

Paleodemografía del hipodigma de fósiles de homínidos del nivel TD6 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): estudio preliminar

J. M. Bermúdez de Castro¹, E. Carbonell², A. Gómez¹, A. Mateos¹, M. Martín-Torres¹, A. Muela¹, J. Rodríguez¹, S. Sarmiento¹, S. Varela¹

RESUMEN

En el Estrato Aurora del nivel TD6 del yacimiento pleistoceno de Gran Dolina (Trinchera del Ferrocarril, Sierra de Atapuerca, Burgos) se han obtenido más de cien restos fósiles de homínidos de la especie *Homo antecessor*, que pertenecen a un mínimo (NMI) de nueve individuos. En este trabajo realizamos la determinación del NMI y de la edad de muerte de los individuos, empleando datos observados en los restos de mandíbula, maxilar y dientes. El análisis tafonómico previo concluyó que el origen de la acumulación de los restos de homínidos fue un acto puntual o recurrente de canibalismo de tipo «gastronómico». Nuestro análisis revela que la mayor parte de los individuos (n = 7) son inmaduros, de entre tres y trece años, mientras que dos son adultos jóvenes, de entre quince y dieciocho años. En función de esta peculiar distribución de mortalidad se discuten hipótesis alternativas sobre los escenarios en los que los homínidos fueron aprehendidos y las implicaciones que ello conlleva para el comportamiento de las poblaciones del Pleistoceno inferior.

Palabras clave: Paleodemografía, Pleistoceno Inferior, Sierra de Atapuerca, Gran Dolina.

ABSTRACT

The Aurora Stratum of the TD6 level of the Pleistocene site of Gran Dolina (Trinchera del Ferrocarril, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) have yielded more than one hundred human fossil remains, of the species *Homo antecessor* and belonging to a minimum (MNI) of nine individuals. In this paper we made the MNI determination and the age at death of the individuals, using data observed in the mandibular, maxillary, and dental remains. The previous taphonomic analysis concluded that the origin of the hominid accumulation was due to a punctual or recurrent episode of «gastronomic» cannibalism. Our analysis revealed that most individuals (N = 7) are immature between three and thirteen, whereas two are young adults between fifteen and eighteen. Considering this peculiar mortality distribution, alternative hypotheses on the possible scenarios in which hominids were apprehended, as well as the implications for the human behaviour in the Pleistocene are discussed.

Key words: Paleodemography, Lower Pleistocene, Sierra de Atapuerca, Gran Dolina.

Introducción

La cavidad denominada Gran Dolina del sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca (Burgos), contiene un relleno sedimentario de 18 metros de profundidad, cuya secuencia estratigráfica representa una de las referencias más importantes para las investigaciones del Cuaternario en Europa (Carbonell *et al.*, 1999). Dicha secuencia está formada por once

niveles estratigráficos numerados en orden creciente desde la base al techo: TD1/TD11 (Gil *et al.*, 1987; Parés y Pérez González, 1999). Los análisis de paleomagnetismo han localizado en el techo de TD7 un cambio de polaridad, que se interpreta como el límite Matuyama/Brunhes (Parés y Pérez-González, 1995), mientras que en la base de la secuencia (TD1) se ha localizado un evento de polaridad normal, que se puede interpretar bien como el

¹ Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (Consortio CENIEH), Calle Toledo, 4. 09004 Burgos.

² Área de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, Plaza Imperial Tarraco, 1. 43005 Tarragona.

subcron Jaramillo (1,07-0,99 millones de años: m.a.) o como el evento Kamikatsura (0,85 m.a.) (Parés y Pérez-González, 1999). Así pues, los niveles TD4, TD5, TD6 y la base de TD7, que han proporcionado fósiles de vertebrados e instrumentos líticos, se depositaron en el Pleistoceno Inferior, (cron Matuyama > 0,78 m.a.) (Parés y Pérez-González, 1995).

La intervención del yacimiento de Gran Dolina, que hasta la fecha ha interesado al nivel TD11 y al tercio superior del nivel TD10, ha venido precedida por la excavación de un sondeo arqueológico de cerca de siete metros cuadrados de superficie que se realizó entre los años 1993 y 2000. En el mes de junio de 1994, la excavación alcanzó el nivel TD6 y el denominado Estrato Aurora, una capa sedimentaria bien definida en dicho nivel, de unos 20-30 centímetros de espesor (Parés y Pérez-González, 1999). En esta capa se han obtenido 1.056 restos fósiles de diferentes especies de grandes mamíferos, entre los que se identificaron un total de 92 restos de homínidos (Díez *et al.*, 1999), así como numerosos restos de micromamíferos, pertenecientes a un total de 26 especies diferentes (Cuenca-Bescós *et al.*, 1999). Además, en el Estrato Aurora se localizaron 268 instrumentos líticos, asignados a la tecnología del Modo 1 de tradición Olduvayense (Carbonell *et al.*, 1999). El análisis por ESR y series de Uranio, combinado con las evidencias paleomagnéticas, indican una edad de entre 0,78 y 0,86 m.a para el nivel TD6 (Falguères *et al.*, 1999). El estudio de los fósiles humanos del estrato Aurora culminó con la denominación de una nueva especie de homínido: *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro *et al.*, 1997).

En 2003 se reiniciaron las excavaciones en el nivel TD6 y en el Estrato Aurora, con la intervención de una pequeña superficie de poco más de un metro cuadrado, próxima a la superficie excavada en los años noventa, que interesa a una parte de los cuadros G14, G15 y F14 situados en el frente de la secuencia de Gran Dolina (ver Carbonell *et al.*, 1999). En tres campañas sucesivas, 2003, 2004 y 2005, se han obtenido quince nuevos restos fósiles de *H. antecessor*, incluida una hemimandíbula muy completa del lado izquierdo (Carbonell *et al.*, 2005).

En el conjunto de los fósiles humanos obtenidos en los años noventa se identificó un número mínimo (NMI) de seis individuos, mediante la evidencia de los restos de maxilar, mandíbula y aparato dental (Bermúdez de Castro *et al.*, 1999). El objetivo del presente trabajo es revisar la determinación del NMI y analizar por primera vez y de manera

preliminar los datos paleodemográficos del actual hipodigma de fósiles de *H. antecessor*, en el marco de la hipótesis propuesta para explicar el origen de la acumulación de dichos fósiles (Fernández-Jalvo, *et al.*, 1996).

Material y métodos

El material fósil examinado incluye tres restos de maxilar: un fragmento de maxilar infantil con dientes *in-situ*, el maxilar de un individuo inmaduro con dientes *in-situ*, y un pequeño fragmento de maxilar de otro individuo inmaduro, también con un par de dientes *in-situ*. Los restos mandibulares incluyen un fragmento de cuerpo mandibular del lado derecho y una hemimandíbula izquierda, casi completa, de un individuo adulto. Finalmente, se han examinado un total de 18 dientes sueltos. La mayoría de estos fósiles aparecen figurados en Bermúdez de Castro *et al.* (1999 a) y Bermúdez de Castro *et al.* (2005). La determinación del NMI se ha realizado a partir de este material, utilizando criterios como el encaje de los dientes en sus alveolos correspondientes, compatibilidad del desgaste proximal y oclusal y otros que se explican en cada caso particular.

Los dientes que no habían completado su desarrollo fueron observados por medio de CT-scan y radiografía convencional y su estado de mineralización (dientes permanentes) fue catalogado de acuerdo con los criterios y clasificación de Moorrees *et al.* (1963), modificado con adición de nuevos estados descritos por Smith (1991). Para determinar la edad de muerte hemos empleado los datos sobre desarrollo dental obtenidos por Anderson *et al.* (1976) en una población caucásica canadiense. Los datos de estos autores indican la edad a la que se alcanza un determinado estado de desarrollo. Obviamente, somos conscientes de que estas tablas deberían aplicarse sólo a las poblaciones de nuestra especie, y aún en este caso es bien conocida la variabilidad interpoblacional para el desarrollo de los dientes (Tompkins, 1996 a). El patrón de desarrollo dental de *H. antecessor* es prácticamente idéntico al de *H. sapiens* (Bermúdez de Castro *et al.*, 1999 b), un hecho que aproxima biológicamente a las dos especies, aunque no implica necesariamente que la tasa de crecimiento y desarrollo de sus dientes sea la misma. Ciertamente, se ha comprobado que los dientes permanentes de *H. antecessor* tenían un desarrollo algo más rápido que el de nuestra especie (Ramírez-Rozzi y Bermúdez de Castro, 2004), aunque con cierto solapamiento de los rangos del tiempo de formación. Afortunadamente, las tablas de Anderson *et al.* (1976) cuentan con las correspondientes desviaciones estándar, por lo que parece prudente emplear los valores medios menos el valor de una desviación (X-1s) para la determinar la edad de desarrollo de los dientes de *H. antecessor*.

En el caso de los dientes deciduos, hemos utilizado los datos sobre formación de la corona y la raíz, así como sobre el tiempo de erupción, obtenidos en una población reciente caucásica por Liversidge y Molleson (2004).

En el análisis se han tenido en cuenta otros criterios complementarios, como el estado de erupción de los dientes permanentes y el desgaste de la cara incisal (incisivos y caninos) y oclusal (premolares y molares). Finalmente, es necesario advertir que a efectos de los objetivos de este trabajo, la obtención de una edad de muerte muy precisa no es tan importante como lo es la asignación de cada individuo a un grupo de edad determinado.

Tabla 1.—Estados de desarrollo (ED) de los dientes de los individuos H1, H2, H3, H5, H6 y H7, según la clasificación de Moorrees *et al.* (1963) modificada por Smith (1991). Los dientes de los individuos H1, H5 y H7 son inferiores, mientras que los de los individuos H2, H3 y H6 son superiores. La edad correspondiente a cada estado se ha estimado empleando los promedios de las tablas de Anderson *et al.* (1976) (sexo masculino), restando una vez el valor de desviación estándar ($X - 1\sigma$). EM es la edad promedio de todas las edades para cada diente

		Maxilar y mandíbula								
		I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3	EM
H1	ED Edad							A 1/2 12,4	Cl _i 13,4	12,9
H2	ED Edad	Crc 3,4	Cr 3/4-Crc 3,4	Cr 2/3 3,5	Cr 1/2 2,9					3,3
H3	ED Edad		A 1/2-Ac 9,7	R 3/4-Rc 9,5	R 3/4-Rc 9,5	R 2/3 9,2		R 1/3 9,1	Cr 2/3 10,3	9,6
H5	ED Edad						R 1/2 5,1			5,1
H6	ED Edad		Crc 3,5							3,5
H7	ED Edad								Rc 16,6	16,6

Resultados

Identificación de individuos y edad de muerte

El individuo H1, el holotipo de la especie *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro *et al.*, 1997), se identifica por un conjunto de dientes permanentes sueltos, así como por un fragmento del lado derecho del cuerpo de la mandíbula con la serie molar *in-situ* y un pequeño fragmento muy deteriorado del lado izquierdo del maxilar con el canino y el primer premolar *in-situ*. La raíz de los segundos molares superiores e inferiores tenía el ápice en proceso de cierre (estado A1/2), mientras que en el tercer molar inferior comenzaba a formarse dentina en la base de la cavidad pulpar (estado Cl_i) y las raíces tenían una longitud de unos 2,4 mm. Este diente aún permanecía incluido en el interior de su cripta. En las tablas de Anderson *et al.* (1976) comprobamos que los respectivos estados del segundo y tercer molar se alcanzan a una edad de 13,6 ($\pm 1,18$) y 14,8 ($\pm 1,41$) años, respectivamente. Siguiendo los criterios explicados en la sección anterior, la edad de muerte del individuo H1 sería de entre 12,4 y 13,4 años (tabla 1). La edad obtenida con el segundo molar es más fiable (ver explicación en el individuo H3), por lo que pensamos que la edad del individuo H1 al morir no alcanzaría los 13 años.

El individuo H2 se reconoce por la mitad izquierda de un maxilar infantil (ATD6-14), que se extiende desde los alveolos de los incisivos hasta el intersepto proximal del segundo molar deciduo. Se conservan *in-situ* el canino y el primer molar deciduos, así como los gérmenes de los incisivos, canino y primer premolar permanentes. La aplicación de las estimaciones de Anderson *et al.* (1976) para la edad de formación de los dientes permanentes de las poblaciones modernas sugieren una edad de muerte de entre tres años y tres años y medio para el individuo H2 (tabla 1).

El individuo H3 se identifica por el espécimen ATD6-69, que consta de una parte importante del lado izquierdo de la cara, el proceso alveolar del maxilar, la porción anterior del paladar y el vómer (Arsuaga *et al.*, 1999). Cabe la posibilidad de que también pertenezca a este individuo una porción considerable de la escama de un hueso frontal (ATD6-15). Se conservan *in-situ* el incisivo, canino, primer y segundo premolares y primer molar permanentes del lado derecho y el primer premolar y la serie molar completa del lado izquierdo. El ápice de la raíz del incisivo prácticamente había completado su formación (estado A1/2 / Ac). En el canino y el primer premolar se habían completado las tres cuartas partes de la raíz (estado R 3/4), mientras que en el segundo premolar la raíz había alcanzado el estado

R 2/3. En el segundo molar se había formado tan sólo un tercio de la raíz (R 1/3), mientras que el germen del tercer molar había completado unos dos tercios de la corona (Cr 2/3). El canino y el segundo premolar estaban en fase de erupción, a pocos milímetros de alcanzar el plano oclusal, mientras que el segundo molar aún permanecía en su cripta, sin haber llegado a la fase de erupción gingival. La aplicación de las estimaciones de Anderson *et al.* (1976) para la edad de formación de los dientes permanentes (canino, premolares y segundo molar) de las poblaciones modernas sugieren una edad de muerte para el individuo H3 de entre nueve y diez años. No obstante, el desarrollo del tercer molar de H3 está muy avanzado con respecto a los demás dientes, puesto que el estado Cr 2/3 se alcanza en las poblaciones modernas a una edad promedio de unos doce años. Si aplicamos el criterio adoptado en este trabajo aún obtendríamos una edad unos diez años y medio para el H3. Este hecho no resulta sorprendente, puesto que la misma circunstancia se ha observado en otros homínidos del Pleistoceno, como KNM-WT 15000 (Smith, 1993), individuo XVIII de la Sima de los Huesos de Atapuerca (Bermúdez de Castro y Rosas, 2001), y en varios individuos de la población Neandertal (Wolpoff, 1979; Stringer *et al.* 1990; Tompkins, 1996 b). En todas estas poblaciones del Pleistoceno, el tercer molar aparece de manera constante con un estado de desarrollo notablemente acelerado con respecto al segundo molar. Este mismo hecho es común en poblaciones actuales africanas (Tompkins, 1996 a). Así pues, parece razonable utilizar la información que ofrecen el canino, premolares y segundo molar y aceptar una edad de muerte para el individuo H3 de entre nueve y diez años.

El individuo H4 se identifica por un incisivo inferior lateral permanente del lado izquierdo (ATD6-48). El desgaste de este diente ha rebajado la altura de la corona entre dos y tres milímetros, con exposición de una estrecha banda de dentina. Teniendo en cuenta los resultados sobre la tasa de desgaste de estos dientes en las poblaciones del Pleistoceno (Bermúdez de Castro *et al.*, 2003), así como el desgaste de incisivo lateral del individuo H1, pensamos que el incisivo ATD6-48 debió pertenecer a un individuo de no más de 18 años.

En un trabajo previo (Bermúdez de Castro *et al.*, 1999 a) se identificaba al individuo H5 por un incisivo central inferior permanente del lado izquierdo. Este diente podría corresponder a la mandíbula ATD6-96, asignada al individuo H7 (ver más

abajo). Aunque por el momento no tenemos argumentos suficientes para rechazar o aceptar esta hipótesis, preferimos reasignar este individuo a dos dientes obtenidos en la campaña de 2004: un primer molar inferior deciduo del lado izquierdo (ATD6-94) y un primer molar inferior permanente del lado derecho (ATD6-93). Es probable, pero no seguro, que los dos dientes pertenezcan al mismo individuo. El dm1 está poco gastado, presentando incipientes islotes de dentina en todas las cúspides. El estado de desarrollo del M1 es perfectamente compatible con un dm1 poco gastado. ATD6-93 presenta el estado R1/2, es decir, con desarrollo de aproximadamente la mitad de la longitud de la raíz, mientras que su desgaste apenas había comenzado, interesando al esmalte de varias cúspides y en especial al hipoconúlido. ATD6-93 había alcanzado, por tanto, el plano de oclusión y su desarrollo radicular se alcanza a los 5,7 ($\pm 0,58$) años, según las observaciones de Anderson *et al.* (1976). Siguiendo el criterio adoptado en este trabajo, la edad de muerte del individuo H5 habría ocurrido poco después de cumplir los cinco años (tabla 1). En las poblaciones actuales el dm1 completa su desarrollo hacia los tres años (Liversidge y Molleson, 2004), pero teóricamente es funcional poco después del año y medio, cuando alcanza el plano oclusal. En las poblaciones del Pleistoceno la lactancia se extendería como mínimo hasta los tres o cuatro años (Ogilvie *et al.*, 1989; Bermúdez de Castro y Pérez, 1995) y, aunque la leche materna se combinara con otro tipo de alimentos, el desgaste oclusal intenso propio de estas poblaciones no comenzaría hasta después de completarse el proceso de destete. Por ese motivo, el grado de desgaste del dm1 ATD6-94 es compatible con un individuo de una edad de al menos cinco años.

El individuo H6 se identifica por el germen de un incisivo lateral superior permanente del lado izquierdo, ATD6-312. Este diente estaba completando el desarrollo de su corona (Crc) en el momento de la muerte del individuo H6. En las tablas de Anderson *et al.* (1976) comprobamos que ese estado se alcanza en el incisivo lateral superior a una edad promedio de cuatro años. Si restamos el valor de una desviación estándar (0,48) obtenemos una edad de 3,5 años para la edad del individuo H6 (tabla 1).

El individuo H7 está representado por una hemimandíbula casi completa del lado izquierdo (Carbonell *et al.*, 2005). Este fósil conserva *in-situ* el canino, los dos premolares y la serie molar completa. El tercer molar había completado su erupción y

había sido funcional durante un lapso muy breve de tiempo. Así lo indica la presencia de una mínima faceta de desgaste en el borde mesial marginal del diente. La raíz se encuentra en el estado Rc de desarrollo. Según los estándares de las poblaciones modernas, la edad de individuo H7 sería de entre dieciséis o diecisiete años. Sin embargo, y según lo explicado más arriba, nos inclinamos por una edad menor, de unos quince a dieciséis años para el individuo H7.

El individuo H8 puede ser identificado por un canino inferior deciduo del lado izquierdo (ATD6-101). El desgaste de este diente es avanzado, con erosión y pérdida de aproximadamente la mitad de la altura de la corona. La mitad inferior de la raíz se ha perdido *post-mortem*. Es difícil estimar la edad de muerte de este individuo, pero muy probablemente era mayor de seis años y menor de nueve o diez. No creemos que se trate de un diente de muda, perdido por un individuo infantil, sino que el canino estaba *in-situ* en el momento de la muerte de este individuo. En las poblaciones modernas la muda del canino de leche se produce hacia los diez u once años, por lo que un rango de edad de muerte de entre seis y diez años es suficientemente amplio y razonable. Puesto que el canino deciduo alcanza el plano de oclusión hacia los dos años en las poblaciones actuales (Liversidge y Molleson, 2004) y el dm1 lo hace hacia el año y medio, queda por seguro que ATD6-94 (H7) y ATD6-101 no pertenecen al mismo individuo, por incompatibilidad de sus respectivos grados de desgaste.

El individuo H9 se reconoce por un incisivo lateral superior deciduo del lado izquierdo (ATD6-102). Este diente había completado su desarrollo y su desgaste era incipiente en el momento de la muerte de H9. Apenas ha quedado expuesta una delgada banda de dentina, que sugiere muy poco tiempo de uso. En las poblaciones modernas el di2 superior completa su formación hacia los dos años y medio (Liversidge y Molleson, 2004) y el desgaste de estos dientes en los niños del Pleistoceno debía también comenzar hacia los dos años, cuando probablemente se introducían en el lactante otro tipo de alimentos. Por ese motivo, nos inclinamos por una edad de muerte de entre dos años y medio y tres años para el individuo H9. Hemos constatado que el incisivo ATD6-102 no encaja en el maxilar infantil ATD6-14 del individuo H2.

En definitiva, el análisis de los dientes y de los restos de maxilar y mandíbula indica un número mínimo de nueve individuos:

Tabla 2.—Distribución de grupos de edad de los individuos identificados en el nivel TD6 de Gran Dolina

Grupos de edad	0-4	5-9	10-14	15-19
Número de individuos	3	2	2	2

El estudio de los restos postcraneales también ha revelado la presencia en el hipodigma de TD6 de al menos dos individuos adultos (Carretero *et al.*, 1999; Lorenzo *et al.*, 1999).

Estimación de sexo

La estimación del sexo de los individuos es siempre un problema complejo en Paleoantropología. Por descontado que las conclusiones acerca del posible sexo de los individuos identificados en el registro fósil es sólo una estimación y nunca una conclusión sobre la que podamos hacer recaer otros planteamientos o hipótesis. No obstante, la confianza en una decisión de este tipo varía en función de la región anatómica obtenida y del mayor o menor conocimiento de la población fósil. Un ejemplo muy claro es la excepcional muestra de 28 individuos recuperados en el yacimiento del Pleistoceno medio de la Sima de los Huesos, que permite conocer la variabilidad de la población representada. Cuando se toman los extremos de la variación del tamaño de los dientes de la Sima de los Huesos y en particular de los caninos, se pueden realizar estimaciones de sexo en un cierto número de individuos de esta población (Bermúdez de Castro *et al.*, 2001).

En la muestra de homínidos de TD6 se observa una notable variabilidad en el tamaño de los dientes permanentes, que nos permite ofrecer alguna estimación para los individuos H1 y H7. Los dientes de H1 son muy grandes en relación a la variabilidad conocida en el registro europeo del Pleistoceno. El tamaño del canino superior de H1 está en el extremo superior de la variación del género *Homo* (Bermúdez de Castro *et al.*, 1999 a). Por ese motivo, estimamos que H1 es masculino. Por el contrario, la mandíbula ATD6-96 es muy grácil y sus dientes son relativamente pequeños. El tamaño de estos dientes está lejos del promedio obtenido en otros ejemplares del Pleistoceno inferior y en particular es muy pequeño en comparación con el tamaño de los dientes de H1. Así que proponemos que el Homínido H7 sería una hembra.

Discusión y conclusiones

Los datos que presentamos en este trabajo son el resultado de la excavación parcial del Estrato Aurora del nivel TD6 de Gran Dolina. Es muy probable que las futuras intervenciones en este yacimiento permitan obtener nuevos fósiles humanos, así como otros datos de interés, que obligarán a reconsiderar los resultados y conclusiones obtenidos en este trabajo preliminar.

El estudio tafonómico del Estrato Aurora, y en particular el análisis del conjunto de fósiles humanos, sugiere que la acumulación de dichos fósiles fue consecuencia de un acto de canibalismo (Fernández-Jalvo *et al.*, 1999). Según estos autores, todos los datos apuntan a un tipo de canibalismo denominado dietético o gastronómico por los especialistas en este tipo de comportamiento. Este tipo de canibalismo implica un consumo regular de carne humana por parte de otros humanos y es muy diferente del canibalismo de supervivencia, que sucede en momentos muy concretos, cuando no queda otra solución que comer carne humana para sobrevivir.

Con esta conclusión se podría pensar que la acumulación del Estrato Aurora ocurrió necesariamente a lo largo de una cierta cantidad de tiempo difícil de precisar (quizá decenas o cientos de años) y que los homínidos consumieron carne de otros homínidos durante algún tiempo. No obstante, Fernández-Jalvo *et al.* (1999) advierten que aunque la acumulación de los fósiles humanos del Estrato Aurora hubiera ocurrido como resultado de un evento puntual, el acto de canibalismo habría respondido también al mismo tipo de comportamiento (consumo habitual de carne humana). La presencia de un número importante de restos fósiles de herbívoros en el Estrato Aurora, así como unas condiciones climáticas muy favorables en el momento de la deposición de TD6, sugieren que aquellos humanos no se vieron forzados a consumir otros humanos como parte de una estrategia de supervivencia.

En definitiva, la acumulación de restos humanos en el nivel TD6 podría explicarse bien por el consumo repetido de cadáveres de homínidos a lo largo de cierto tiempo o por el consumo puntual de un cierto número de individuos. En ambos casos, se podría considerar la posibilidad de que aquellos homínidos mataran y comieran a los propios componentes de su grupo, pero este comportamiento se nos antoja anómalo y más propio de situaciones de emergencia y supervivencia. Así pues, considera-

mos que los individuos comidos e identificados en el Estrato Aurora y los consumidores pertenecían a grupos o bandas diferentes.

La primera hipótesis (H1) implica la captura y muerte de los individuos de un grupo como parte de la estrategia de otro grupo. A la vista de los resultados de nuestro estudio paleodemográfico, dicha estrategia se habría dirigido con preferencia a los individuos infantiles, juveniles y adolescentes. Estos datos concuerdan bien con otras evidencias del registro del Estrato Aurora, puesto que 12 de los 18 individuos de diferentes especies de herbívoros identificados son infantiles o juveniles (Díez *et al.*, 1999; Fernández-Jalvo *et al.*, 1999). Según estos autores, los cadáveres de los homínidos fueron transportados enteros al interior de la cavidad y sometidos a técnicas de carnicería similares a las aplicadas en otras especies de herbívoros. Los huesos humanos fueron fracturados para obtener la médula ósea, empleando una técnica idéntica a la utilizada para romper los huesos de otras especies. Finalmente, los restos humanos se arrojaron en el suelo de la cavidad junto con los restos de otros animales, sin ningún tipo de consideración especial. Los fósiles humanos aparecen mezclados con los fósiles de otras especies, sin una distribución específica. Todo ello apoyaría la hipótesis H1: los homínidos eran una presa más en la estrategia de captura de presas de aquella población del Pleistoceno inferior de la Sierra de Atapuerca.

La hipótesis H1 también implica ciertos hábitos como posibles incursiones de los miembros de una banda en el área de aprovisionamiento de recursos de otra banda (*home range* o *catchment territory*: Jarman *et al.*, 1972; Vita-Finzi y Higgs, 1970), quizá con el objetivo de capturar a los miembros más accesibles (niños y jóvenes) de esa banda. Esta estrategia implica un gasto de energía adicional muy importante para estos individuos (teniendo en cuenta las necesidades energéticas en la obtención de recursos si se analizan además sus costes metabólicos), sobre todo si los territorios explotados eran similares a los que actualmente se conocen para los grupos de cazadores-recolectores (Cashdan, 1983; Whitelaw, 1991). Aunque el radio del *home range* puede variar en función de los recursos disponibles, en condiciones razonablemente buenas, la distancia máxima entre el campamento base y el límite del área explotada (territorio de predación inmediato) se considera, teóricamente, de unos diez kilómetros, lo que supone un territorio de entre 250 y 300 kilómetros cuadrados (Lee, 1969). A este

gasto energético suplementario habría que añadir el riesgo que supondría para un pequeño contingente de cazadores, las posibles incursiones en el territorio de otro grupo con el objetivo de conseguir una presa de tamaño pequeño, en relación con otras presas habituales (ver Díez *et al.*, 1999). Por todo ello, cabe proponer una hipótesis alternativa.

La segunda hipótesis (H2) propone que todos o una parte de los individuos de una banda fueron capturados, muertos y consumidos en un suceso puntual, quizá planificado en el marco de una estrategia muy particular para un momento concreto de la vida de un grupo. Los datos sobre la distribución espacial de los fósiles humanos indican diferencias máximas de profundidades en el eje de las Z de unos 25 centímetros. Además, algunos elementos anatómicos de un mismo individuo fueron localizados también con diferencias de profundidad de hasta 25 centímetros. Por esa razón, el estudio tafonómico del Estrato Aurora no rechaza ni invalida la posibilidad de que los homínidos fueran consumidos durante un breve espacio de tiempo y que, por tanto, todos ellos pertenecieran a un mismo grupo (Fernández-Jalvo *et al.* 1999; Díez *et al.*, 1999).

Existe un acuerdo general en admitir que los grupos de cazadores-recolectores reúnen entre 15 y 50 individuos, con un promedio de unos 20 a 25 efectivos (ver Hassan, 1981). El tamaño óptimo de las bandas depende de varios factores, como la necesidad de cooperación para la caza o la recolección de los alimentos, la defensa del grupo y del territorio y otros relacionados con la estabilidad social del grupo (Lee, 1972; Smith, 1981). No obstante, el promedio de unos 25 individuos aparece de forma reiterada en muchos estudios, con independencia de factores como el hábitat, el tiempo y la densidad de población (Hassan, 1981; Paine, 1997). En el Estrato Aurora se han identificado un total de nueve individuos, por lo que aún cabe la posibilidad de incrementar ese número, tanto si se trata de un mismo grupo consumido en un único acto de canibalismo como si se produjo la captura recurrente de homínidos a lo largo de un lapso de tiempo prolongado. La superficie que aún queda por intervenir es considerable, de ahí que, con toda probabilidad, el número de individuos seguirá aumentando. Si ese número supera con creces la cifra de 25, tendremos que considerar seriamente la hipótesis H1.

Otra cuestión a tener en cuenta es la estructura del grupo. Si la hipótesis H2 es correcta y el grupo atacado no superaba los 25 efectivos, entonces deberíamos esperar encontrar un número igual o

Tabla 3.—Estructura de las poblaciones Hadza (Tanzania) y Ache (Paraguay) de cazadores recolectores actuales una vez modelada con parámetros demográficos estimados para las poblaciones del Pleistoceno mediante el programa informático CEPA (ver texto). A efectos de comparación, la tabla recoge los datos paleodemográficos observados en el Estrato Aurora de TD6

Años	Número de individuos en cada grupo de edad							
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-35	35-
Hadza	13	6	5	5	4	4	4	3
Ache	8	5	4	4	3	2	2	2
Aurora	3	2	2	2	—	—	—	—

inferior a 14 ó 15 individuos menores de unos quince años. En efecto, se ha comprobado que la proporción de individuos dependientes de los adultos en las bandas de cazadores-recolectores es de, aproximadamente, el 56% (Calhoun, 1970).

Con el objeto de constatar este dato hemos utilizado el programa informático CEPA, que permite generar pirámides teóricas de población introduciendo en el programa datos como el intervalo promedio de nacimientos con éxito, la edad del primer parto, la proporción de hembras en el grupo y la tasa de mortalidad específica de cada grupo de edad (Bermúdez de Castro *et al.*, 2004). En el modelo hemos empleado las tasas de mortalidad publicadas por Trinkaus (1995) para los Aché y los Hadza, dos poblaciones de cazadores-recolectores de Paraguay y Tanzania, respectivamente. El dato utilizado para el intervalo promedio de nacimientos con éxito es de cuatro años, de acuerdo con lo estimado para las poblaciones del Pleistoceno (ver discusión en Ogilvie *et al.*, 1989 y Bermúdez de Castro y Pérez, 1995). Es decir, las hembras quedarían nuevamente preñadas después de una lactancia de entre dos años y medio y tres años. El primer parto podría ocurrir antes que en las poblaciones cazadoras-recolectoras actuales, a una edad de entre quince y dieciséis años. El programa comienza su proyección con 30 adultos de quince años y lo detenemos transcurridos 200 años, cuando las poblaciones alcanzan una estructura normal y se estabilizan.

En el caso de los Hadza, la población se estabiliza con un incremento de 14 individuos (tabla 3), mientras que en el caso de los Aché la población se mantiene estable con 30 individuos. En ambos casos, la población se reestructura y obtenemos que el 54,0% de los individuos de la población Hadza

tiene menos de 15 años y que el 56,7% de la población Aché está por debajo de esa edad. Se confirman pues las observaciones de otros autores (Harpending y Bertram, 1975; Harpending y Wandsnider, 1982; Hill y Hurtado, 1996) y se asume, con plena confianza, que en las bandas de cazadores-recolectores del Pleistoceno Inferior la estructura de la población no sería muy diferente a lo observado en poblaciones recientes de economía similar.

En la tabla 3 observamos que el 77,8% de los individuos del Estrato Aurora tienen menos de quince años, una cifra sensiblemente superior a la esperada, caso de tratarse de una misma banda de homínidos. Con todo, la posible evidencia de individuos menores de un año habría desaparecido prácticamente en su totalidad, ya no sólo por razones tafonómicas, sino porque sus restos esqueléticos, poco calcificados, habrían sido consumidos en el proceso de canibalismo, además de resultar muy baja la probabilidad de conservación y posterior hallazgo de los gérmenes de los dientes deciduos. En cualquier caso, de tratarse de una misma banda, el grupo de edad de 0/4 se incrementaría a lo sumo en uno o dos individuos.

Por otro lado, si la hipótesis H2 es correcta entonces cabría esperar el hallazgo de tres o cuatro nuevos adultos para que la estructura del grupo fuese la adecuada. Obviamente, el número de adultos esperado tendría que incrementarse de manera proporcional caso de aumentar el número de individuos infantiles, juveniles y adolescentes representados en el Estrato Aurora. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que un grupo fuese atacado en ausencia de sus cazadores. En este supuesto, la defensa del grupo habría sido menor y la estructura de edades de muerte representada actualmente se aproximaría en gran medida a la esperada, con la ausencia, ya mencionada, de un par de individuos infantiles y de uno o, a lo sumo un par de adultos más.

Teniendo en cuenta el análisis y discusión anteriores, el contraste de las hipótesis H1 y H2 o de cualquier alternativa que podamos proponer en el futuro, debe tener presente (entre otros datos) el estudio paleodemográfico del hipodigma de homínidos del Estrato Aurora. Si la representación de individuos menores de quince años continúa aumentando sin el correspondiente incremento de individuos adultos, la hipótesis H1 cobrará fuerza, mientras que si la estructura demográfica se aproxima a la esperada para un grupo del Pleistoceno, habremos de considerar seriamente la hipótesis H2.

Siendo éste un trabajo de carácter preliminar, no se puede descartar la formulación de hipótesis alternativas a medida que progrese la intervención en TD6.

AGRADECIMIENTOS

Los firmantes de este artículo recuerdan de manera entrañable a su compañera Loli Soria, a quien dedican con todo cariño este trabajo. Esta investigación ha sido realizada en el marco del proyecto del Ministerio de Educación y Ciencia BOS 2003-08938-C03-02. El material estudiado procede de excavaciones subvencionadas por la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León con el apoyo económico y colaboración de la Fundación Atapuerca. A. Gómez disfruta de una beca de FPU y S. Varela disfruta de una beca de FPI, ambas del Ministerio de Educación y Ciencia, mientras que M. Martín-Torres es becaria de la Cátedra Atapuerca, que recibe soporte económico de la Fundación Duques de Soria y Fundación Atapuerca. Los autores agradecen a todos sus compañeros del Proyecto Atapuerca su esfuerzo y dedicación para la obtención de los fósiles que aquí se estudian.

Referencias

- Anderson, D. L., Thompson, G. W. y Popovich, F. (1976). Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *J. Forens. Sci.*, 21: 191-200.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Lorenzo, C., Gracia, A., Muñoz, A., Alonso O. y Gallego, J. (1999). The human cranial remains from Gran Dolina Lower Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 431-457.
- Bermúdez de Castro, J. M. y Pérez, P. J. (1995). Enamel hypoplasia in the Middle Pleistocene hominids from Atapuerca (Spain). *Am. J. Phys. Anthropol.*, 96: 301-314.
- Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I. y Mosquera, M. (1997). A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: possible ancestor to Neandertals and modern humans. *Science*, 276: 1392-1395.
- Bermúdez de Castro, J. M., Sarmiento, S., Cunha, E., Rosas, A. & Bastir, M. (2001). Dental size variation in the Atapuerca-SH Middle Pleistocene hominids. *J. Hum. Evol.*, 41: 195-209.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martín-Torres, M., Sarmiento, S., Lozano, M., Arsuaga, J. L. & Carbonell, E. (2003). Rates of anterior teeth wear in Middle Pleistocene hominids from Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100: 11992-11996.
- Bermúdez de Castro, J. M., Rosas, A. y Nicolás, M. E. (1999 a). Dental remains from Atapuerca-TD6 (gran Dolina site, Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 523-566.
- Bermúdez de Castro, J. M., Rosas, A., Carbonell, E., Nicolás, M. E., Rodríguez J. y Arsuaga, J. L. (1999 b). A modern human pattern of dental development in Lower Pleistocene hominids from Atapuerca-TD6 (Spain). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96: 4210-4213.

- Bermúdez de Castro, J. M. y Rosas, A. (2001). Pattern of dental development in Hominid XVIII from the Middle Pleistocene Atapuerca-Sima de los Huesos site (Spain). *Am. J. Phys. Anthropol.*, 114: 325-330.
- Bermúdez de Castro, J. M., Martín-Torres, M., Bermúdez de Castro, A., Muela, A., Sarmiento, S. y Lozano, M. (2004). Paleodemografía del yacimiento del Pleistoceno Medio de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos). In: *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre, Volumen III, Paleoantropología* (E. Baquedano y S. Rubio, eds.). Zona Arqueológica 4, Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, 11-23.
- Calhoun, J. B. (1970). Population. In: *Population control* (A. Allison, edit.) Penguin, Harmondsworth, England, 110-130.
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Díez, J. C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M. y Rodríguez, X. P. (1995). Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science*, 269: 826-830.
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Allué, E., Bastir, M., Benito, A., Cáceres, I., Canals, T., Díez, J. C., van der Made, J., Mosquera, M., Pérez-González, A., Rodríguez, J., Rodríguez, X. P., Rosas, A., Rosell, J., Sala, R., Valleverdú, J. y Vergés, J. M. (2005). An Early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102: 5674-5678.
- Carbonell, E., Esteban, M., Martín-Nájera, A., Mosquera, M., Rodríguez, X. P., Ollé, A., Sala, R., Vergés, J. M., Bermúdez de Castro, J. M. y Ortega, A. I. (1999). The Pleistocene site of Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain: a history of the archaeological investigations. *J. Hum. Evol.*, 37: 313-324.
- Carbonell, E., García-Antón, M. D., Mallol, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sahnouni, M., Sala, R. y Vergés, J. M. (1999). The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use. *J. Hum. Evol.*, 37: 653-693.
- Carretero, J. M., Lorenzo, C. y Arsuaga, J. L. (1999). Axial and appendicular skeleton of *Homo antecessor*. *J. Hum. Evol.*, 37: 459-499.
- Cashdan, E. (1983). Territoriality among human foragers: ecological models and application to four Bushman groups. *Current Anthropol.*, 24: 47-66.
- Cuenca-Bescós, G., Laplana, C. y Canudo, J. I. (1999). Biochronological implications of the Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) from the Lower Pleistocene hominid-bearing level of Trinchera Dolina 6 (TD6, Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 353-373.
- Díez, J. C., Fernández-Jalvo, Y., Rosell, J. y Cáceres, I. (1999). Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 623-652.
- Falguères, C., Bahain, J. J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Bischoff, J. L. y Dolo, J.-M. (1999). Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.*, 37: 343-352.
- Fernández-Jalvo, Y., Díez, J. C., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E. y Arsuaga, J. L. (1996). Evidence of Early Cannibalism. *Science*, 271: 277-278.
- Fernández-Jalvo, Y., Díez, J. C., Cáceres, I. y Rosell, J. (1999). Human cannibalism in the Early Pleistocene of Europe (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 591-622.
- Gil, E., Aguirre, E. y Hoyos, M. (1987). Contexto estratigráfico. In: *El Hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca* (E. Aguirre, J. M. Bermúdez de Castro y E. Carbonell, eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 47-54.
- Harpending, H. y Bertram, J. (1975). Human population dynamics in archaeological time: some simple models. In: *Population studies in Archaeology and Biological Anthropology* (A. C. Swedlund, eds.). Society of American Archaeology Memoir N° 30, Washington, 82-91.
- Harpending, H. y Wandsnider, L. (1982). Population structures of Ghanzi and Ngamiland !Kung. In: *Current developments in Anthropological genetics* (M. Crawford y J. Mielke, eds.). Plenum Press, New York, 29-50.
- Hassan, F. A. (1981). *Demographic Archaeology*. Academic Press, New York, 298 págs.
- Hill, K. y Hurtado, M. (1996). *Ache Life History: the ecology and demography of a foraging people*. Aldine de Gruyter, Chicago.
- Jarman, M. R., Vita-Finzi, C. y Higgs, E. S. (1972). Site catchment analysis in Archaeology. In: *Man, settlement and urbanism* (P. J. Ucko, R. Tringham y G. W. Dimbleby, eds.). Duckworth, London, 61-66.
- Lee, R. B. (1969). !Kung Bushmen subsistence – an input-output analysis. In: *Environment and cultural behavior* (A. P. Vayda, edit.). Natural History Press, New York, 47-79.
- Lee, R. B. (1972). !Kung spatial organization: An ecological and historical perspective. *Hum. Ecol.*, 1: 125-147.
- Liversidge, H. M. y Molleson, T. (2004). Variation in crown and root formation and eruption of human deciduous teeth. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 123: 172-180.
- Lorenzo, C., Arsuaga, J. L. y Carretero, J. M. (1999). Hand and foot remains from the Gran Dolina Early Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 501-522.
- Moorrees, C. F. A., Fanning, E. A. y Hunt, E. E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J. Dent. Res.*, 42: 1490-1502.
- Ogilvie, M. D., Curran, B. K. y Trinkaus, E. (1989). Incidence and patterning of dental enamel hypoplasia among the Neandertals. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 79: 25-41.
- Paine, R. (Ed) (1997). *Integrating archaeological demography: multidisciplinary approaches to Prehistoric populations*. Center for Archaeological Investigations Occasional Papers 24. Southern Illinois University Press. Carbondale, Illinois.
- Parés, J. M. y Pérez-González, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca archaeological site. *Science*, 269: 830-832.

- Parés, J. M. y Pérez-González, A. (1999). Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.*, 37: 325-342.
- Ramírez Rozzi, F. y Bermúdez de Castro, J. M. (2004). Surprisingly rapid growth in Neanderthals. *Nature*, 428: 936-939.
- Smith, B. H. (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: *Advances in Dental Anthropology* (M. A. Kelley y C. S. Larsen, eds.) Wiley-Liss, New York, 143-168.
- Smith, B. H. (1993). The physiological age of KNM-WT 15000. In: *The Nariokotome Homo erectus skeleton* (A. Walker y R. Leakey, eds.). Springer-Verlag, Berlin, 195-220.
- Smith, E. A. (1981). The application of optimal foraging theory to the analysis of hunter-gatherer group size. In: *Hunter-gatherer foraging strategies: ethnographic and archaeological analyses* (B. Winterhalder y E. A. Smith, eds.). University of Chicago Press, Chicago, 36-65.
- Stringer, C. B., Dean, M. C. y Martín, R. (1990). A comparative study of cranial and dental development in a recent British population and Neandertals. In: *Primate Life History and Evolution* (C. J. De Rousseau, edit.) Wiley Liss, Inc. New York, 115-152.
- Tompkins, R. L. (1996a). Human population variability in relative dental development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 99: 79-102.
- Tompkins, R. L. (1996b). Relative dental development of Upper Pleistocene hominids compared to human population variation. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 99: 103-118.
- Trinkaus, E. (1995). Neandertal mortality patterns. *J. Archaeol. Sci.*, 22: 121-142.
- Vita-Finzi y Higgs, E. S. (1970). Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine. Site catchment analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 36: 1-37.
- Whitelaw, T. M. (1991). Some dimensions of variability in the social organisation of community space among foragers. In: *Ethnoarchaeological approaches to mobile campsites: hunter-gatherer and pastoralist case studies* (C. S. Gamble y W. A. Boismier, eds.). International Monographs in Prehistory. Ethnoarchaeological Series 1: 139-188.
- Wolpoff, M. H. (1979). The Krapina dental remains. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 50: 67-114.

*Recibido el 8 de marzo de 2006
Aceptado el 30 de junio de 2006*