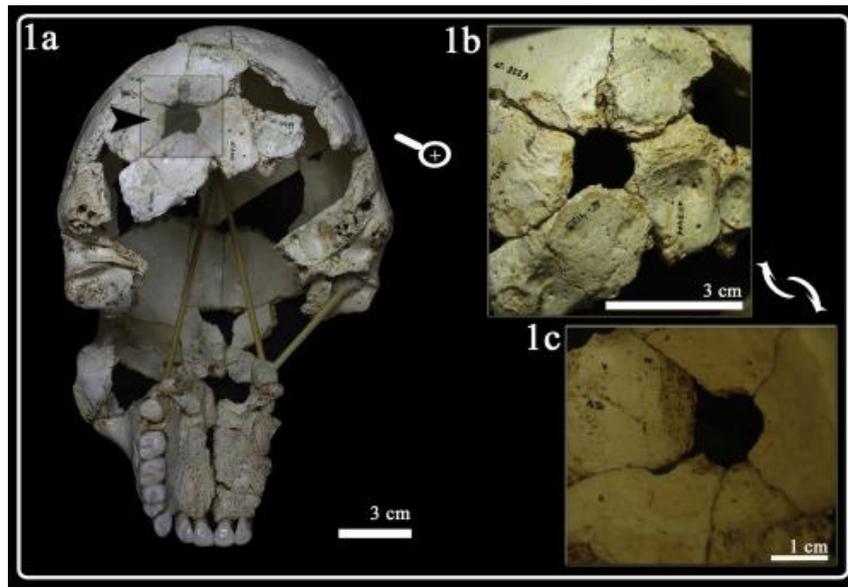
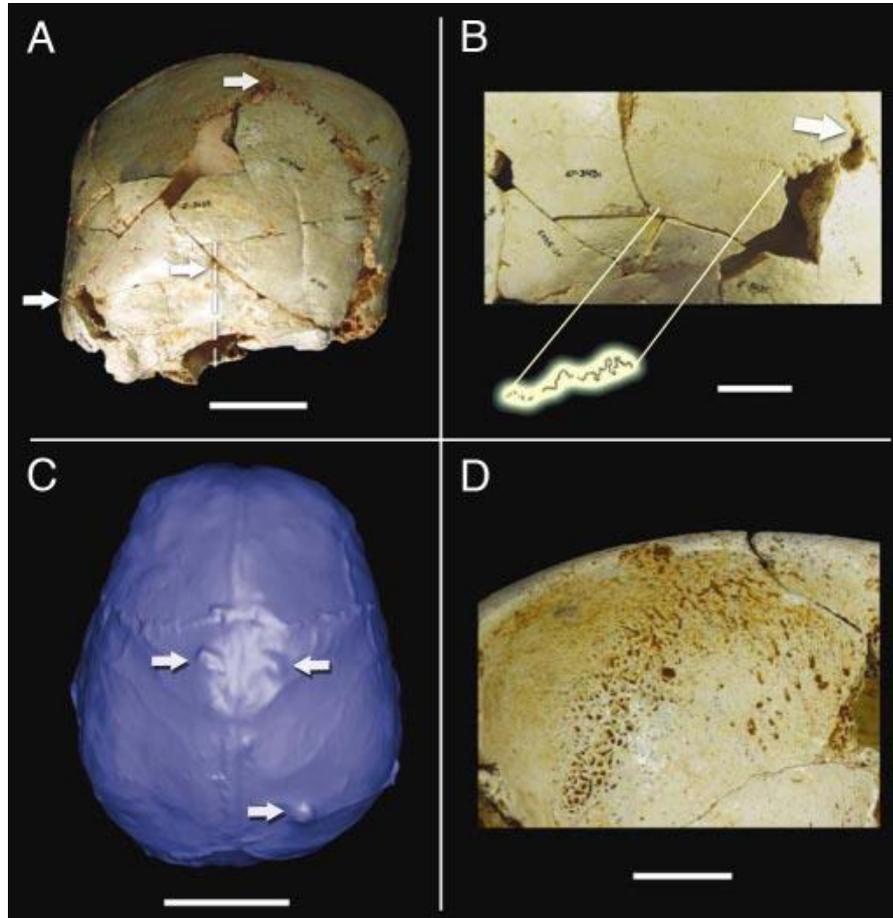


Figura 10: Cráneo 14 (“Benjamina”) con las características diagnósticas de la fusión prematura de la sutura lambdaoidea izquierda (*craneosinostosis*) (Gracia, et al., 2009: 6574).



Los homínidos de la Sima de los Huesos (Atapuerca) y El Origen de los Neandertales: Estado actual de los estudios

Figura 11: Reconstrucciones endocraneales para el cráneo 9 (arriba izquierda), cráneo 15 (arriba derecha), y cráneo 17 (abajo) (Arsuaga, et al., 2014: 1360).

